

**COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL  
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO"**



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**AÑO 10 N° 12**

**11 DE SETIEMBRE 2024**

## 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:**

Ing. Gabriela Teófila Rosas Benancio  
Presidenta Ejecutiva, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Calm. Carlos Grover GUERRERO Malpartida  
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. Alonzo Zapata Cornejo  
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Cnel. (r) Julio Villafuerte Osambela  
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 y Adolfo Chamorro

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

**DIHIDRONAV:** Rina Gabriel, Roberto Chauca, Daniel Paredes, Renzo Adrianzen, Biby Tenaud, Gerardo Ramírez

**IGP:** Kobi Mosquera y Jorge Reupo

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

**INDECI:** Jackie Rojas

**CENEPRED:** Ena Jaimes y Neil Alata

**Año:**10

**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), 2024.

Informe Técnico ENFEN. Año 10, N° 12, 11 setiembre de 2024, 78 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: 13 de setiembre de 2024



**Diagnóstico Climático y  
Previsión de El  
Niño-Oscilación del Sur  
en el Perú al 11 de  
setiembre 2024**

# Índice

<u>I.</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	6
<u>II.</u>	<u>MÉTODOS</u>	6
2.1.	<u>Variables</u>	6
	<u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u>	7
2.2.	<u>Índices</u>	7
	<u>Índice Costero El Niño (ICEN)</u>	7
	<u>Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</u>	8
	<u>Índices reproductivos de anchoveta</u>	8
2.3.	<u>Modelos y Pronósticos</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)</u>	8
	<u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u>	9
	<u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u>	9
	<u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u>	9
<u>III.</u>	<u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 11 DE SETIEMBRE DE 2024</u>	10
3.1.	<u>Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u>	10
3.2.	<u>Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u>	18
3.3.	<u>Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u>	32
3.4.	<u>Condiciones hidrológicas</u>	42
3.5.	<u>Condiciones agrometeorológicas</u>	44
<u>IV.</u>	<u>PERSPECTIVAS</u>	50
<u>V.</u>	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	58
<u>VI.</u>	<u>TABLAS Y FIGURAS</u>	XX
<u>VI.</u>	<u>REFERENCIAS</u>	59
<u>VII.</u>	<u>ANEXO</u>	62

## 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

### **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, re-análisis, 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  $1/4^\circ$ .

## **Índices**

### **Índice Costero El Niño (ICEN)**

Es calculado a partir de la media móvil de 3 meses de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2 con respecto a la climatología de 1981-2010 usando, hasta enero de 2020, los datos de Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v3b *real-time* (Huang et al., 2017), y en la actualidad ERSST v5. Se categoriza las condiciones como frías o cálidas; en el caso de frías con magnitudes de débil, moderada y fuerte, y en el caso de cálidas con magnitudes débil, moderada, fuerte y extraordinaria (ENFEN, 2012; Takahashi et al., 2014). El valor temporal del ICEN (ICEN-tmp) se calcula utilizando el promedio de los pronósticos de la ATSM de los modelos de North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014) de un mes y dos meses para el primer y segundo ICENtmp, respectivamente.

## **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°N-5°S, 120°W-170°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 (Paita, 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.

## **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 *reanalysis* 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 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>, aplicando los mismos umbrales de anomalías de TSM usadas para definir las categorías El Niño y La Niña (ENFEN, 2012).

---

<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> Comité Multisectorial Encargado del Estudio del Fenómeno El Niño. (2012). Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú

### III. CONDICIONES OBSERVADAS AL 14 DE AGOSTO DE 2024

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

En el Pacífico ecuatorial, las anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM) continuaron descendiendo, principalmente en la región central y oriental, alcanzando valores de hasta  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  en los primeros días de septiembre entre los  $100^{\circ}\text{W}$  y  $90^{\circ}\text{W}$  (Figura 1). En promedio, para agosto, la anomalía de la TSM fue  $-0,07\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la región Niño 3.4 y  $-0,46\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la región Niño 1+2 (Tabla 1). Para la primera semana de septiembre, las anomalías fueron  $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la región Niño 3.4 y  $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la región Niño 1+2 (Tabla 2).

El ICEN de julio y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de agosto de 2024 indicaron condiciones neutras. De igual manera, los valores del ONI de julio y el temporal (ONI-tmp) de agosto corresponden a condiciones neutras (Tabla 3).

Según la información de altimetría satelital a lo largo de la franja ecuatorial, se siguen observando ondas de Kelvin frías débiles en el Pacífico central, de las cuales, en agosto, se observó el arribo de una onda Kelvin fría a la región del extremo oriental (Figuras 2 a 4). Además, se observaron núcleos de anomalías negativas de esfuerzo de viento zonal ( $< -4\text{ }10^{-2}\text{ N m}^{-2}$ ) entre los  $160^{\circ}\text{E}$  y  $120^{\circ}\text{W}$ , las cuales generaron una nueva onda Kelvin fría, localizada actualmente a  $140^{\circ}\text{W}$ , lo cual también es observado por los flotadores Argo (Figuras 2 y 4). La expansión del área de las anomalías de TSM negativas hacia el Pacífico central, a inicios de agosto y a inicios de septiembre, se asoció a las anomalías de esfuerzo de vientos del este, así como a las anomalías del este en las corrientes marinas en el Pacífico central y en el Pacífico oriental (Figura 4). Por otro lado, se detectó el arribo de una onda Kelvin cálida a la región oriental a inicios de septiembre, manifestándose en anomalías del oeste en las corrientes marinas. Asimismo, continúan presentes ondas de Rossby cálidas en la zona occidental que están contribuyendo a la formación de ondas de Kelvin cálidas (Figuras 2 a 4).

Entre el 1 y el 9 de septiembre de 2024, se registró un aumento en las anomalías de presión en el Pacífico occidental y Oceanía, con valores positivos de hasta  $+3\text{ hPa}$ , lo que favoreció una fuerte subsidencia en la región, indicando que no se ha configurado a la fecha una circulación atmosférica propia de La Niña. Asimismo, se desarrollaron patrones convectivos en el Océano Índico ( $60^{\circ}\text{E}$ , Figura 5). En Sudamérica, predominó la subsidencia, lo que generó condiciones secas, a lo largo de la vertiente oriental y occidental donde se observaron anomalías negativas de precipitación (ver Figura 11). En la costa peruana, se detectaron anomalías de presión positivas de hasta  $+1\text{ hPa}$ , vinculadas a una mayor subsidencia y a la intensificación del APS.

Respecto a los vientos en niveles bajos (850 hPa), en lo que va de septiembre, en el Pacífico central se observaron anomalías de vientos del Este ( $180^{\circ}$  -  $150^{\circ}$ W y  $10^{\circ}$ N -  $10^{\circ}$ S) (Figura 5). Asimismo, en la costa norte de Chile y sur del Perú se observaron en promedio vientos alisios del sudeste intensificados asociados al incremento de las anomalías de presión costeras. Por otro lado, en niveles altos (200 hPa) se presentaron anomalías de vientos del oeste, entre  $60^{\circ}$ W -  $90^{\circ}$ W y  $10^{\circ}$ S -  $20^{\circ}$ S, que evidencian la intensificación de los vientos del oeste hacia la vertiente occidental y oriental del Perú, favoreciendo condiciones secas, aunadas a la subsidencia predominante de la celda de Walker. Ello se evidencia en las anomalías negativas de precipitación que alcanzan hasta  $-100\%$ , principalmente a lo largo de la sierra y selva norte baja (Figuras 5 y 11 b).

En la circulación al nivel de 1000 hPa, en el transcurso de septiembre, se han observado principalmente un predominio de anomalías de vientos del este ( $120^{\circ}$ W -  $140^{\circ}$ E, aproximadamente de magnitud entre  $1$  y  $4$   $\text{ms}^{-1}$ ) y anomalías de vientos del oeste en  $120^{\circ}$ E (con magnitudes entre  $1$  y  $3$   $\text{ms}^{-1}$ ), y desde la línea de pronóstico, se prevé que predominen anomalías de vientos del este, pero con una menor magnitud (entre  $1$  y  $2$   $\text{m s}^{-1}$ ) lo que podría influenciar sobre las anomalías de TSM en el Pacífico central con una persistencia de anomalías negativas (Figura 6 a) y la generación de una nueva onda Kelvin fría. En el nivel de 850 hPa, desde la línea de pronóstico también se espera un predominio de anomalías negativas de vientos zonales (vientos del este), principalmente entre  $120^{\circ}$ W -  $180^{\circ}$  (Figura 6 b, 850 hPa). Respecto a la velocidad potencial, durante los primeros días de septiembre, la fase convergente en altura (200 hPa) predominó en Sudamérica y Oceanía, en sinergia con las anomalías de velocidad vertical descendente, favoreciendo la subsidencia en ambos continentes y en especial la predominancia de condiciones secas en la Amazonía de Sudamérica (Figuras 5 b, 6 c y 11 b). Según la línea de pronóstico, se espera que la fase convergente se desplace desde Oceanía y el Pacífico central hacia los  $120^{\circ}$ W y  $60^{\circ}$ W, lo que podría favorecer la persistencia de la subsidencia en la zona norte del Perú, propiciando condiciones deficitarias de lluvias. Por otro lado, se anticipa que la fase divergente se desarrolle en  $120^{\circ}$ E, favoreciendo la convección en Oceanía (Figura 6 c).

Con respecto a la variabilidad del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) en la escala estacional, para el trimestre JJA 2024, el núcleo del APS se encontró en promedio con una intensidad y posición en rangos normales, aunque con respecto al trimestre MJJ, exhibió un leve debilitamiento (Figura 7).

Durante agosto, el APS en promedio presentó una configuración zonal, en su posición climática habitual, con anomalías de  $+2$  hPa en su núcleo y  $+3$  hPa en la periferia (Figuras 8 y 9). Por otro lado, se observó la persistencia de la isóbara de 1014 hPa a lo largo de la costa; por lo que debido a la configuración del APS y al gradiente isobárico APS - Costa, ocurrieron episodios de incremento de los vientos alisios del sudeste, del 7 al 11 y del 22 al 31 de agosto (Figura 10).

En los primeros nueve días de septiembre, el APS se mantuvo en su posición climática habitual con una configuración zonal. Se observó una intensificación en el núcleo del APS, superando sus valores climáticos y alcanzando una presión aproximada de 1026 hPa, con una anomalía de hasta +4 hPa (Figura 8). Dentro de este período, entre el 29 de agosto y el 4 de septiembre, el APS se ubicó cerca de la costa, ligeramente al norte de su posición climática, con un valor promedio de 1026 hPa en el núcleo. Posteriormente, entre el 5 y el 11 de septiembre, se desplazó hacia 120°W, alejado de la costa y de su posición climática, lo que propició el debilitamiento de los vientos alisios del sudeste (Figuras 8 - 10).

El pronóstico del modelo GFS, entre el 12 y el 18 de septiembre, indica que el APS se ubicará cerca de su posición climática alrededor de los 30°S y 40°S centrada en 90° W, con una configuración zonal elongada y una intensidad de 1022 hPa en su núcleo (menor a su valor climático normal), lo que continuará favoreciendo el debilitamiento de los vientos alisios. Finalmente, entre el 19 y el 25 de septiembre, el APS migrará hacia el suroeste, entre los 40°S y 50°S y centrado en 150°W. A pesar de su mayor intensidad en el núcleo (1028 hPa), su posición muy alejada de la costa favorecería también un debilitamiento de los vientos alisios costeros (Figuras 9 y 10).

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

En la franja de 110 km adyacente a la costa peruana, principalmente desde Sechura hasta San Juan de Marcona, durante agosto y lo que va de setiembre, los vientos variaron entre moderados (de 4,1 a 6,8 m s<sup>-1</sup>) a fuertes (> 6,8 m s<sup>-1</sup>). Predominaron períodos de intensificación de la VV con anomalías > +1,0 m s<sup>-1</sup>, aunque también se detectaron episodios de debilitamiento a inicios de agosto, antes de la quincena y en la primera semana de septiembre, con anomalías de VV <-1,0 m s<sup>-1</sup>. Al sur de San Juan de Marcona se registraron vientos moderados y débiles (< 4,1 m s<sup>-1</sup>) (Figura 12).

El índice de afloramiento costero (IAC) desde Sechura hasta San Juan de Marcona presentó valores superiores a 200 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> 100 m en promedio; en los períodos de mayor intensificación de la VV se registró un notable incremento del IAC con anomalías positivas. El bombeo de Ekman mostró el predominio de anomalías positivas, salvo en los episodios de debilitamiento del viento oceánico, donde se detectaron valores en el rango neutral (Figura 13).

Durante los primeros 10 días de setiembre, las temperaturas máximas (diurnas) y mínimas (nocturnas), han disminuido en promedio 0,3 °C a lo largo del litoral costero en comparación con el promedio de julio, influenciadas por la reducción de la TSM vinculada a la intensificación del APS.

Las temperaturas máximas presentaron anomalías de  $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la costa norte y central, mientras que la costa sur alcanzó una anomalía positiva de  $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Estos valores se mantienen dentro de su variabilidad climática ( $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Las mayores anomalías se observaron en las estaciones meteorológicas de Bernal (Piura, costa norte) con  $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y Punta Ático (Arequipa, costa sur) con  $+3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En cuanto a las temperaturas mínimas, la mayor disminución se presentó en la costa norte, con una anomalía promedio de  $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La costa central mostró una anomalía de  $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la costa sur de  $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , todas dentro de los rangos normales ( $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Las anomalías más extremas en las temperaturas mínimas se alcanzaron en las estaciones meteorológicas de Trujillo (La Libertad, costa norte), Campo de Marte (Lima, costa central) y Fonagro Chinchá (Ica, costa sur), con valores de  $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectivamente (Figura 14).

La TSM continuó disminuyendo en el mar peruano, en promedio con temperaturas de  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el norte, de  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el centro y de  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el sur, durante agosto. Para los primeros días de septiembre la TSM disminuyó en promedio  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dentro de las 100 mn de la costa, asociado a los procesos de afloramiento costero (Figura 15). Las anomalías de la TSM disminuyeron por fuera de las 50 mn; en la zona norte las anomalías fluctuaron con valores positivos y cercanos de cero, cambiando a valores negativos desde finales de agosto (Figuras 15 y 16 a). A otra escala, en el litoral predominaron anomalías negativas de TSM, excepto en el norte y sur, durante las dos primeras semanas de agosto. A fines de agosto e inicios de septiembre, las anomalías negativas diarias evidenciaron el mayor enfriamiento en el litoral norte, con valores de hasta  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en promedio (Figura 16 b).

De acuerdo a información *in situ* del 03 al 7 de setiembre, en la franja de 60 mn entre Punta Sal y Talara se registraron valores de TSM entre  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En la franja costera de Punta Sal se observaron anomalías de hasta  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras que fuera de las 20 mn de Talara se detectaron anomalías de  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Estas anomalías positivas estuvieron asociadas a la incursión anómala de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hasta Talara (Figura 17).

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacentes a la costa, mostraron la presencia de valores de hasta  $+10\text{ cm}$  frente a la costa en la primera semana de agosto, asociados al paso de una onda Kelvin cálida. Entre fines de agosto y lo que va de setiembre se observa la disminución de la ANM hasta  $+5\text{ cm}$ , a lo largo de toda la costa, asociado al arribo y paso de la onda Kelvin fría (Figura 18). En el litoral, la ANM tuvo anomalías positivas al norte de Chimbote, sobrepasando los  $+10\text{ cm}$  frente a la isla Lobos de Afuera; mientras que, al sur de Callao se presentaron anomalías negativas de  $5\text{ cm}$ , durante la segunda quincena de agosto, decayendo durante setiembre hasta valores cercanos de cero (Figura 19).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres meses de las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones costeras ubicadas desde Paita hasta Ilo, mostró un valor temporal de  $-0,25$  °C para el mes de agosto dentro del rango de las condiciones neutras, mientras que el índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2018), basado en las anomalías mensuales de TSM satelital para la banda de 40 km adyacente a la costa, presentó el valor temporal de  $-0,7$  para agosto, correspondiendo a condiciones frías (Figura 20)

Respecto a la temperatura subsuperficial, durante agosto, frente a la costa de Paita y a Chicama y dentro de las 100 mn se detectó el predominio de anomalías negativas sobre los 50 m de profundidad principalmente, con valores entre  $-1$  °C y  $-0,5$  °C, mientras que, entre los 100 y 500 m, las anomalías fueron débiles, variando entre  $-0,5$  °C y  $+0,5$  °C (Figura 21). Durante los primeros diez días de septiembre se detectaron anomalías negativas entre  $-2$  °C y  $-0,5$  °C sobre los 500 m cerca de la costa de Ecuador; sin embargo, frente a Puerto Pizarro dentro de las 100 mn, solo se detectaron anomalías negativas sobre los 50 m; asimismo frente a esta localidad y a Paita se detectaron anomalías positivas de  $+0,5$  °C y condiciones en el rango neutral por debajo de los 50 m. Finalmente, frente a Callao, se registraron núcleos de anomalías de  $-1$  °C sobre los 100 m, y condiciones neutras a mayor profundidad sobre el talud continental (Figuras 22 y 23).

La profundidad de la termoclina, a fines de agosto, presentó una posición por encima de su climatología dentro de las 100 mn frente a Paita y dentro de su rango normal frente a Chicama (Figura 24). Considerando los registros continuos de la columna de agua en la zona costera al norte de Tumbes entre la segunda y tercera semana de agosto, se observó un núcleo de  $+2$  °C, mientras que entre la última semana de agosto y primera semana de septiembre se observó un núcleo de  $-2$  °C sobre los 30 m de profundidad y otro núcleo de anomalía negativa, entre los 200 y 300 m (Figura 21).

A corto plazo, el pronóstico hasta la tercera semana de septiembre indica que, la temperatura del mar presentaría valores normales en los primeros 10 m de profundidad, seguida de condiciones ligeramente frías con anomalías de hasta  $-1$  °C, hasta los 50 m de profundidad, frente a Paita (Figuras 25 a y 25 b). Por otro lado, frente de Chicama, Chimbote y Callao se presentarían anomalías negativas de temperatura de hasta  $-2$  °C sobre los 100 m (Chicama y Chimbote) y, hasta los 175 de profundidad (Callao) (Figuras 25 c, d y e). Asimismo, de acuerdo con el modelo MERCATOR, hasta el 19 de septiembre, continuaría la presencia de anomalías negativas de la TSM en la región Niño 1+2 pero en una magnitud menor a  $1$  °C (Figura 26). La anomalía del nivel del mar indica una atenuación de los valores negativos dentro de los 110 km frente a la costa peruana, debido a la propagación de la onda Kelvin cálida (Figura 27) que actualmente se encuentra frente a Sudamérica.

La tasa de cambio de la anomalía de TSM con respecto al tiempo, presentaría primero una ligera tendencia positiva frente a toda la costa peruana, y después una tendencia negativa de la anomalía de la TSM (Figura 28).

En cuanto a la salinidad superficial del mar (SSM), según MERCATOR, se observó la permanencia de una cuña costera de AES al norte de Cabo Blanco durante agosto, la cual se desplazó ligeramente hacia el sur en la primera semana de septiembre (Figura 29). Asimismo, a fines de agosto se detectó una intrusión hacia el norte de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) por fuera de la franja costera (Figura 30). Posteriormente, información *in situ* de la primera semana de septiembre mostró la presencia de AES en la franja costera desde Tumbes hasta Talara (Figura 17). Asimismo, en la última semana de agosto y en lo que va de septiembre, se observó la presencia de aguas de mezcla dentro de las 100 mn frente a Paita sobre los 50 m de profundidad (Figuras 22 y 23). Frente a Chicama, a fines de agosto, se observó la presencia de aguas costeras frías (ACF) dentro de las 40 mn de la costa, mientras que por fuera de esta franja se detectaron a las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) (Figura 22). Frente a Callao, se detectó la presencia de ACF dentro de las 20 mn en la primera semana de setiembre sobre los 50 m de profundidad (Figura 23). Al sur de Pisco, según MERCATOR, se presentaron aguas de baja salinidad posiblemente asociadas a Aguas Intermedias del Pacífico Sur (AIPSE), con una menor cobertura con respecto a los meses previos (Figura 29).

El pronóstico de salinidad indica que las ACF predominarían en los primeros 100 m de profundidad, a 30 mn de la costa de Paita. Asimismo, el pronóstico en la zona norte y centro indica el retroceso de las AES hacia el norte después de mediados de septiembre, junto con un predominio de las ACF y las ASS por fuera de las 100 mn (Figura 31).

Respecto al oxígeno disuelto (OD), para fines de agosto del 2024, en la sección Paita, se apreciaron concentraciones habituales de celdas recientes de afloramiento por los valores inferiores a  $4,0 \text{ mL L}^{-1}$  registrados en la superficie del mar y dentro de las 70 mn de costa. Por otro lado, se registró la iso-oxígena de  $1 \text{ mL L}^{-1}$ , indicador de la profundidad de la oxiclina, por debajo de los 140 m de profundidad y el límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO,  $\text{OD} < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$ ) se registró por debajo de los 190 m de profundidad (Figura 22). En la sección Chicama a fines de agosto 2024, se pudo apreciar dentro las 55 mn, celdas de afloramiento reciente con valores de OD inferiores a  $4,0 \text{ mL L}^{-1}$  sobre la superficie del mar. Por otro lado, el límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO,  $\text{OD} < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$ ) se distribuyó desde los 50 m hasta los 250 m, influenciado por un flujo subsuperficial hacia el sur sobre la plataforma (Figura 22). La posición de la oxiclina estuvo conforme a su climatología en ambas secciones (Figura 24)

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

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, presentó en promedio para agosto, concentraciones de alrededor de  $1 \mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 30 mn a lo largo de la costa, con núcleos de  $3 \mu\text{g L}^{-1}$  frente a Chimbote, Pisco e Ilo en una franja muy costera dentro de las 15 mn, representando una ligera disminución respecto a julio (Figuras 32 y 33). En lo que va de setiembre, el mar peruano ha presentado una gran cobertura nubosa; sin embargo, entre Pisco y Atico se observaron concentraciones de clorofila-a de  $1 \mu\text{g L}^{-1}$  en promedio dentro de las 60 mn, mientras que, frente a Paita, entre las 60 a 120 mn, se observaron concentraciones entre 1 a  $3 \mu\text{g L}^{-1}$ . En cuanto a las anomalías, en agosto predominaron condiciones neutras, mientras que, en lo que va de setiembre, frente a Pisco y Paita se han detectado anomalías positivas entre +1 a +3  $\mu\text{g L}^{-1}$  (Figura 32). La disminución de la clorofila-a, entre julio y lo que va de agosto, es propia de su estacionalidad, aunque sus valores se mantienen ligeramente por debajo de su patrón climatológico.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, en la región norte-centro, la flota de cerco artesanal dirigida a la anchoveta (*Engraulis ringens*) registró actividad extractiva dentro de las 5 mn, en zonas de bahía frente a Paita, Bayóvar y Pisco. Los cardúmenes se mostraron dispersos, dadas las condiciones ligeramente frías, por lo que la flota no presentó una actividad continua durante el mes. Estas capturas se realizaron en condiciones de TSM de  $16^\circ\text{C}$ . La estructura de tallas fue de adultos, con moda de 14,0 cm LT en Paita - Bavovar y 13,0 cm en Pisco (Figura 34).

Los indicadores reproductivos de anchoveta peruana del *stock* norte-centro, mostraron un incremento notable de su actividad desovante, acorde a lo esperado para esta época. El contenido graso continuó presentando una disminución de sus valores, consistente con el gasto energético realizado en el incremento de la actividad desovante (Figura 35). Las especies transzonales, jurel (*Trachurus murphyi*), caballa (*Scomber japonicus*) y bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), mostraron disponibilidad frente a la costa. La mayor disponibilidad de jurel continuó presentándose, latitudinalmente, en la región sur, entre Mollendo y Morro Sama. El bonito se registró a lo largo de la costa peruana dentro de las 40 mn (Figura 36). Respecto al proceso reproductivo de los recursos transzonales, la caballa mantuvo su condición de reposo gonadal; mientras que el jurel y bonito muestran un incremento de su actividad reproductiva, lo que indica un aumento de los procesos de maduración gonadal y desove (Figura 37).

Respecto a los recursos demersales, durante el periodo que va de agosto hasta el 08 de setiembre, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló principalmente desde el extremo norte del litoral peruano hasta 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  $4^\circ\text{S}$ , y ii) el área comprendida entre los  $4^\circ 30' \text{S}$  y los  $6^\circ\text{S}$ .

En términos generales, los valores de CPUE presentan una tendencia positiva desde febrero hasta la fecha (Figuras 38 y 39). Se mantiene la presencia del grupo de ejemplares de menor tamaño (< 28 cm de Longitud Total), principalmente entre los 4°S y los 6°S. Los reclutas que ingresaron a la zona de pesca en el sector ubicado del extremo norte del litoral peruano a los 4°S en setiembre del 2023, han mostrado un crecimiento en tamaño (Figura 40).

Para los recursos invertebrados, se observó que el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) se distribuyó entre Pimentel y Mollendo, de 2 a 170 mn de la costa, registrando la mayor concentración en la zona centro (de Casma a bahía Independencia) (Figura 41).

### **3.4. Condiciones hidrológicas**

Para agosto y los primeros diez días de setiembre de 2024, los caudales de los ríos de la vertiente del Pacífico norte, desde el río Chancay hasta el río Chicama, estuvieron notablemente por debajo de lo normal. Cabe mencionar que estos valores de anomalías se han venido observando de forma constante desde el mes de marzo. En contraste, los ríos del Pacífico centro presentaron caudales notablemente sobre lo normal, mientras que los ríos del Pacífico sur del país tuvieron caudales dentro del rango normal. En los ríos de la vertiente del Amazonas predominan condiciones normales en su gran mayoría, como en las cuencas de Mantaro, Huallaga y Urubamba. Sin embargo, el río Amazonas ha venido registrando anomalías ligeramente por debajo de lo normal desde marzo, y estas anomalías se han agudizado a partir de principios de agosto, con caudales que están alcanzando niveles históricamente bajos. Los ríos de la vertiente del Titicaca presentaron caudales ligeramente por debajo de lo normal (Tabla 4). Por otro lado, al inicio del año hidrológico 2024 – 2025, el lago Titicaca comienza en los primeros días de setiembre con niveles más bajos, incluso inferiores a los del año pasado.

A fecha del 10 de setiembre 2024, los principales embalses del país se encuentran al 65,6 % de su capacidad hidráulica total. Cabe mencionar que los embalses de Poechos y San Lorenzo están en sus niveles de volúmenes más bajos históricos registrados (Tabla 5).

### **3.5. Condiciones agrometeorológicas**

En el departamento de Piura, las temperaturas diurnas de condiciones neutras a ligeramente cálidas propiciaron la fructificación del mango de las variedades de Edward, Haden, Kent y Criollo; mientras que, en Lambayeque, las temperaturas máximas de condiciones normales favorecieron el inicio del crecimiento de frutos en el mango Kent.

El desarrollo vegetativo de las plantaciones de arroz de la campaña chica 2024 en la costa norte continuó con ciertos retrasos como consecuencia de la prevalencia de temperaturas de condiciones neutras a frías. En la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas de condición neutra a frías favorecieron el inicio de la floración de los olivares para la campaña 2024-2025 (Figura 42).

#### **IV. PERSPECTIVAS**

Según el pronóstico del C3S multi-system proporcionados por the Copernicus Climate Change Service, se espera que las máximas anomalías positivas de presión en el Pacífico subtropical oriental ocurran entre octubre, posteriormente las anomalías positivas serán de menor magnitud y más alejadas del continente sudamericano (Figura 43).

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 setiembre de 2024 y para el Pacífico central (Niño 3.4), indican que octubre tendría una categoría fría débil, la cual cambiaría a fría moderada entre noviembre y enero de 2025. Luego, entre febrero y abril 2025, las categorías serían frías débiles; y finalmente, entre mayo y julio presentarían una condición neutra. De acuerdo a esto, un evento La Niña en el Pacífico central se iniciaría en octubre 2024 y se extendería hasta inicios de otoño de 2025 (Tabla 6). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME indican en promedio condiciones neutras entre octubre 2024 y julio de 2025; esto a pesar que los índices mantendrían anomalías negativas (Tabla 7).

El modelo de Inteligencia Artificial del IGP, con condiciones iniciales de agosto indica que el índice E, relacionado a El Niño en la región oriental del Pacífico (Niño E), se mantendría con valores por debajo de lo normal y que recién alcanzaría sus valores normales a finales del verano 2025. Por lo pronto, no existe probabilidad de que el próximo año se desarrolle un evento Niño E fuerte. De la misma forma, el índice C, relacionado a El Niño en el Pacífico central (Niño C), muestra una tendencia negativa que alcanzaría su máximo valor negativo a mediados del otoño 2025 (Figura 44).

Analizando la información de altimetría satelital (Figura 3 c) y de la profundidad de termoclina (Figura 3 b), se observan ondas de Kelvin y Rossby, tanto frías como cálidas. Existe la señal de una onda de Kelvin cálida a los 120° W desplazándose hacia el continente americano que, de mantener su naturaleza no dispersiva, iniciaría su arribo a la costa americana a mediados de septiembre 2024 (Figura 27). Luego arribaría una onda de Kelvin fría en octubre 2024 (Figura 3).

Se observan señales de ondas de Rossby cálidas en la zona occidental y oriental, es así que, las que se encuentran en la región occidental podrían continuar contribuyendo a la formación de ondas de Kelvin cálidas, por un proceso de reflexión, que, de mantener su naturaleza no dispersiva, estarían arribando a la costa americana desde noviembre de 2024 (Figura 3 a). En lo que respecta a la profundidad de la termoclina, se espera que se mantenga la presencia de ondas de Kelvin frías en la costa americana durante la primavera 2024, afectando principalmente la temperatura subsuperficial (Figura 3 b).

Los resultados de los modelos de ondas del IGP, forzados con el re-análisis de NCEP para el diagnóstico (hasta inicios de setiembre) y luego con anomalías de vientos igual a cero para el pronóstico, indican que se espera el arribo de ondas de Kelvin frías hasta octubre 2024, luego, de no darse más pulsos de viento de magnitud relevante, se esperarían ondas de Kelvin cálidas débiles. Estas ondas serían consecuencia de la reflexión de ondas de Rossby cálidas en el extremo occidental. Hay que tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal relacionadas a la inclinación de la termoclina (Figuras 45 y 46).

La simulación del modelo de ondas aplicado por el IMARPE, forzada con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 06 de setiembre 2024 y pronosticada con condiciones climatológicas de esfuerzo zonal de los vientos, indica que, entre la segunda quincena de setiembre, octubre y noviembre 2024 se espera la llegada a las costas Sudamericanas de tres ondas Kelvin frías y 1 una onda Kelvin cálida. Para la segunda quincena de setiembre, se espera la llegada de una onda Kelvin fría (modo 2) que fue forzada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial central entre junio y julio. Otra onda Kelvin fría (modo 1) que fue forzada en el Pacífico ecuatorial occidental en agosto por las anomalías de vientos del este llegará a Sudamérica entre setiembre y octubre. La persistencia de estas mismas anomalías de vientos del este habría generado también otra onda Kelvin fría (modo 2) que llegará a Sudamérica en noviembre. Además, una onda Kelvin cálida (modo 1), generada en el Pacífico ecuatorial occidental en agosto como reflexión de una onda Rossby cálida, llegará a Sudamérica entre octubre y noviembre (Figura 47).

Conforme al juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, basado en los datos observados, y en los pronósticos de los modelos climáticos internacionales que se tienen hasta la fecha, para el Pacífico central, es más probable la condición de la Niña débil desde octubre de 2024 hasta marzo de 2025 (Tabla 8 y Figura 48). Para el verano (diciembre 2024 a marzo 2025) existe un 57% de probabilidad de ocurrencia de La Niña, siendo su magnitud más probable la categoría débil (52 %), seguida de un 43% de probabilidad de condiciones neutras (Tabla 10).

Para la región Niño 1+2, son más probables las condiciones neutras hasta abril 2025 (Tabla 9 y Figura 49), seguidas por las condiciones frías débiles. Para el verano, la condición neutra es más probable (56 %), seguida de La Niña costera débil con 32 % (Tabla 11).

El pronóstico estacional para setiembre - noviembre de 2024<sup>3</sup> indica que las temperaturas mínimas en la costa peruana serán de normales a inferiores a lo normal. Asimismo, se espera que las lluvias en la costa se mantengan dentro de los valores normales para los próximos meses de primavera.

Según el pronóstico hidrológico<sup>4</sup>, entre setiembre y noviembre se prevé que en la Región Hidrográfica del Pacífico predominen caudales normales o por debajo de lo normal en la zona norte, con una acentuación de anomalías negativas hacia noviembre. En la zona centro y sur se esperan condiciones normales; excepto en el río Pisco, donde se espera caudales por debajo de lo normal.

En cuanto a los recursos pesqueros, en las siguientes semanas, se espera que la anchoveta del *stock* norte-centro continúe intensificando su actividad desovante. En cuanto a la merluza, se espera que la disponibilidad del recurso para la flota artesanal e industrial se mantenga en niveles similares a los observados durante agosto y los primeros días de setiembre, desde el extremo norte hasta frente a Sechura. Asimismo, se espera que el calamar gigante o pota mantenga su disponibilidad a la pesquería frente a la costa central.

---

<sup>3</sup> <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-50.pdf>

<sup>4</sup> <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-49.pdf>

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN, basada en el análisis de las condiciones océano-atmósfera y de los pronósticos para la región Niño 1+2, mantiene el “Estado del sistema de alerta” como “No Activo”<sup>5</sup>.

Conforme al juicio experto del ENFEN, basado en los datos observados y los pronósticos de los modelos climáticos nacionales e internacionales, en la región Niño 1+2 es más probable el predominio de la condición neutra hasta abril de 2025, aunque se presenten anomalías negativas dentro de dicha condición (Figura 2). En el Pacífico central (región Niño 3.4) es más probable la condición de La Niña débil desde octubre de 2024 hasta marzo de 2025.

En consecuencia, para el verano diciembre 2024-marzo 2025, es más probable que La Niña en el Pacífico central tenga magnitud débil; mientras que en la región Niño 1+2 se esperan condiciones normales.

Se recomienda a los tomadores de decisiones y población en general tener en cuenta los potenciales riesgos climáticos asociados a los pronósticos estacionales para la primavera 2024, así como para el verano 2024-2025. Esto con la finalidad de que se adopten las acciones que correspondan para la preparación y reducción del riesgo de desastres.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará informando sobre la evolución de las condiciones oceánicas-atmosféricas y actualizando las perspectivas. El ENFEN emitirá su próximo comunicado oficial el viernes 18 de octubre de 2024.

---

<sup>5</sup> No activo: De acuerdo al sistema de alerta, esta condición corresponde a condiciones neutras o cuando la Comisión ENFEN espera que El Niño o La Niña costeros están próximos a finalizar.

## 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 2021-2022 (ERSSTv5)								
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
Mar. 24	26.74	0.25	28.03	0.83	28.41	1.13	29.31	0.99
Abr.	25.33	-0.21	28.08	0.50	28.60	0.78	29.55	0.92
May.	23.25	-1.17	27.06	-0.19	28.16	0.23	29.70	0.79
Jun.	22.17	-0.95	26.35	-0.27	27.91	0.18	29.67	0.71
Jul.	21.17	-0.79	25.67	-0.14	27.34	0.05	29.40	0.51
Ago.	20.54	-0.46	24.86	-0.26	26.79	-0.07	29.23	0.44

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

TSM – ATSM Semanal 2022 (OISST.v2)								
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
07-Ago-24	20.9	-0.2	25.2	0.0	27.0	0.0	29.1	0.4
14-Ago-24	21.0	0.0	24.9	-0.3	26.8	-0.1	29.3	0.6
21-Ago-24	20.6	-0.3	24.8	-0.2	26.7	0.0	29.2	0.5
28-Ago-24	20.2	-0.5	24.4	-0.5	26.5	-0.2	29.1	0.4
04-Set-24	20.3	-0.4	24.7	-0.2	26.6	-0.1	28.8	0.2

Tabla 3. Valores del ONI e ICEN desde agosto de 2023 hasta julio de 2024 y sus valores temporales de agosto 2024.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
ago-23	2,91	Cálida Fuerte	1,32	Cálida Moderada
set-23	2,70	Cálida Fuerte	1,54	Cálida Fuerte
oct-23	2,27	Cálida Fuerte	1,78	Cálida Fuerte
nov-23	1,96	Cálida Fuerte	1,94	Cálida Fuerte
dic-23	1,61	Cálida Moderada	1,97	Cálida Fuerte
ene-24	1,29	Cálida Moderada	1.80	Cálida Fuerte
feb-24	0.98	Cálida Débil	1.50	Cálida Fuerte
mar-24	0.57	Cálida Débil	1.15	Cálida Moderada
abr-24	-0.11	Neutro	0.75	Cálida Débil
may-24	-0.61	Neutro	0.39	Neutro
jun-24	-0.86	Neutro	0.17	Neutro
jul-24	-0.69	Neutro	0.05	Neutro
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
ago-24	-0.51	Neutro	-0.17	Neutro

Fuente: IGP

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del país al 10 de setiembre del 2024

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición	Pentadiarios (m3/s)		Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición
		Agosto 2024									Setiembre- 2024				
Pacífico Norte	Tumbes Cabo Inga	33.97	32.07	30.01	28.39	28.21	27.35	30.00	21.80	Ligeramente sobre lo normal	24.82	24.48	24.65	35.40	Ligeramente sobre lo normal
	Tumbes El Tigre	27.10	26.25	25.19	22.96	22.74	21.80	24.34	-5.04	Normal	20.46	19.72	20.09	8.20	Normal
	Chira (ardilla)	46.92	48.11	48.24	49.85	48.57	49.73	48.57	50.85	Significativamente sobre lo normal	50.34	51.77	51.06	99.45	Significativamente sobre lo normal
	Chira (Puente Suallana)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.52	4.25	-33.38	Ligeramente por debajo de lo normal	0.00	4.80	2.40	-53.58	Significativamente por debajo de lo normal
	Piura	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-100.00	Significativamente por debajo de lo normal	0.00	0.00	0.00	-100.00	Significativamente por debajo de lo normal
	Quiroz	6.71	6.71	6.71	6.71	6.71	7.16	6.79	-25.94	Ligeramente por debajo de lo normal	6.28	6.64	6.46	-17.80	Ligeramente por debajo de lo normal
	Chancay Lambayeque	5.73	5.95	5.22	4.68	4.20	4.11	4.98	-23.62	Ligeramente por debajo de lo normal	3.25	3.16	3.21	-41.35	Ligeramente por debajo de lo normal
	Zaña	6.38	6.73	6.88	7.75	6.58	5.95	6.71	1.88	Normal	4.68	4.05	4.37	5.61	Normal
	Jequetepeque	1.26	0.76	0.69	0.67	0.58	0.39	0.73	0.73	Ligeramente por debajo de lo normal	0.33	0.23	0.28	-86.26	Significativamente por debajo de lo normal
	Chicama (Salinar)	1.92	1.91	1.89	1.33	0.53	0.42	1.33	-47.15	Ligeramente por debajo de lo normal	0.37		0.37	-83.48	Significativamente por debajo de lo normal
	Moche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-100.00	Significativamente por debajo de lo normal	0.00	0.00	0.00	-100.00	Significativamente por debajo de lo normal
	Santa	50.89	48.28	49.49	49.69	47.18	42.26	47.96	12.68	Normal	47.34	49.47	48.41	15.02	Normal
Pacífico Centro	Pativilca	12.53	12.16	12.68	12.45	12.19	11.44	12.24	-5.71	Normal	11.05	11.17	11.11	-11.17	Normal
	Huaura	7.04	7.51	6.90	6.30	6.26	6.39	6.73	5.41	Normal	6.59	7.38	6.99	-2.28	Normal
	Huaral	9.22	9.09	9.29	9.01	9.31	9.59	9.25	120.20	Significativamente sobre lo normal	9.65	9.60	9.62	88.55	Significativamente sobre lo normal
	Chillon	2.22	2.23	2.23	2.17	2.10	2.08	2.17	55.67	Significativamente sobre lo normal	2.07	2.06	2.06	31.38	Ligeramente sobre lo normal
	Rímac	20.75	20.82	20.85	20.91	20.76	20.89	20.83	42.46	Ligeramente sobre lo normal	20.78	21.04	20.91	39.22	Ligeramente sobre lo normal
	Lurin	0.86	0.82	0.71	0.65	0.66	0.65	0.72	201.66	Significativamente sobre lo normal		0.61	0.61	323.44	Significativamente sobre lo normal
	Mala	1.34	1.34	1.35	1.34	1.34	1.32	1.34	-10.01	Normal	1.56	1.34	1.45	0.40	Normal
	Cañete	19.10	19.20	19.44	18.76	18.61	18.47	18.93	56.99	Significativamente sobre lo normal	18.17	17.12	17.64	61.13	Significativamente sobre lo normal
	San Juan	2.04	1.80	1.64	1.48	1.46	1.40	1.64	76.78	Significativamente sobre lo normal	1.22		1.22	-32.11	Ligeramente por debajo de lo normal
	Pisco	4.77	3.16	3.11	4.50	5.92	5.40	4.48	57.24	Significativamente sobre lo normal	5.27	5.77	5.52	14.17	Normal
Pacífico Sur	Ica	2.11	1.87	1.22	0.08	0.05	0.03	0.89	100.00	Significativamente sobre lo normal	1.98	5.27	3.62	100.00	Significativamente sobre lo normal
	Acari	0.87	0.82	0.68	0.65	0.65	0.64	0.72	-54.85	Significativamente por debajo de lo normal	0.61	0.56	0.58	-59.33	Significativamente por debajo de lo normal
	Yauca	0.80	0.64	0.46	0.47	0.33	0.26	0.50	62.52	Significativamente sobre lo normal	0.13	0.10	0.12	7.51	Normal
	Ocoña	36.54	36.97	37.75	35.98	35.03	34.19	36.08	-12.59	Normal	33.96	33.33	33.65	-19.39	Normal
	Camana	29.90	29.47	29.81	29.24	28.77	29.31	29.42	-8.29	Normal	28.68	25.56	27.12	6.02	Normal
	Chili	9.36	9.96	9.83	9.92	9.48	8.69	9.54	6.66	Normal	9.24	9.32	9.28	26.82	Normal
	Huaracane	0.17	0.17	0.17	0.17	0.19	0.20	0.18	7.78	Normal					
	Torata	1.04	1.08	1.11	1.11	1.16	1.33	1.14	14.40	Normal					
	Tumilaca	0.68	0.68	0.68	0.68	0.66	0.64	0.67	16.94	Ligeramente sobre lo normal					
Locumba	2.87	2.86	2.83	2.82	2.72	2.33	2.74	4.73	Normal	2.24	2.15	2.20	13.05	Normal	

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición	Pentadiarios (m3/s)		Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición
		Agosto 2024									Setiembre- 2024				
	Sama	1.49	1.71	1.46	1.56	1.44	1.54	1.53	91.03	Significativamente sobre lo normal	1.64	1.51	1.58	100.04	Significativamente sobre lo normal
	Caplina	0.47	0.47	0.45	0.46	0.47	0.45	0.46	-8.71	Normal					
Marañon	Marañon (Coral Quemado)	126.3	105.2	97.35	96.38	86.52	84.52	99.36	-37.33	Ligeramente por debajo de lo normal	81.01	82.63	81.82	-51.09	Significativamente por debajo de lo normal
	Marañon (Cumba)	148.6	144.9	136.3	133.9	124.0	121.2	134.86	-6.98	Normal	118.72	118.83	118.78	-16.68	Ligeramente por debajo de lo normal
	Crisnejas (Puente)	2.42	2.24	1.77	1.39	1.40	1.46	1.78	-54.42	Significativamente por debajo de lo normal	1.35	1.27	1.31	-66.32	Significativamente por debajo de lo normal
	Crisnejas (Jesus Tunel)	2.42	2.24	1.77	1.39	1.40	1.46	1.78	-54.42	Significativamente por debajo de lo normal	1.35	1.27	1.31	-62.21	Significativamente por debajo de lo normal
Rios Navegables Norte	Napo	3402.82	2314.37	1938.41	2062.50	2197.33	1777.56	2282.17	-55.76	Significativamente por debajo de lo normal	2648.52	2097.86	2373.19	-57.71	Significativamente por debajo de lo normal
	Marañon (San Regis)	9152.49	8178.02	8441.77	8395.62	7557.51	7059.40	8130.80	-29.49	Ligeramente por debajo de lo normal	7311.85	6982.15	7147.00	-27.25	Ligeramente por debajo de lo normal
	Amazonas (Tanshiyacu)	11839.85	9787.41	9526.29	9595.04	8766.04	7585.51	9516.69	-44.60	Ligeramente por debajo de lo normal	7461.56	7255.42	7358.49	-49.95	Ligeramente por debajo de lo normal
Huallaga	Tocache	360.7	427.5	348.4	293.2	272.5	344.2	341.13	-8.35	Ligeramente por debajo de lo normal	261.04	239.68	250.36	-16.72	Ligeramente por debajo de lo normal
	Huallaga (Tingo Maria )	116.2	112.5	100.8	100.5	99.38	117.2	107.81	-10.39	Normal	99.38	103.42	101.40	-9.17	Normal
	Huallaga (Taruca)	16.64	16.34	15.85	15.42	15.21	17.06	16.09	-9.91	Normal	14.89	14.89	14.89	-12.08	Normal
Rios Navegables Centro	Ucayali (msnm)	137.6	138.0	138.1	138.1	137.9	138.0	137.99	-0.51	Normal	138.15	137.28	137.72	-0.65	Normal
Mantaro	Mantaro (Pongor)	111.6	111.5	112.6	104.3	107.9	114.4	110.44	6.78	Normal	107.26	103.66	105.46	4.90	Normal
	Mantaro (La Mejorada)	99.94	98.72	98.37	98.30	97.11	100.6	98.86	5.21	Normal	96.78	96.82	96.80	7.41	Normal
	Mantaro (Stuart)	30.54	30.64	30.98	30.02	30.71	29.97	30.48	-36.72	Ligeramente por debajo de lo normal	28.28	28.70	28.49	-41.93	Ligeramente por debajo de lo normal
	Mantaro (Chulec)	42.87	43.14	45.01	44.35	44.24	41.48	43.52	15.95	Normal	36.59	37.05	36.82	1.86	Normal
Apurimac	Antabamba	10.00	9.27	8.16	6.93	6.64	5.77	7.79	-68.69	Significativamente por debajo de lo normal	4.83		4.83	-79.25	Significativamente por debajo de lo normal
Urubamba	Urubamba ( Km 105 )	34.00	34.27	34.58	35.44	35.31	36.31	34.99	1.90	Normal	36.83	36.21	36.52	5.53	Normal
	Pisac	25.75	24.77	24.35	27.42	27.39	29.44	26.52	2.65	Normal	29.45	28.94	29.20	14.78	Normal
Rios Navegables Sur	Madre de Dios	1509.53	1776.86	1338.31	1280.98	1279.04	1172.65	1392.89	-4.06	Normal	1127.38	1087.86	1107.62	-19.06	Normal
Titicaca	Huancane	1.83	1.64	1.60	1.47	1.45	1.36	1.56	-41.75	Ligeramente por debajo de lo normal	1.26	1.28	1.27	-44.12	Ligeramente por debajo de lo normal
	Ramis	7.25	7.08	6.35	5.94	5.50	5.15	6.21	-36.35	Ligeramente por debajo de lo normal	4.73	4.44	4.58	-53.01	Significativamente por debajo de lo normal
	Ilave	5.00	4.63	4.63	4.42	4.21	3.84	4.45	-34.18	Ligeramente por debajo de lo normal	3.63	3.33	3.48	-32.26	Ligeramente por debajo de lo normal
	Coata	1.39	1.21	0.91	0.81	0.95	1.16	1.07	-75.85	Significativamente por debajo de lo normal	0.89	0.73	0.81	-83.92	Significativamente por debajo de lo normal

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

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 10 de setiembre del 2024.

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	10-Set	Piura	445.5	242.7	54.5
	San Lorenzo	10-Set	Piura	195.6	96.9	49.5
	Tinajones	10-Set	Lambayeque	331.6	124.7	37.6
	Gallito Ciego	10-Set	La Libertad	366.1	249.4	68.1
	SUB TOTAL			1338.7	713.7	53.3
Costa - Centro	Viconga	10-Set	Lima	30.0	6.2	20.7
	Sistema Rimac	10-Set	Lima, Junín	282.4	210.6	74.6
	Choclococha	10-Set	Ica	131.1	110.5	84.3
	Ccaracocha	10-Set	Ica	40.0	29.9	74.8
	SUB TOTAL			483.5	357.2	73.9
Costa - Sur	Condorama	10-Set	Arequipa	259.0	187.7	72.5
	El Pañe	10-Set	Arequipa	99.6	75.4	75.7
	Dique Los Españoles	10-Set	Arequipa	9.1	0.6	6.6
	Pillones	10-Set	Arequipa	78.5	76.4	97.3
	El Frayle	10-Set	Arequipa	127.2	77.4	60.8
	Aguada Blanca	10-Set	Arequipa	30.4	13.2	43.4
	Chalhuanca	10-Set	Arequipa	25.0	23.9	95.6
	Bamputañe	10-Set	Arequipa	40.0	35.3	88.3
	Pasto Grande	10-Set	Moquegua	200.0	149.2	74.6
	Paucarani	10-Set	Tacna	10.5	9.0	85.7
	Laguna Aricota	10-Set	Tacna	280.0	206.8	73.9
	Jarumas	10-Set	Tacna	13.0	12.6	96.9
	SUB TOTAL			1172.4	867.5	74.0
Sierra - Centro	Cuchoquesera	10-Set	Ayacucho	80.0	43.4	54.3
	Lago Junín	10-Set	Junín	314.7	158.3	50.3
	SUB TOTAL			394.7	201.7	51.1
Sierra - Sur	Lagunillas	10-Set	Puno	585.1	469.5	80.2
	Sibinacocha	10-Set	Cusco	110.0	68.00	61.8
	SUB TOTAL			695.1	537.5	77.3
<b>Situación Nacional</b>	<b>Situación Nacional</b>		-	<b>4,084.4</b>	<b>2,677.6</b>	<b>65.6</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	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFS2	-0.84	-1.05	-1.05	-0.89	-0.62	-0.28	0.01	0.17	-----	-----
CanESM5	-0.55	-0.70	-0.72	-0.66	-0.54	-0.46	-0.38	-0.28	-0.13	0.03
GEM5_NEMO	-0.78	-0.98	-0.99	-0.88	-0.77	-0.69	-0.67	-0.64	-0.56	-0.48
NASA	-1.55	-2.14	-2.29	-2.21	-2.04	-1.78	-1.50	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	-0.44	-0.63	-0.71	-0.63	-0.41	-0.16	0.00	0.09	0.10	0.07
COLA-CCSM4	-0.82	-1.04	-1.18	-1.21	-1.10	-0.83	-0.52	-0.24	0.01	0.25
COLA_CESM	-0.91	-1.12	-1.15	-1.09	-0.93	-0.74	-0.52	-0.34	-0.18	-0.04
Promedio										
NMME	-0.84	-1.09	-1.16	-1.08	-0.92	-0.71	-0.51	-0.21	-0.15	-0.03

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	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFS2	-0.42	-0.30	-0.39	-0.40	-0.31	-0.06	0.07	0.22	-----	-----
CanESM5	-0.01	-0.07	-0.15	-0.25	-0.25	-0.19	-0.06	0.06	0.17	0.25
GEM5.2_NEMO	-0.25	-0.23	-0.19	-0.14	-0.03	-0.10	-0.28	-0.41	-0.38	-0.31
NASA	-0.30	-0.23	-0.26	-0.41	-0.55	-0.68	-0.75	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	0.02	0.02	-0.03	-0.06	0.01	0.13	0.25	0.32	0.39	0.35
COLA-CCSM4	-0.35	-0.33	-0.44	-0.54	-0.58	-0.50	-0.34	0.01	0.52	0.98
COLA_CESM	-0.32	-0.24	-0.31	-0.43	-0.47	-0.38	-0.23	-0.12	0.00	0.10
Promedio										
NMME	-0.23	-0.20	-0.25	-0.32	-0.31	-0.25	-0.19	0.01	0.14	0.27

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

Pacífico central	Octubre(%)	Noviembre(%)	Diciembre(%)	Enero (%)	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)
Fría fuerte	0	0	1	0	0	0	0
Fría moderada	5	7	11	8	6	2	1
Fría débil	48	52	51	52	50	49	46
Neutro	47	41	37	40	44	48	51
Cálida débil	0	0	0	0	0	1	2
Cálida moderado	0	0	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	0	0
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) octubre y abril 2025.

Pacífico central	Octubre(%)	Noviembre(%)	Diciembre(%)	Enero (%)	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)
Fría fuerte	0	1	0	0	0	0	0
Fría moderada	5	7	6	5	2	0	0
Fría débil	44	44	43	40	37	29	25
Neutro	51	48	51	52	52	57	63
Cálida débil	0	0	0	0	8	11	11
Cálida moderado	0	0	0	0	1	3	1
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Cálida extraordinario	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 10. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña costeros (región Niño 1+2, frente a la costa norte y centro del Perú) para el verano diciembre 2024-marzo 2025.

Magnitud del evento diciembre 2024-marzo 2025	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	1
La Niña Débil	32
Neutro	56
El Niño Débil	10
El Niño Moderado	1
El Niño Fuerte	0
El Niño Extraordinario	0

Tabla 11. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) para el verano diciembre 2024-marzo 2025.

Magnitud del evento diciembre 2024-marzo 2025	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	5
La Niña Débil	52
Neutro	43
El Niño Débil	0
El Niño Moderado	0
El Niño Fuerte	0
El Niño Muy fuerte	0

## 6.2. Figuras

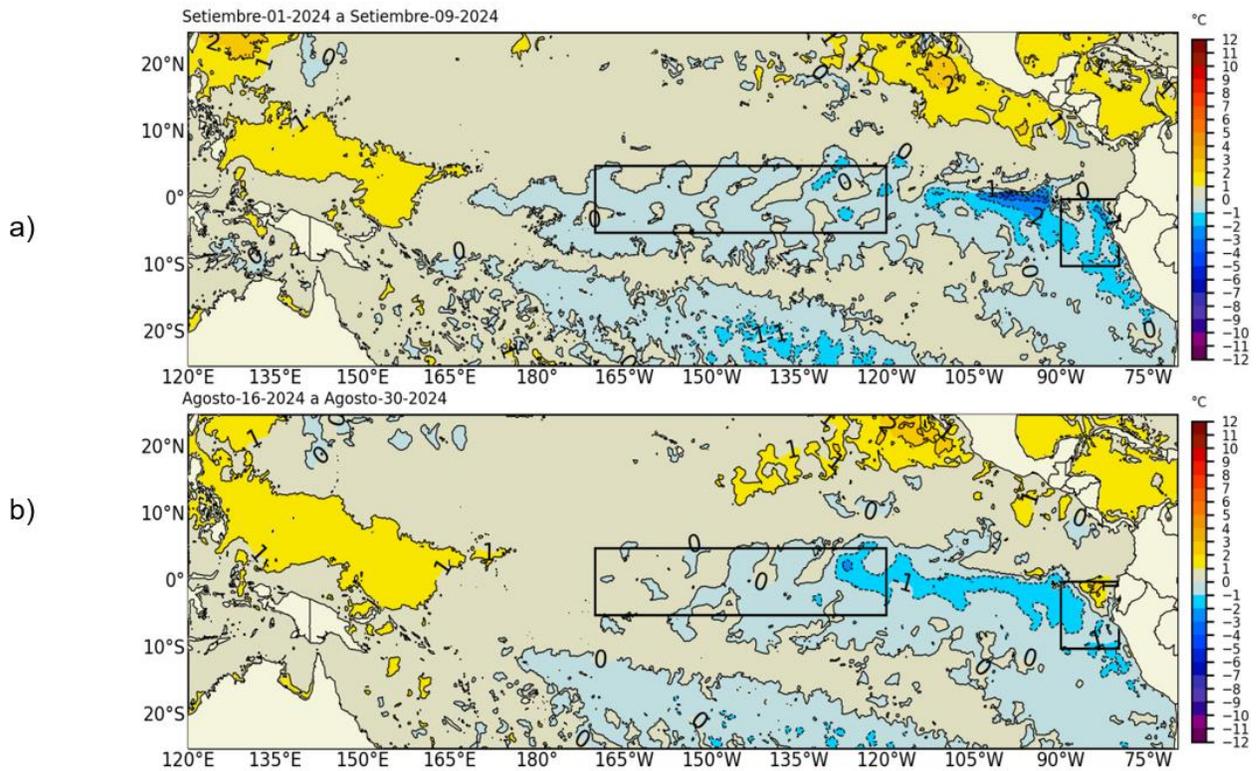


Figura 1. Anomalía de la TSM quincenal en el Pacífico Tropical a) 01 al 09 de setiembre 2024, y b) 16 al 30 de agosto 2024. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020.

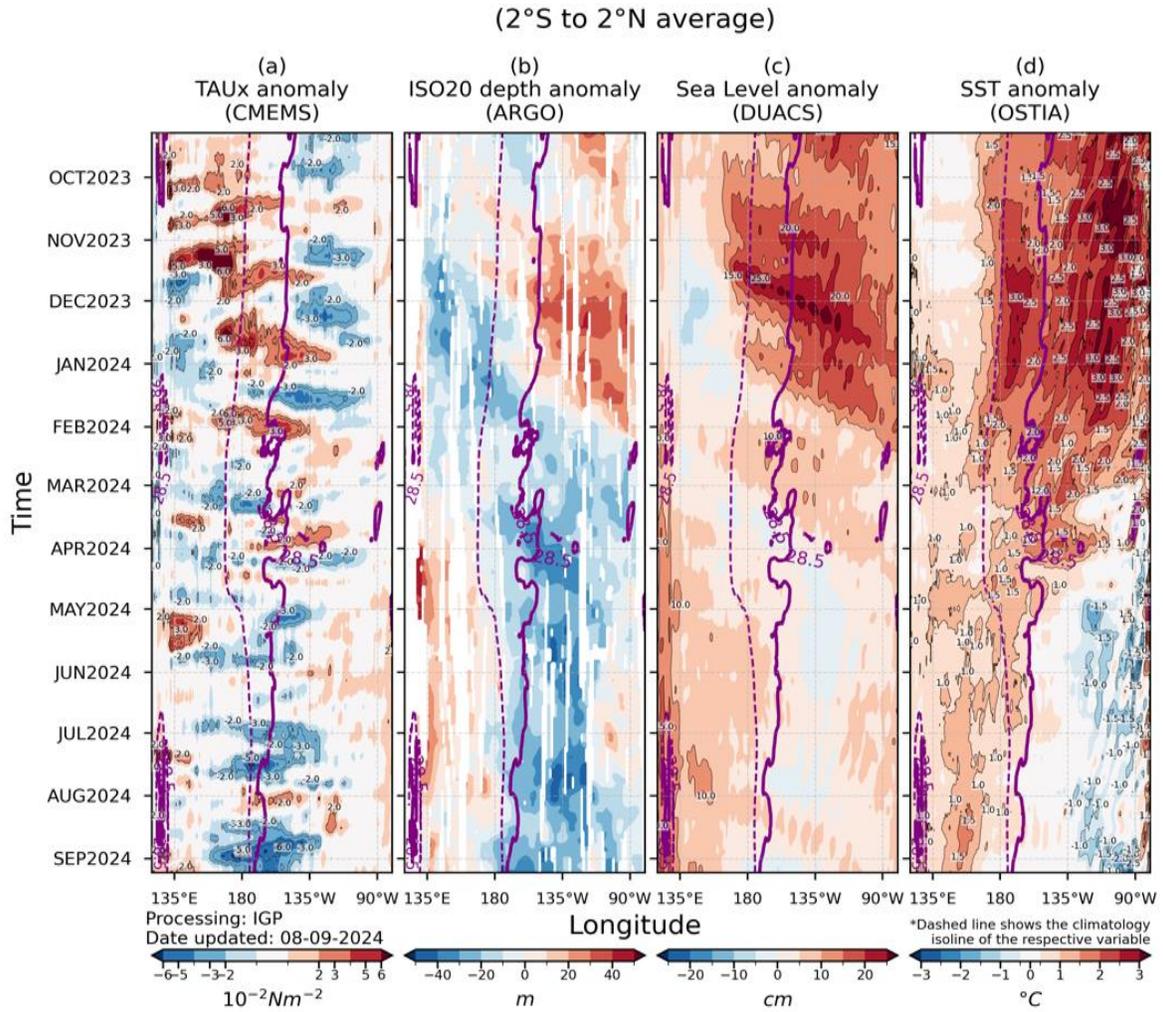


Figura 2. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: CMEMS, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.

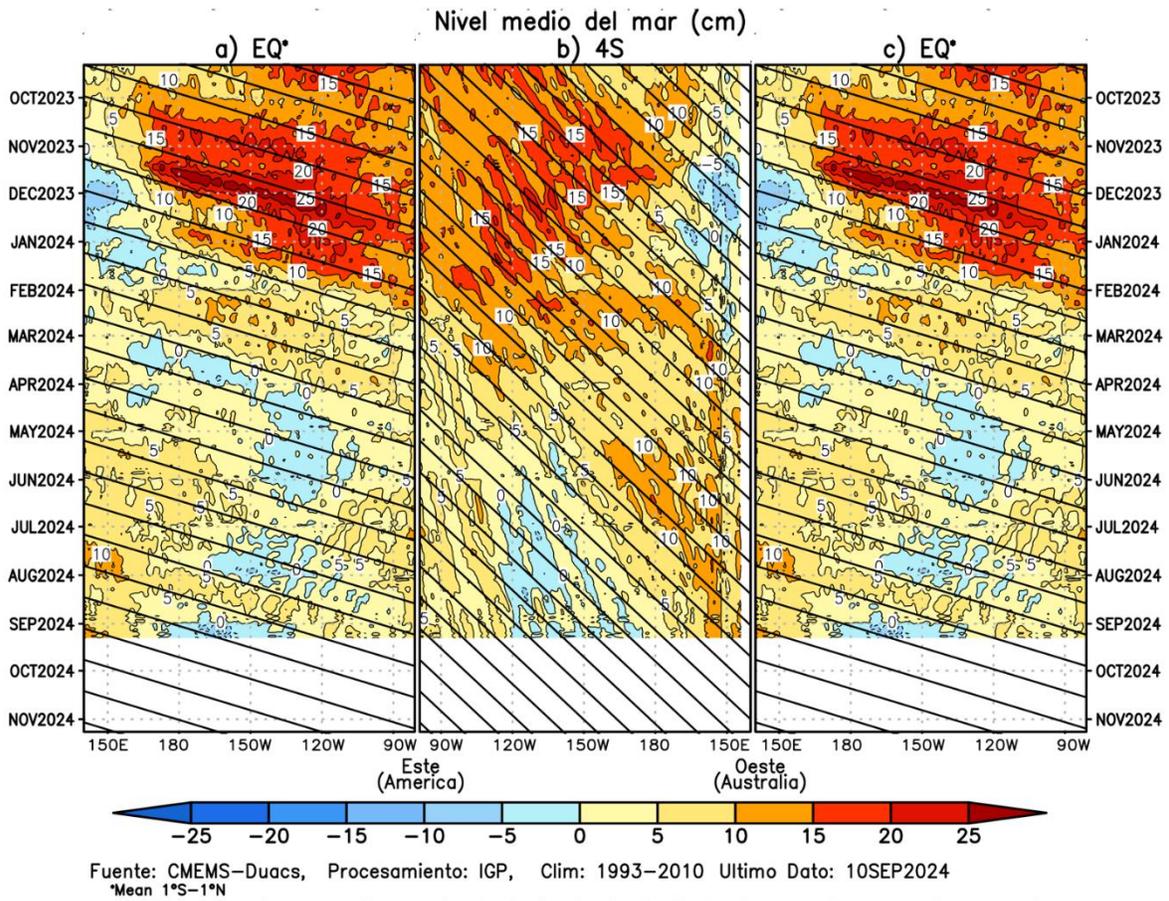


Figura 3. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS–Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°S (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras 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.

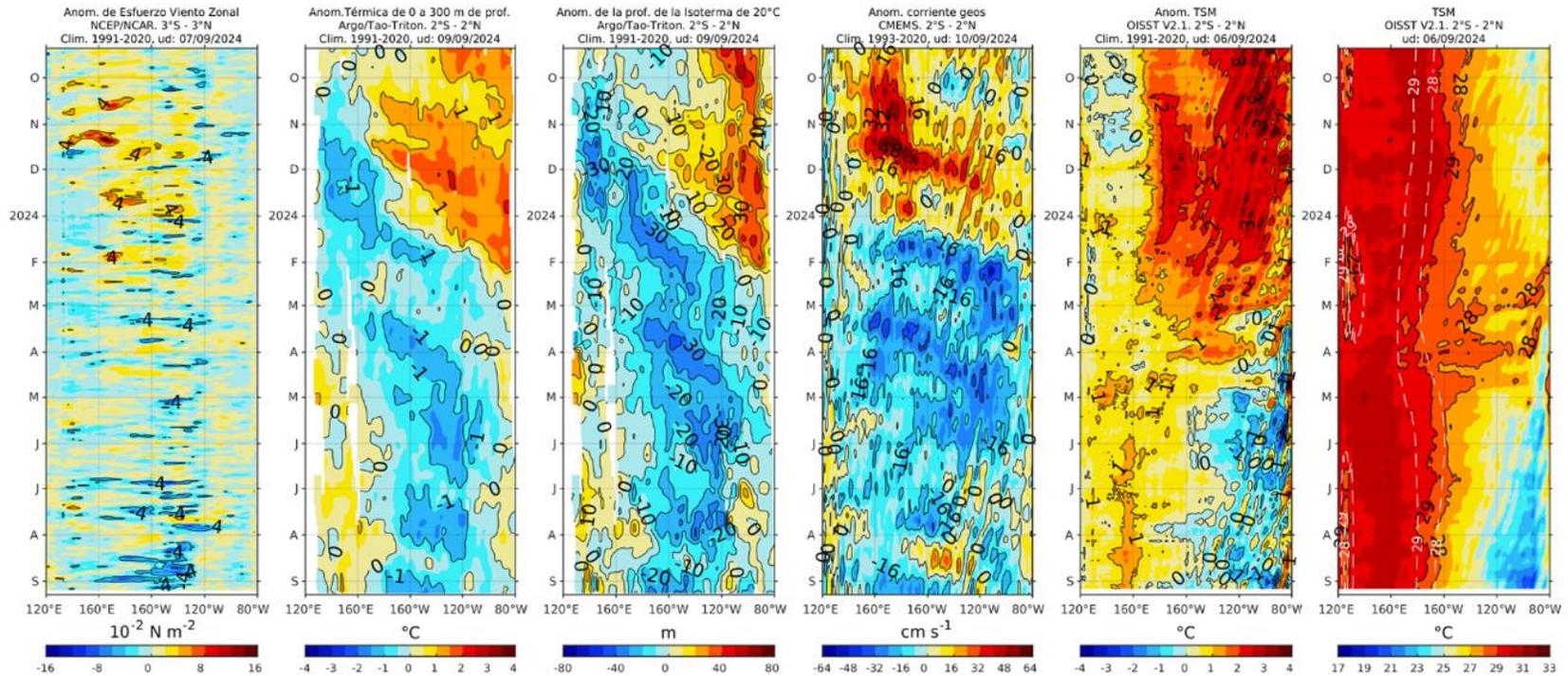


Figura 4. Diagrama Hovmöller de a) anomalía de esfuerzo de viento. Fuente: ECMWF-ASCAT; b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO; d) anomalía de corrientes geostróficas (cm). Fuente: CMEMS; e) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OISST V2.1; y f) Temperatura superficial del mar (°C), contornos negros y blancos son las isotermas de 28 °C y 29 °C observadas y climatológicas, respectivamente. Fuente: OISST V2.1. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

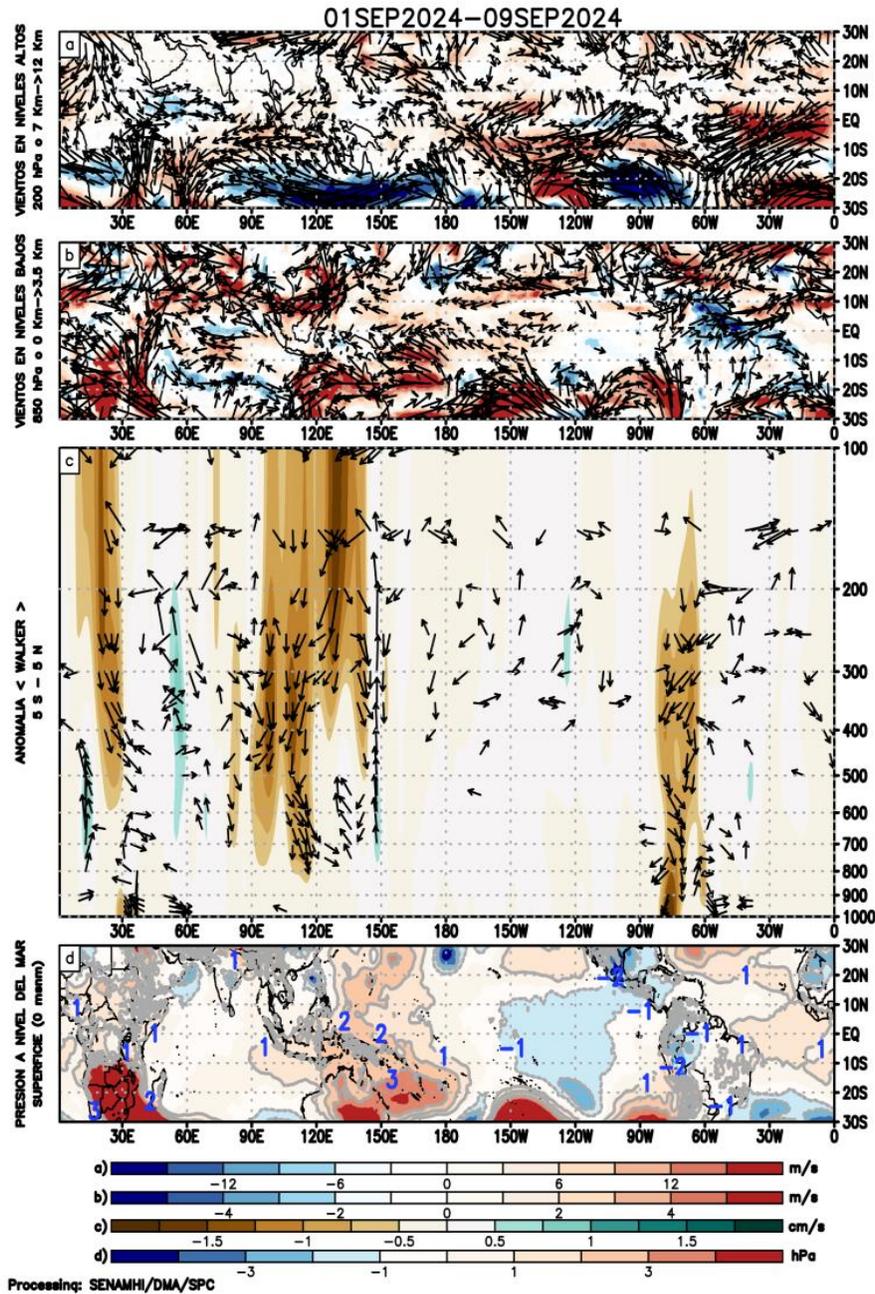


Figura 5. Patrones de la circulación atmosférica tropical entre el mes de agosto y 1-9 de setiembre 2024, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

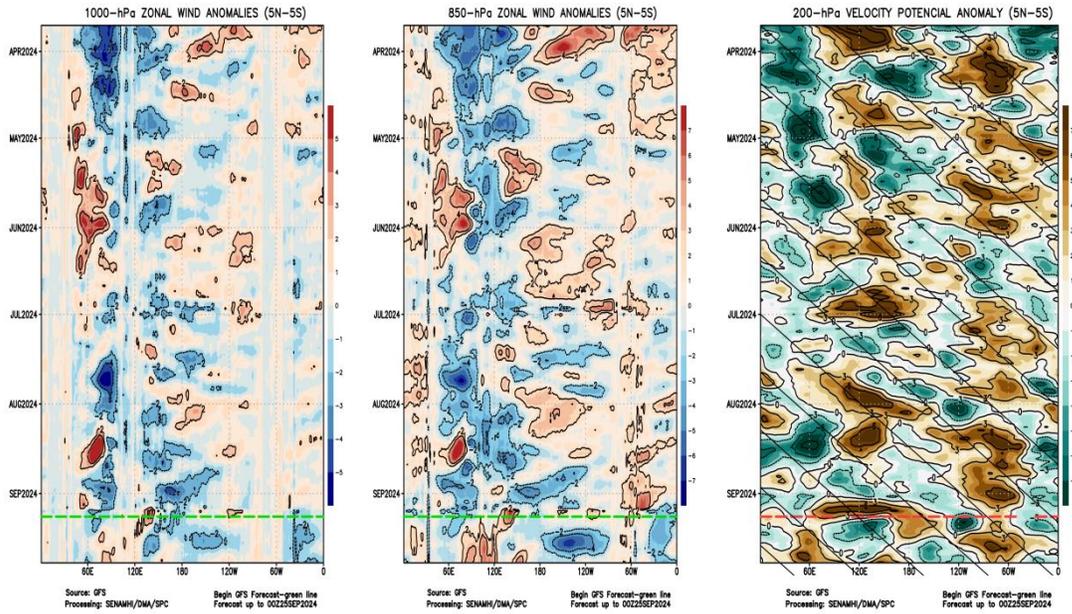


Figura 6. Anomalías promedio, entre los 5°N y 5°S y de abril a setiembre del 2024, del (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. Las líneas verdes (a y b) y roja (c) muestran el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

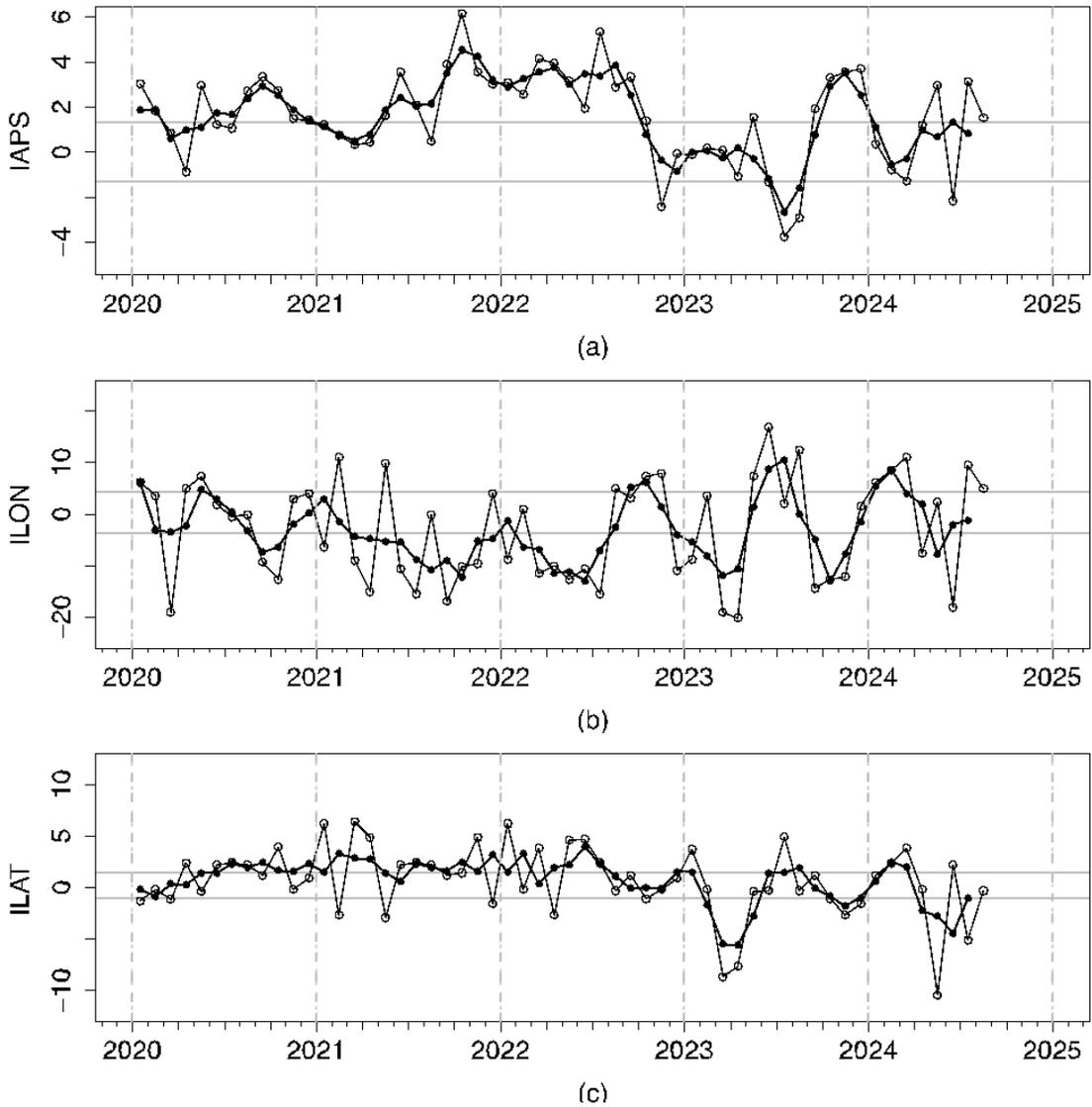


Figura 7. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre JJA 2024 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2020 hasta agosto 2024 (preliminar). Climatología 1991 – 2020.

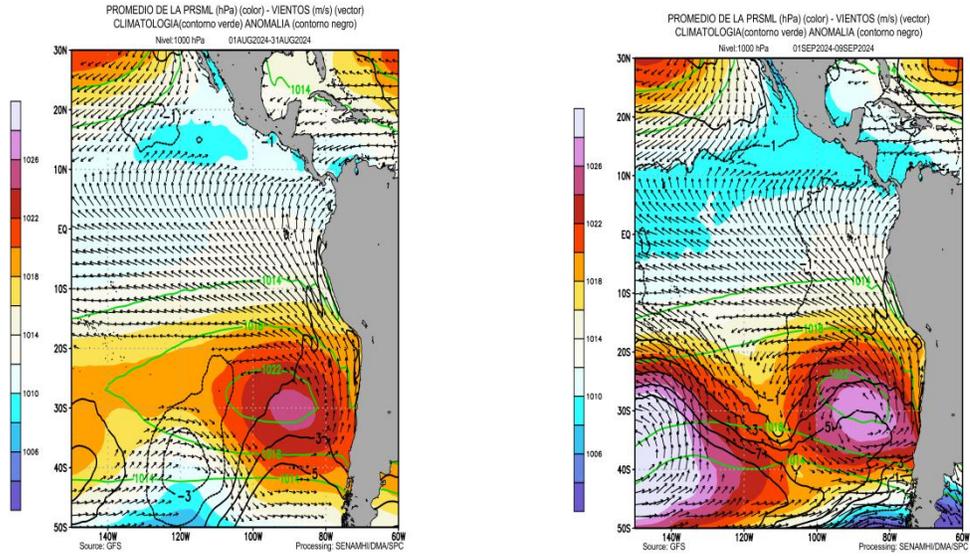


Figura 8. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (matiz de colores) entre el 1 al 31 de agosto (izq.) y 01 al 9 de setiembre (der.) de 2024. Presión promedio en matiz de colores y presión atmosférica climática en línea verde. Anomalía de la presión en líneas negras y anomalías del viento en 850 hPa ( $m s^{-1}$ ) en vectores. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

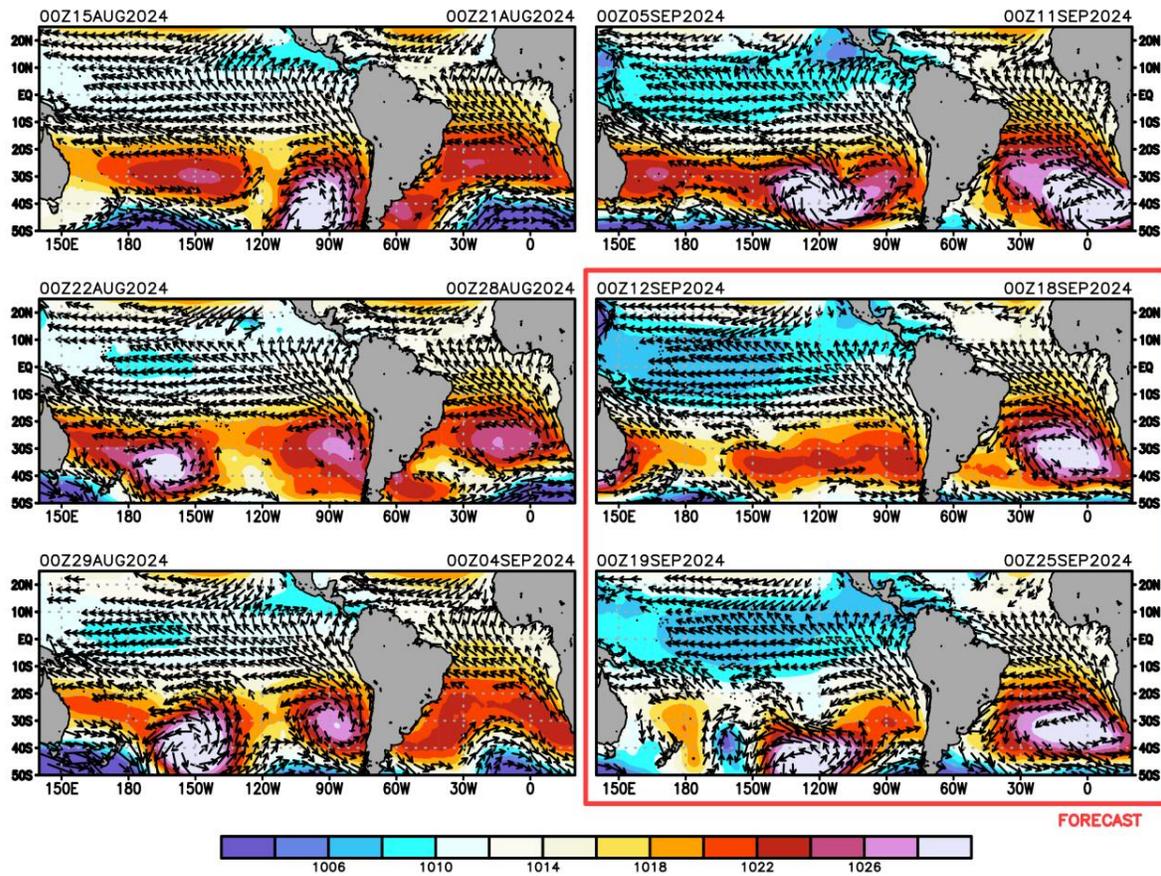


Figura 9. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas), del 15 de agosto al 11 de setiembre de 2024 (retrospectivo) y del 12 al 25 de setiembre del 2024 (pronóstico). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

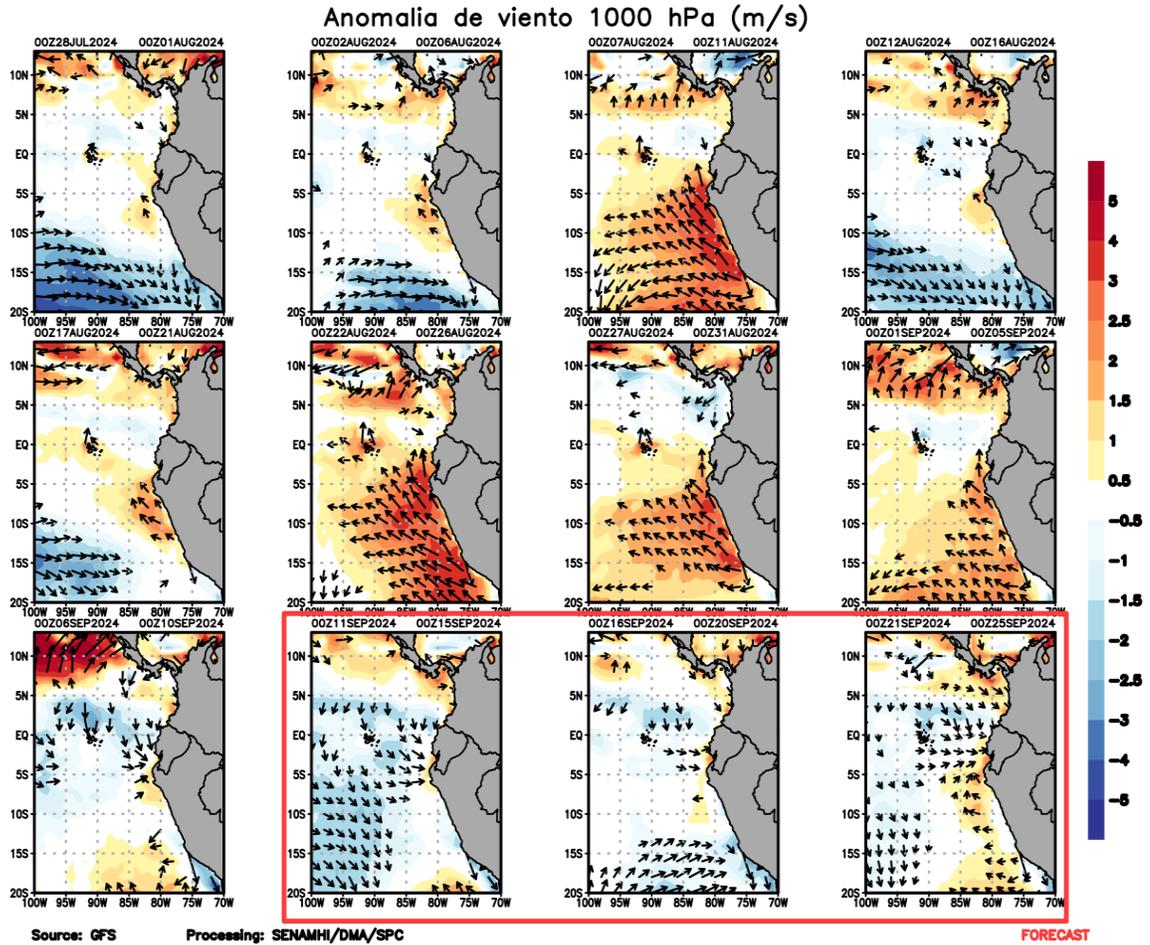


Figura 10. Anomalia pentadal del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica, del 28 de julio al 10 de setiembre de 2024 (retrospectivo) y del 11 al 25 de setiembre del 2024 (pronóstico). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

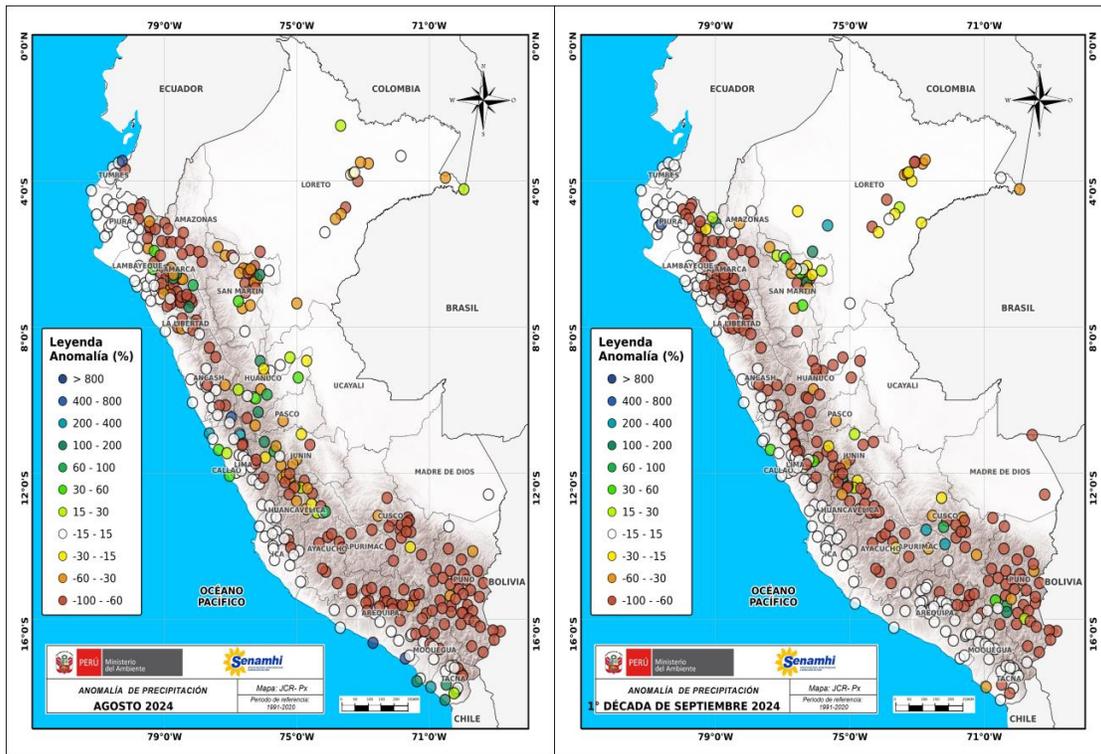


Figura 11. Anomalia mensual de precipitación (%) para el mes de agosto (izq.) y 1-10 de setiembre (der.) 2024 a nivel nacional de la red de estaciones SENAMHI. Procesamiento: SENAMHI.

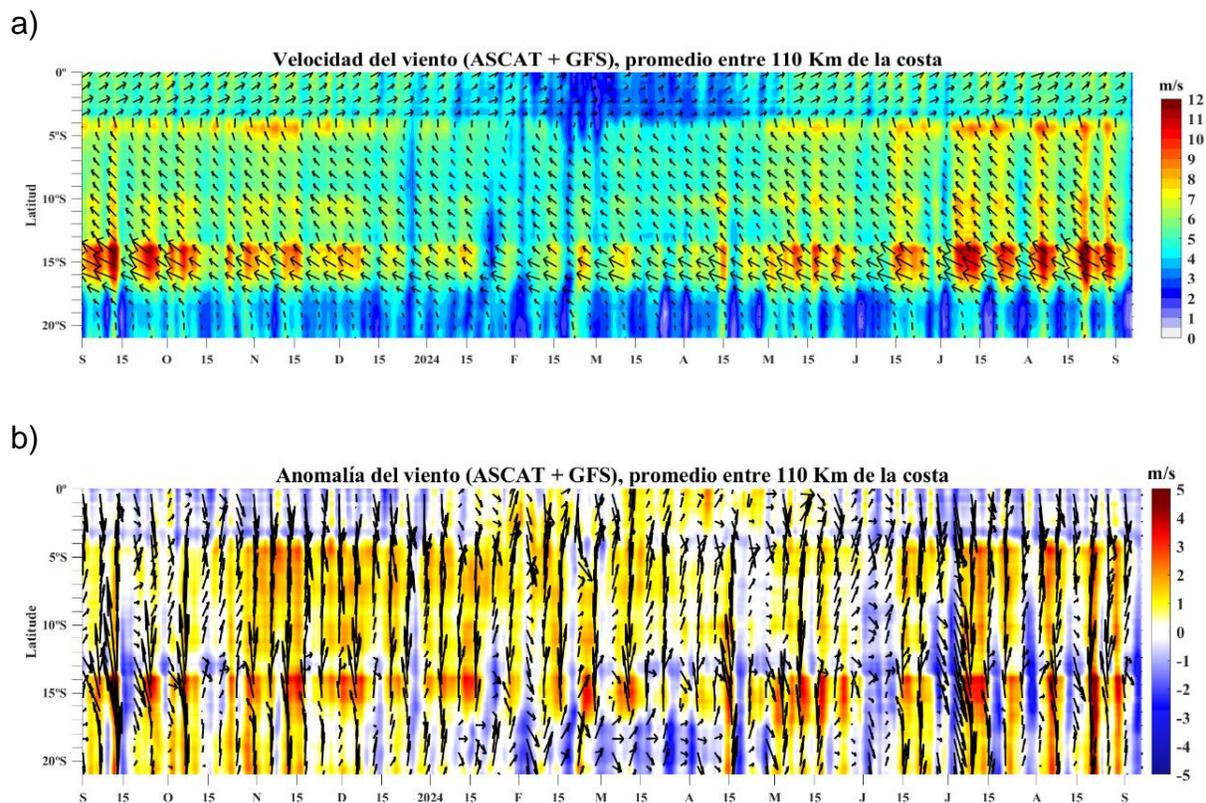


Figura 12. Viento satelital (110 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ), b) Anomalía de la velocidad del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo), Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 5 de setiembre.

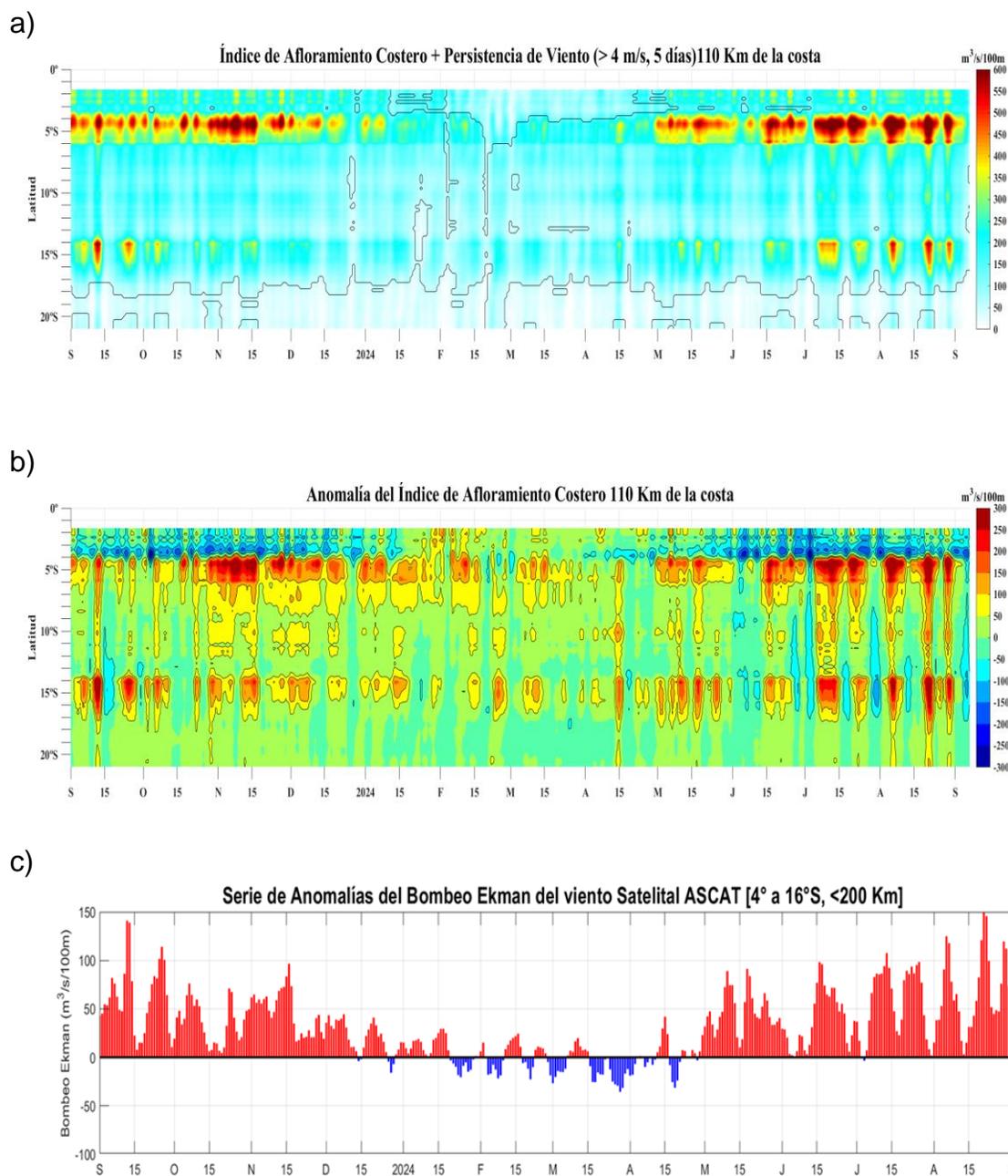


Figura 13. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 110 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$ ), b) Anomalia del IAC ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$ ) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200 km ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 5 de setiembre.

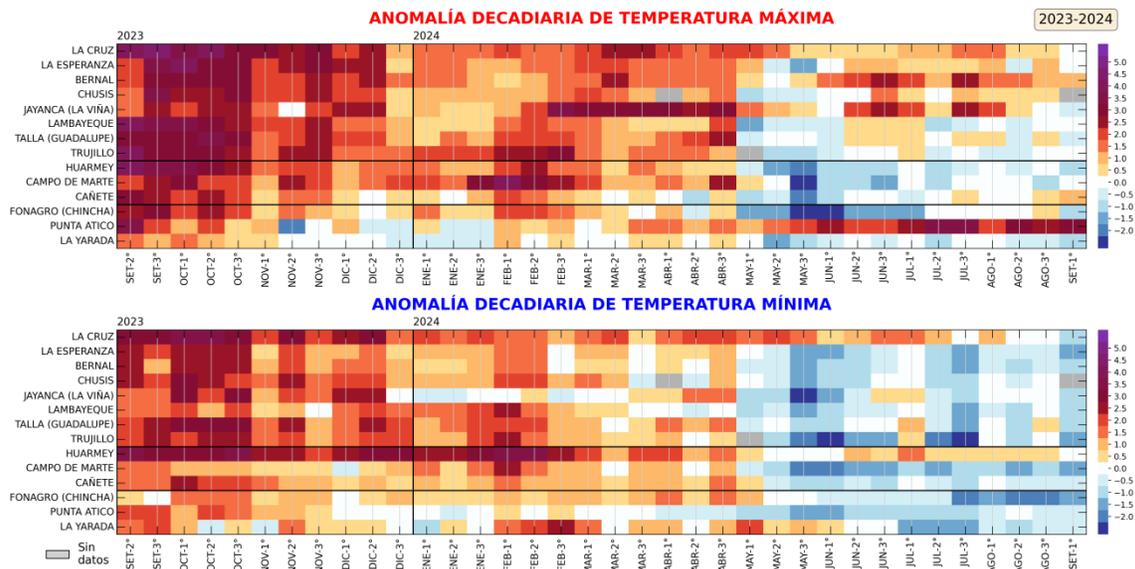


Figura 14. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

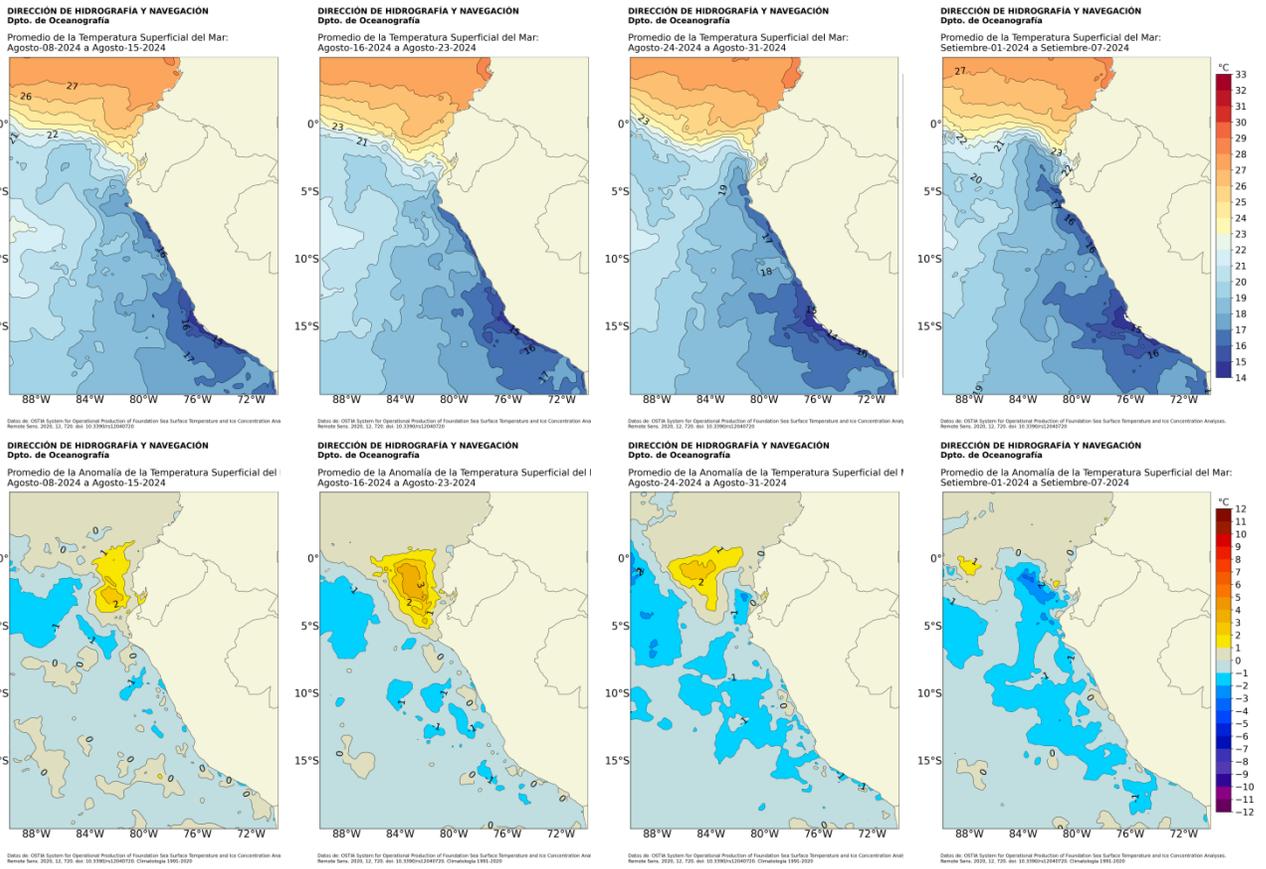
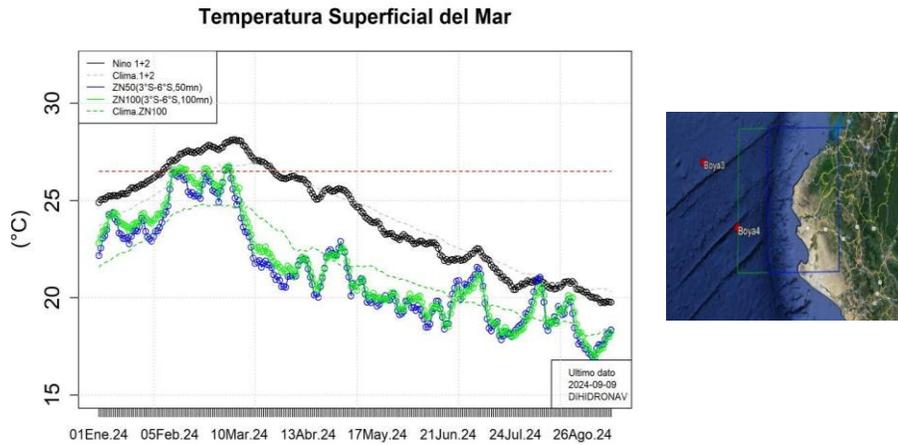


Figura 15. Distribución semanal a) temperatura superficial del mar (TSM) y b) anomalía de la TSM, del 08 de agosto 2024 al 07 de setiembre 2024. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV.

a)



b)

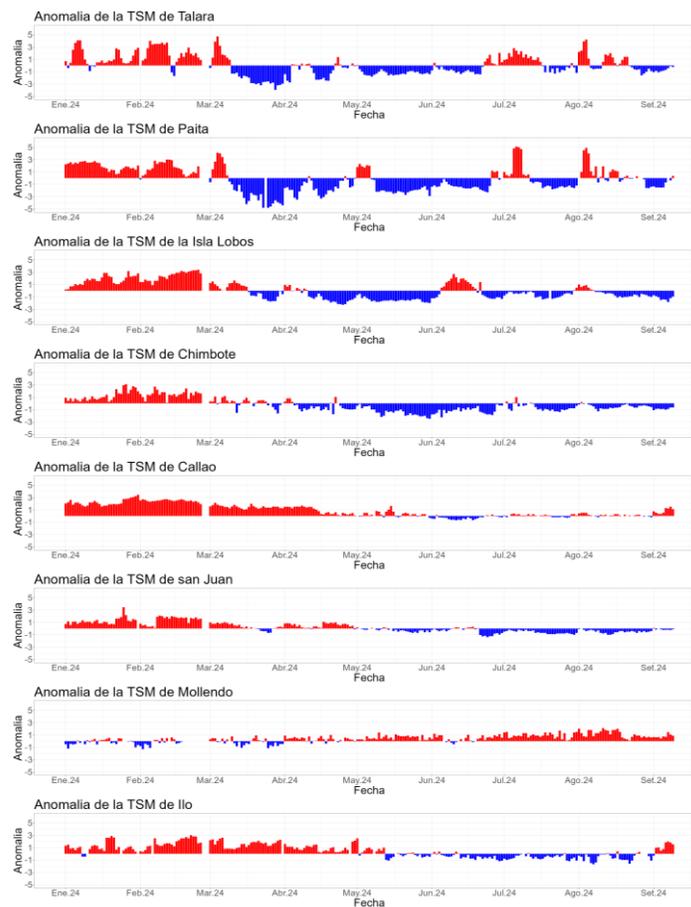


Figura 16. Temperatura superficial del mar diario en la región Niño 1+2 (línea negra), promedio entre la latitud de 3°S – 6°S a 50 mn (línea azul) y 100 millas (línea verde) desde enero 2024 al 09 de setiembre. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV (a). Anomalia de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de enero al 08 de setiembre 2024. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV (b).

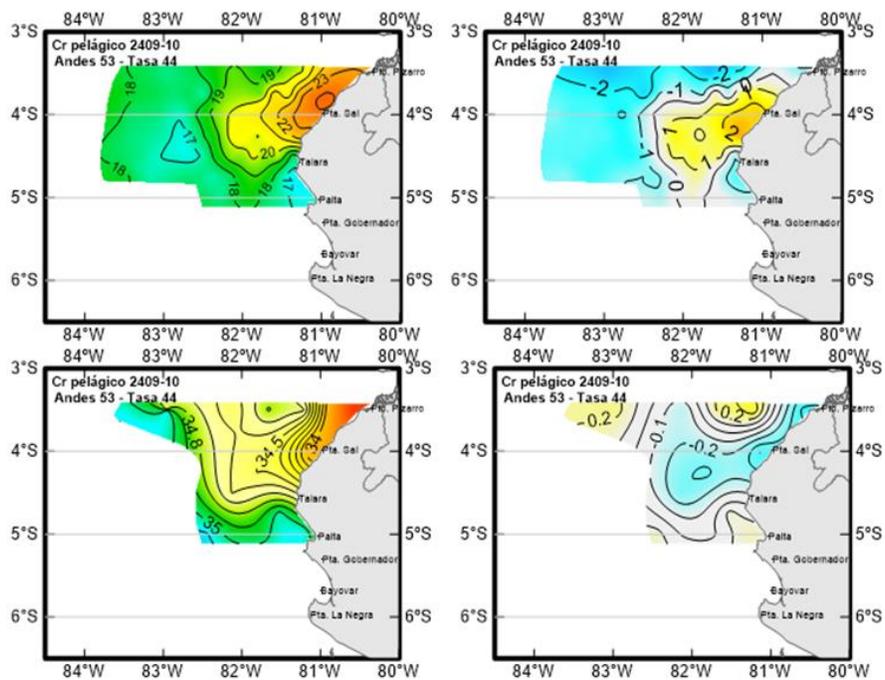
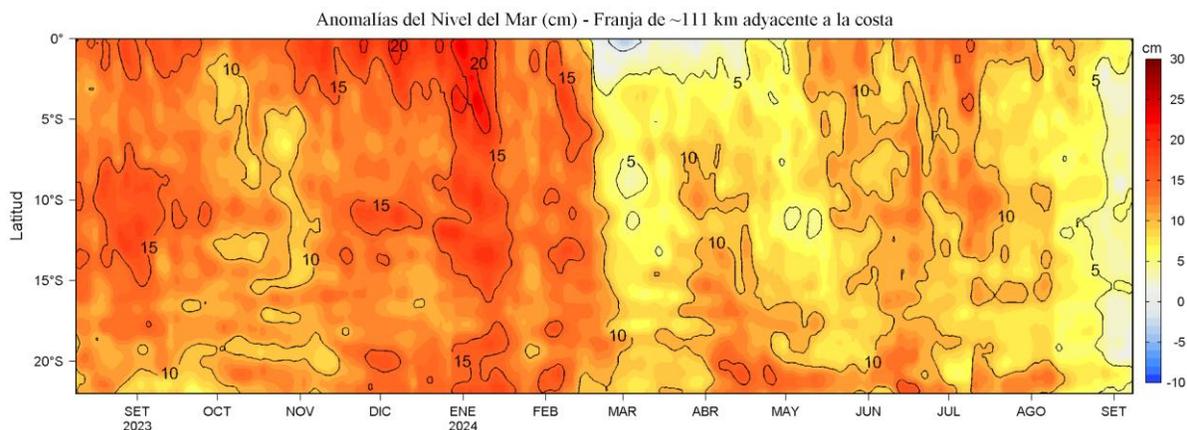


Figura 17. Distribución espacial de la a) Temperatura superficial del mar y sus anomalías; y b) Salinidad superficial del mar y sus anomalías, registrados durante el Crucero Hidroacústico de Evaluación de Recursos Pelágicos 2909–10 del IMARPE.

a)



b)

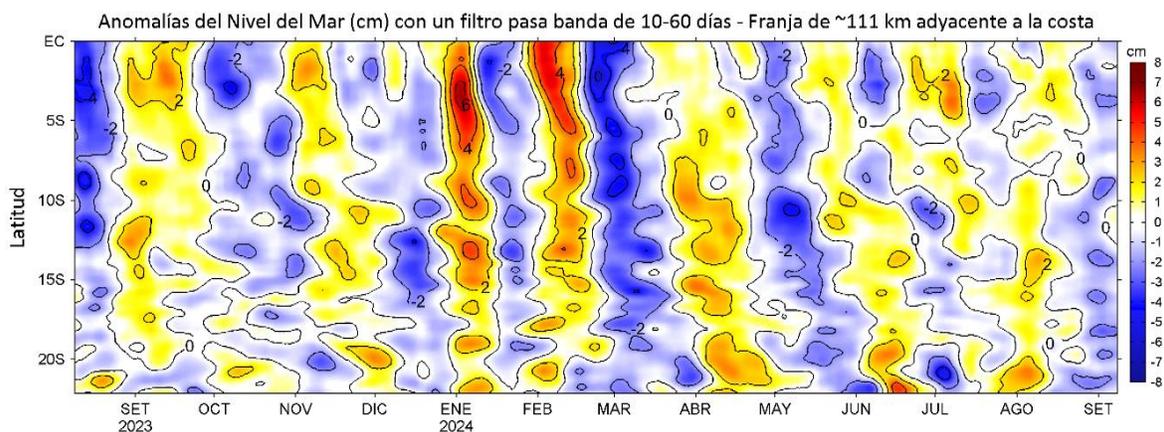


Figura 18. Evolución diaria de las a) Anomalías del nivel del mar (cm) y b) Anomalías del nivel del mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-60 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 8 de setiembre del 2024. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

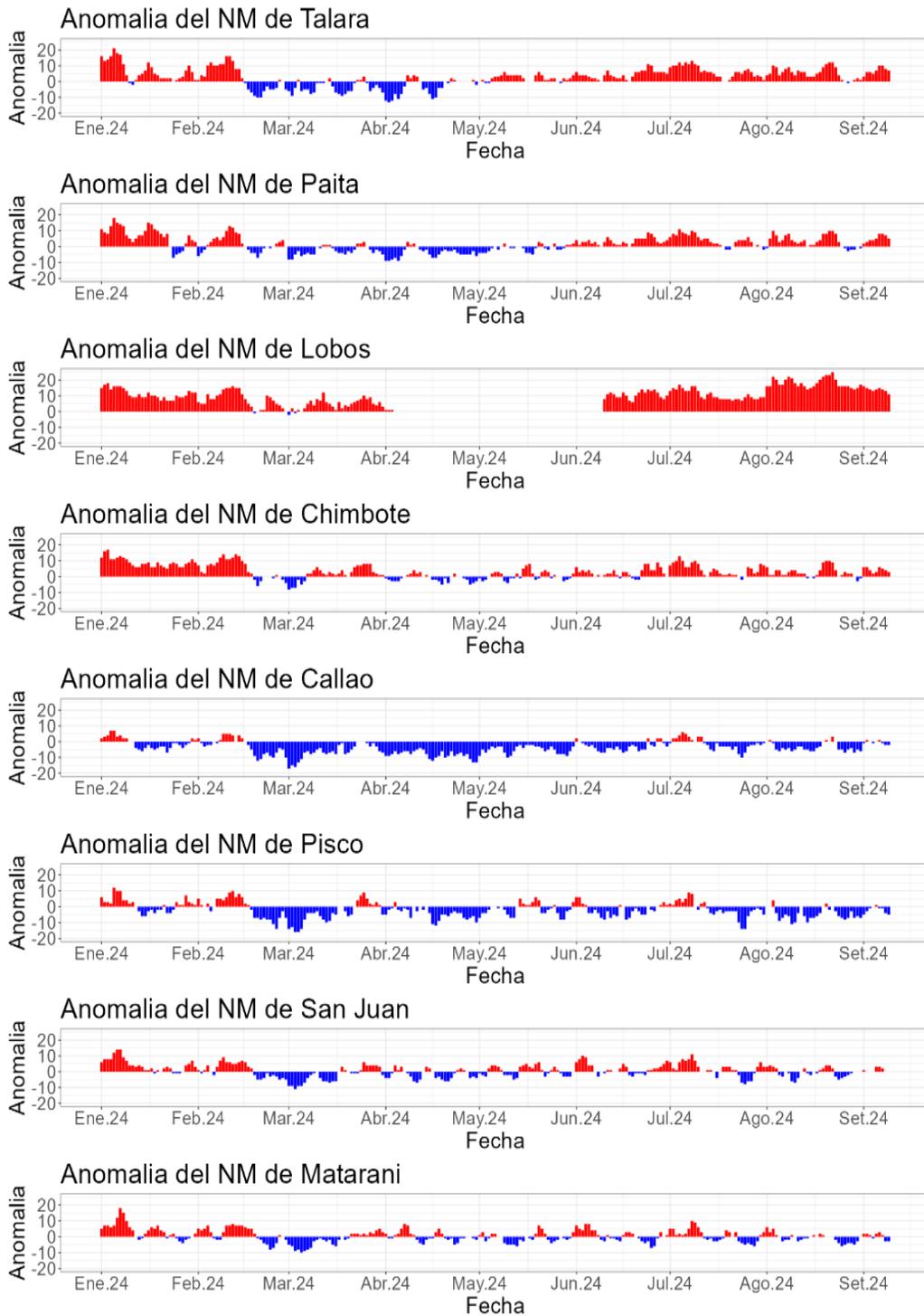
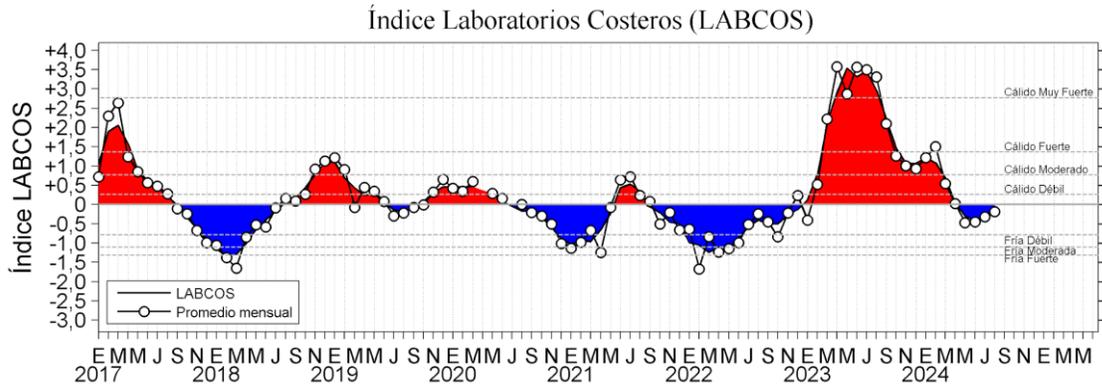


Figura 19. Anomalia del NM diario a lo largo del litoral de Perú de enero 2024 al 09 de setiembre 2024. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

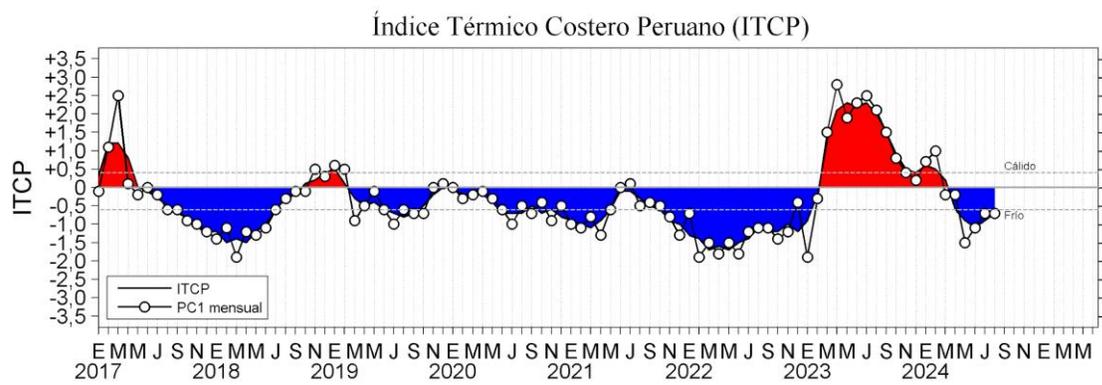


Figura 20. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2017 a agosto 2024.

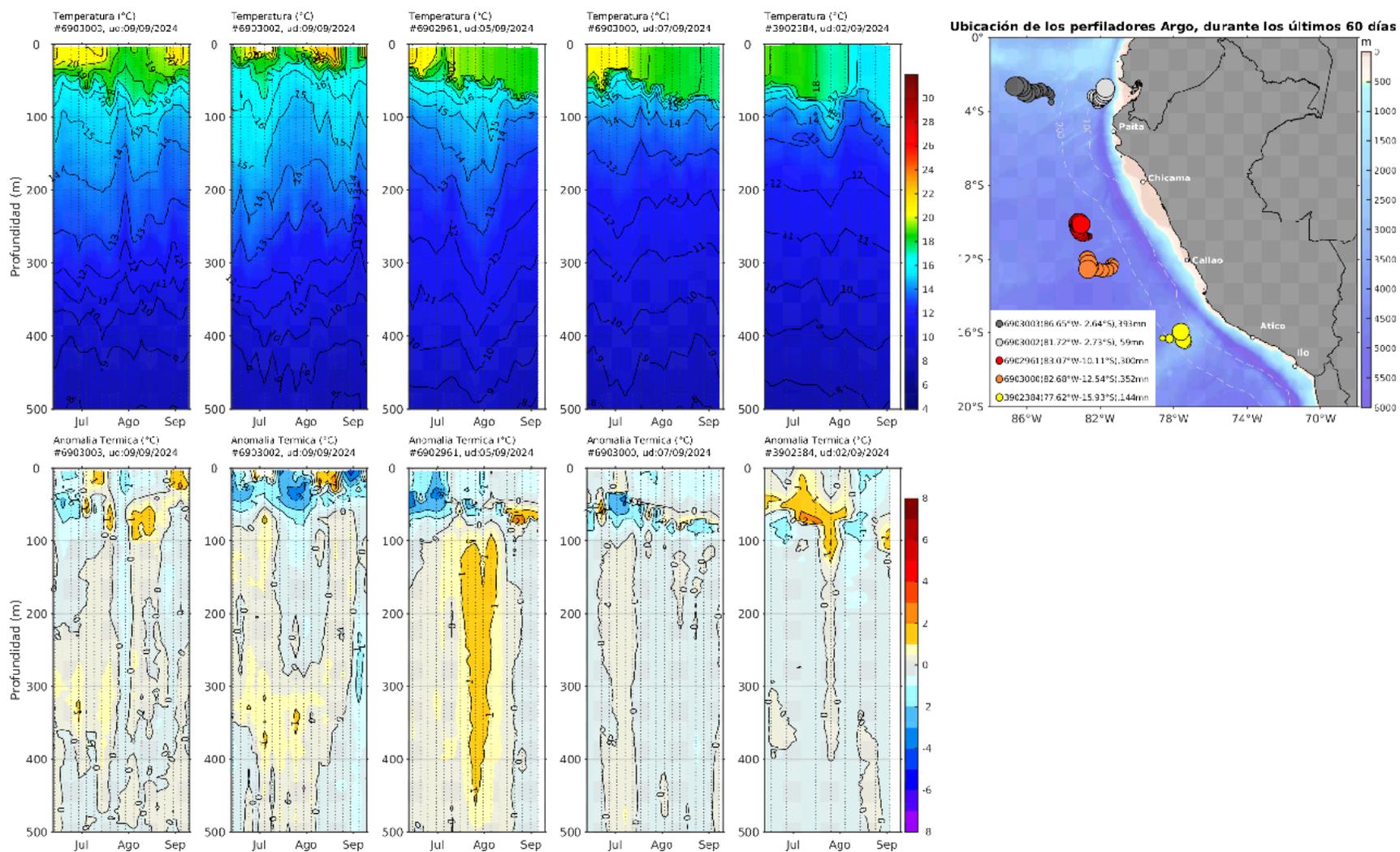


Figura 21. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (septiembre 2024). Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

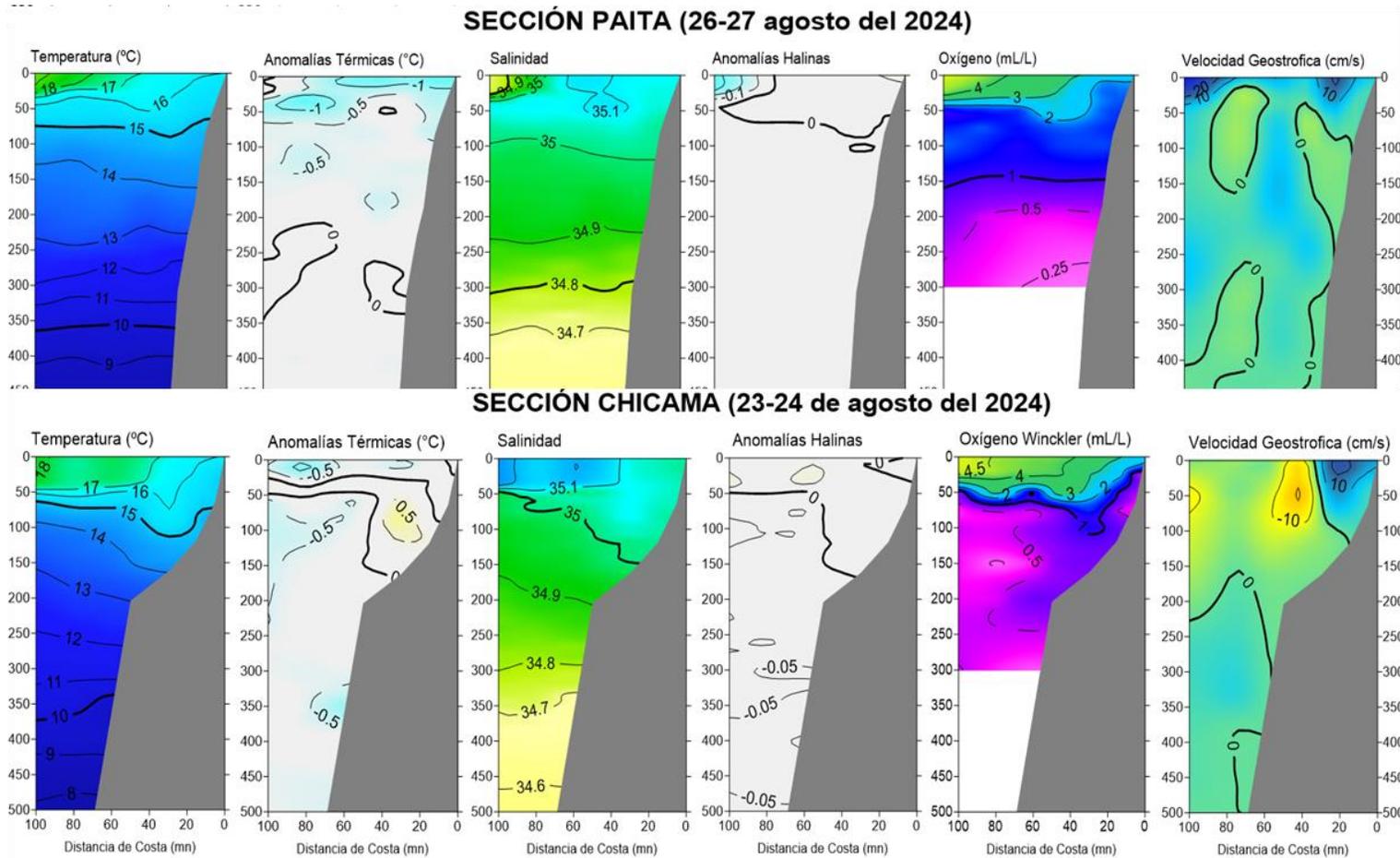


Figura 22. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, oxígeno disuelto y corrientes geostroficas, realizadas frente a Paita y Chicama dentro de las 100 mn, entre el 23 y 27 de agosto de 2024. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

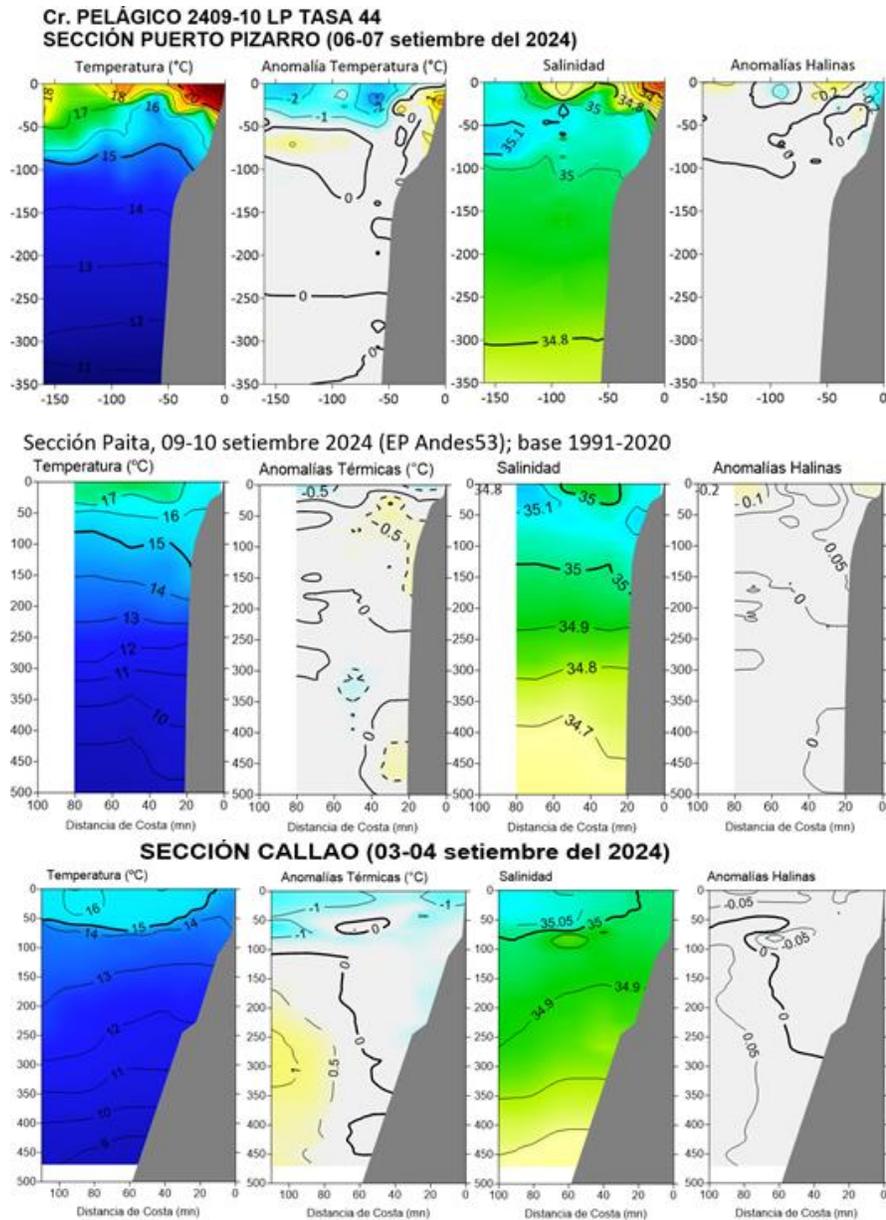


Figura 23. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad y anomalía halina, realizadas frente a Tumbes, Paita y Callao dentro de las 100 mn, durante los primeros diez días de setiembre 2024. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

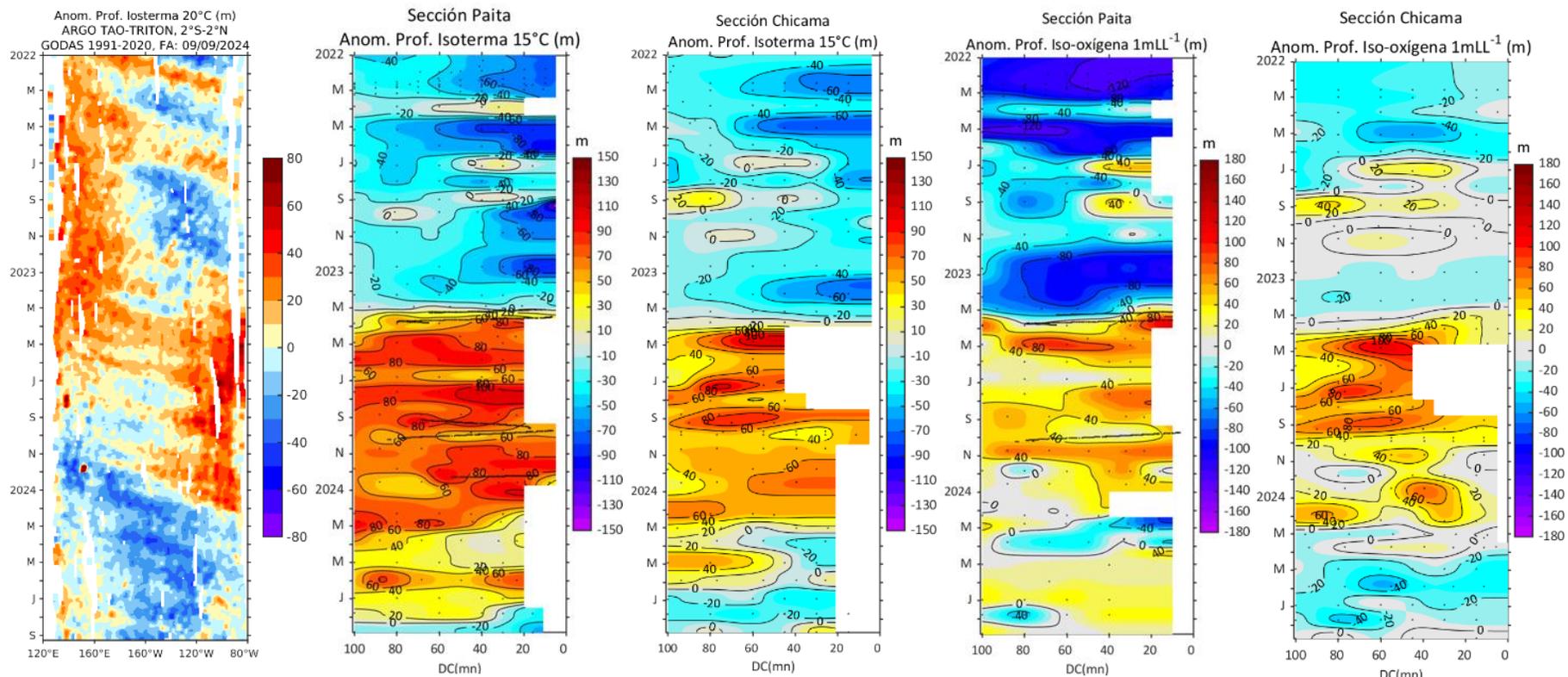
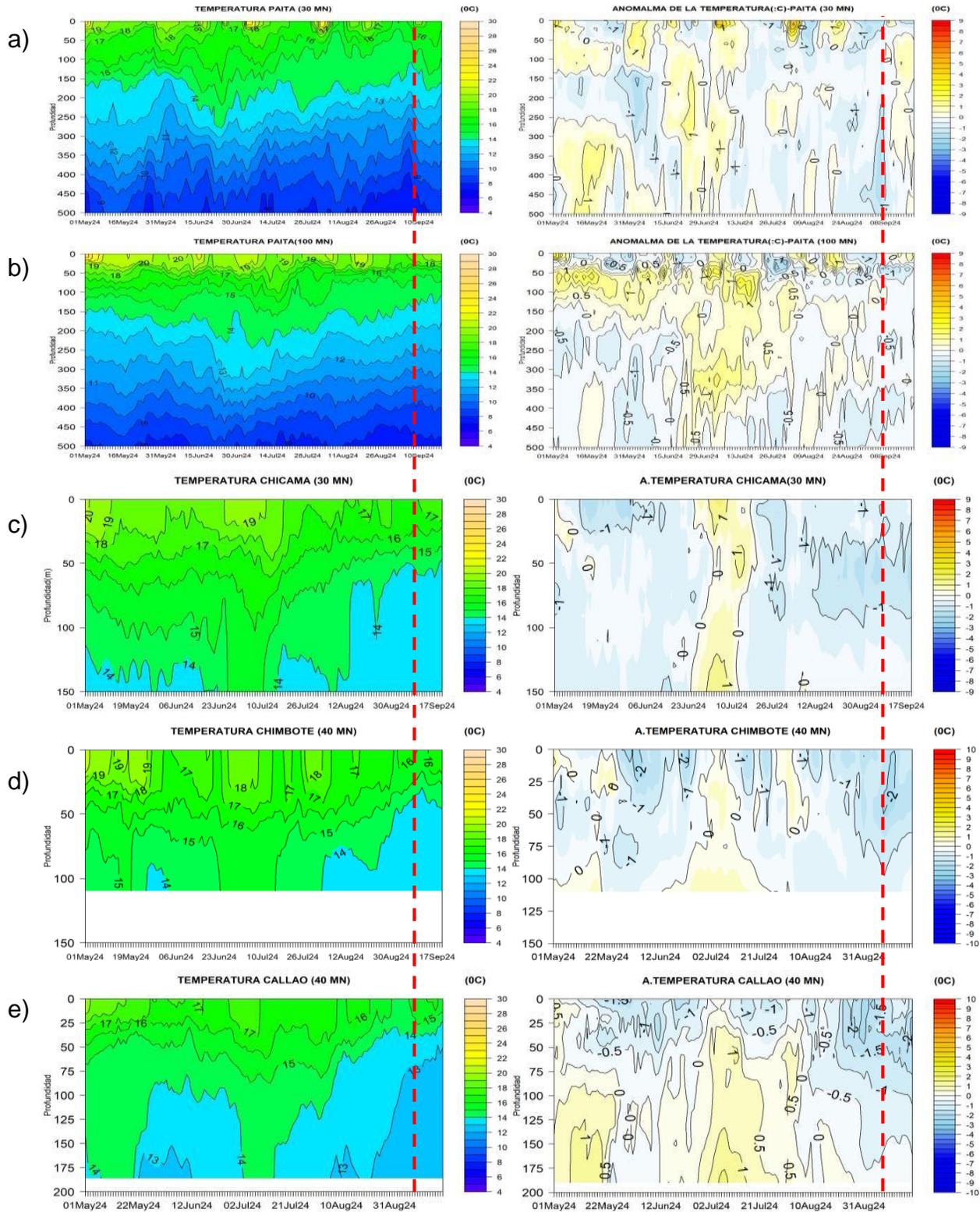


Figura 24. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacífico ecuatorial (ARGO/TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígeno de 1 mL L<sup>-1</sup>, indicadores de la termoclina y de la oxiclina, respectivamente, frente a Paita y Chicama, estimadas en base al monitoreo mensual realizados por el IMARPE. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.



Fuente: MERCATOR.procesamiento: DIHIDRONAV. Ultimo dato: 2024-09-19

Fuente: MERCATOR.procesamiento: DIHIDRONAV. Ultimo dato: 2024-09-19

Figura 25. 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.

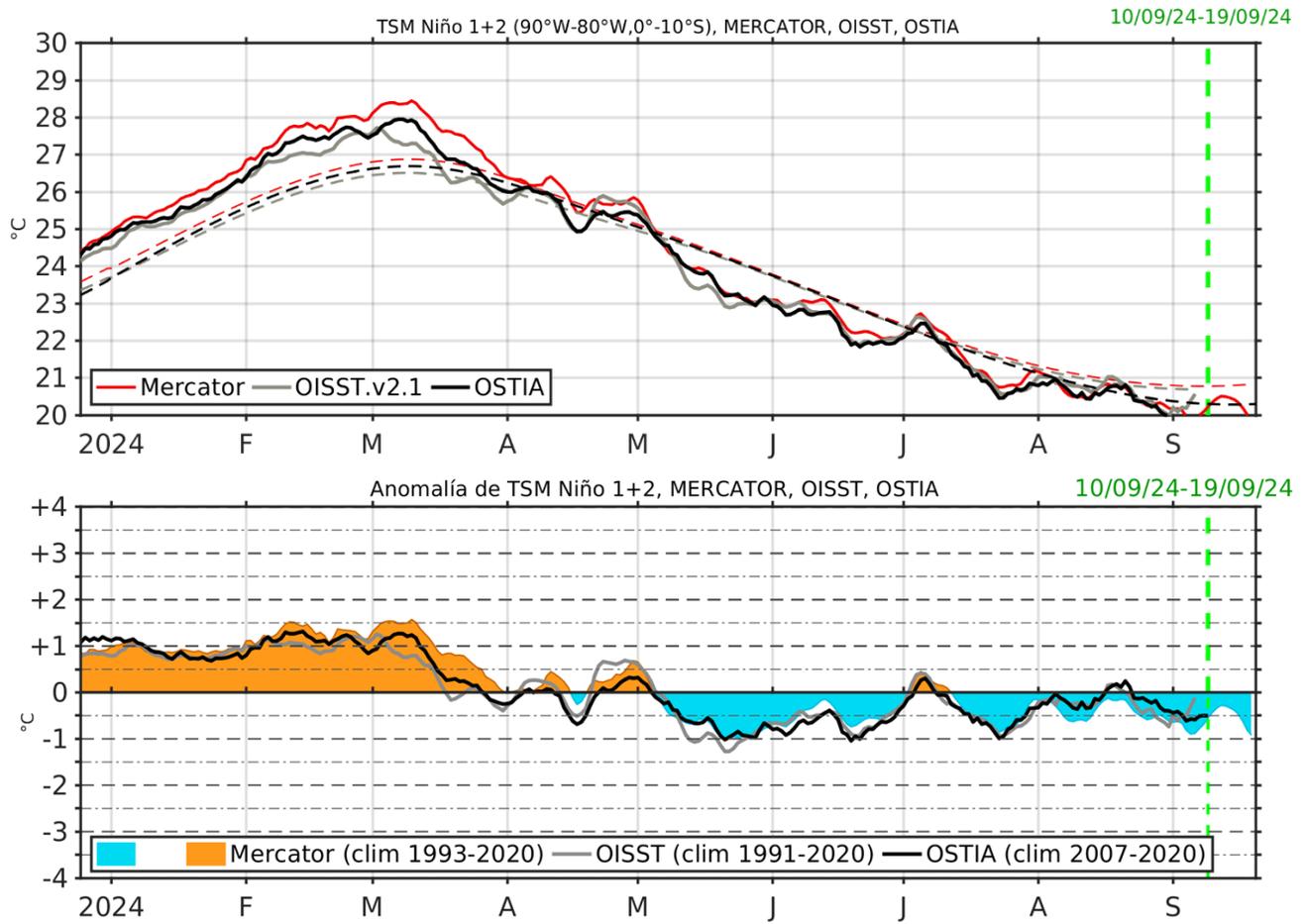


Figura 26. Temperatura superficial del mar (TSM), MERCATOR (rojo), OISST (gris), OSTIA (negro), (arriba); y Anomalía de TSM, Mercador (sombreado rojo y azul), OISST (gris), OSTIA (negro), (abajo), en la región Niño 1+2.

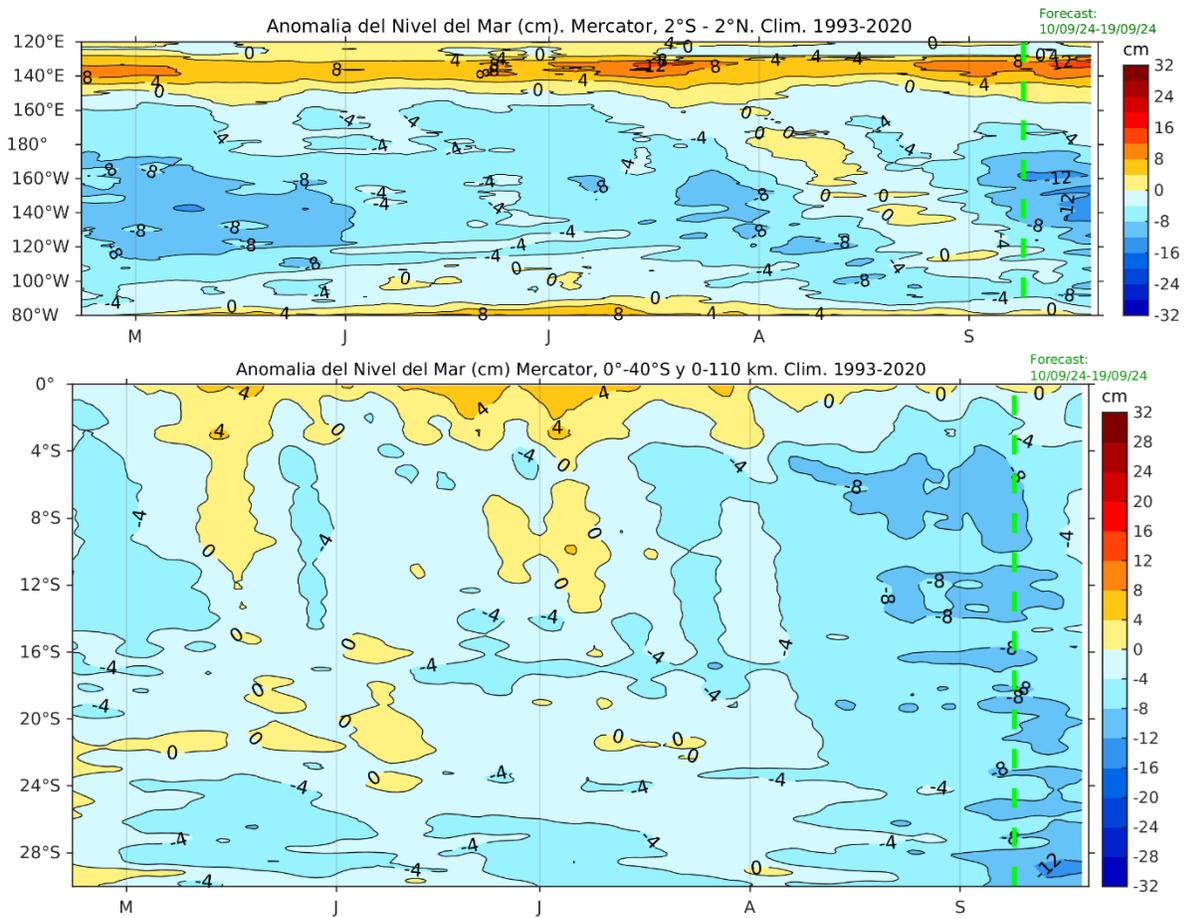


Figura 27. Anomalia de nivel del mar en el Pacifico ecuatorial, entre los 120°E - 80°W y 2°N - 2°S (arriba), y dentro de los 110 km frente a la costa entre los 0° - 40°S (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

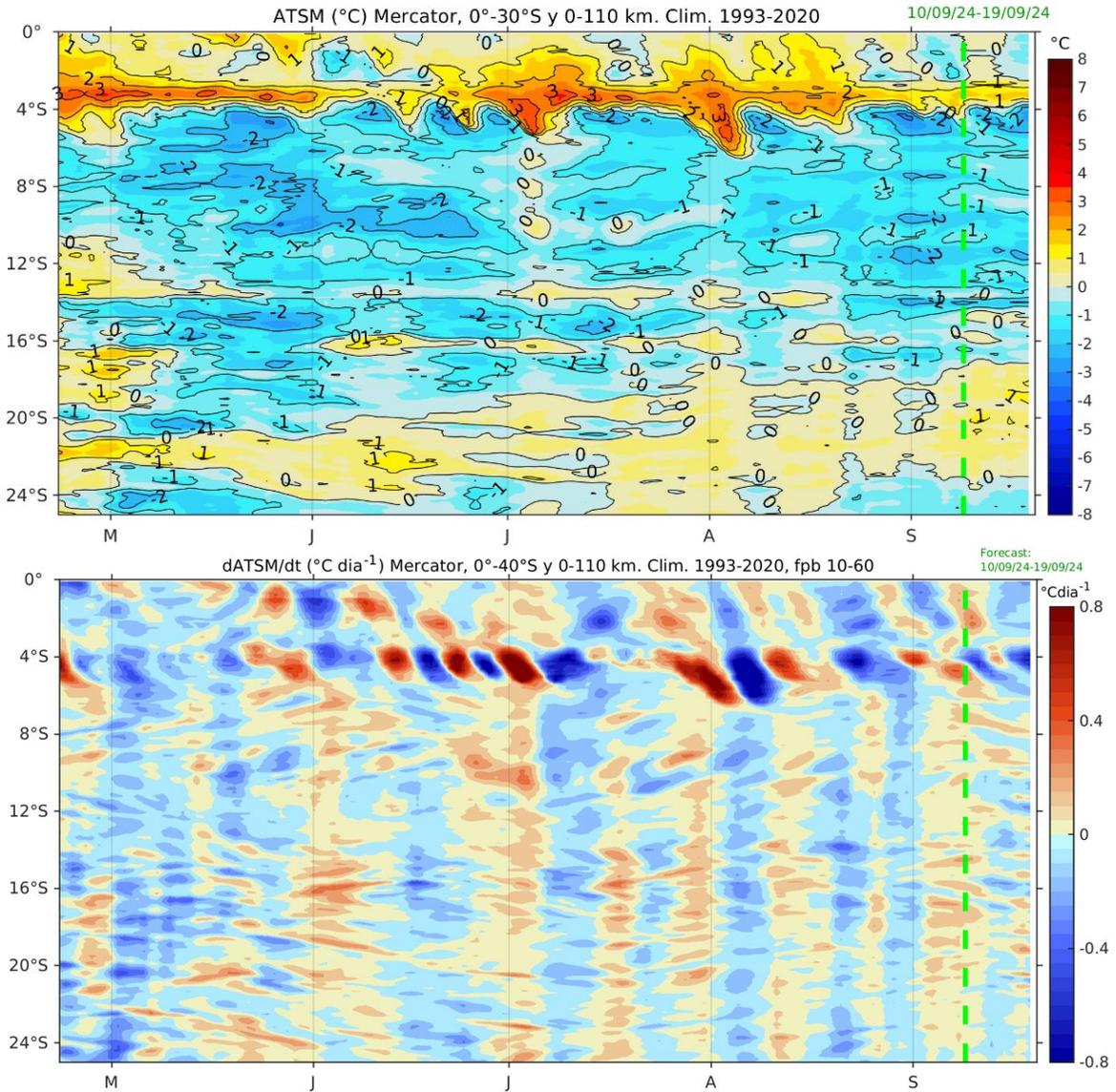


Figura 28. Anomalía de la profundidad de la termoclina (isoterma de 15 °C) dentro de los 80 mn frente a la costa (arriba) y tasa de cambio de anomalía de TSM respecto al tiempo dentro de los 60 km frente a la costa (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

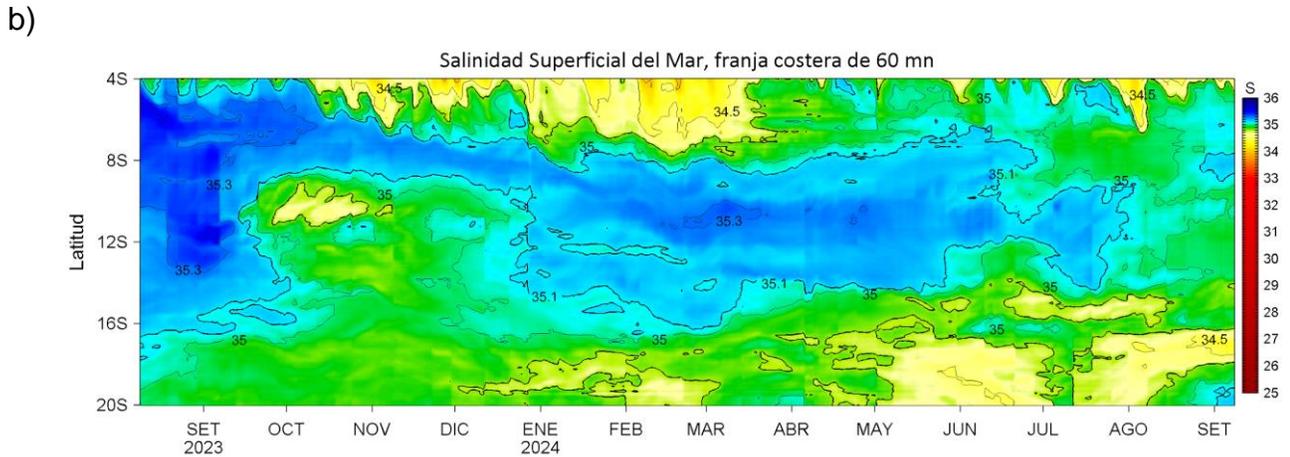
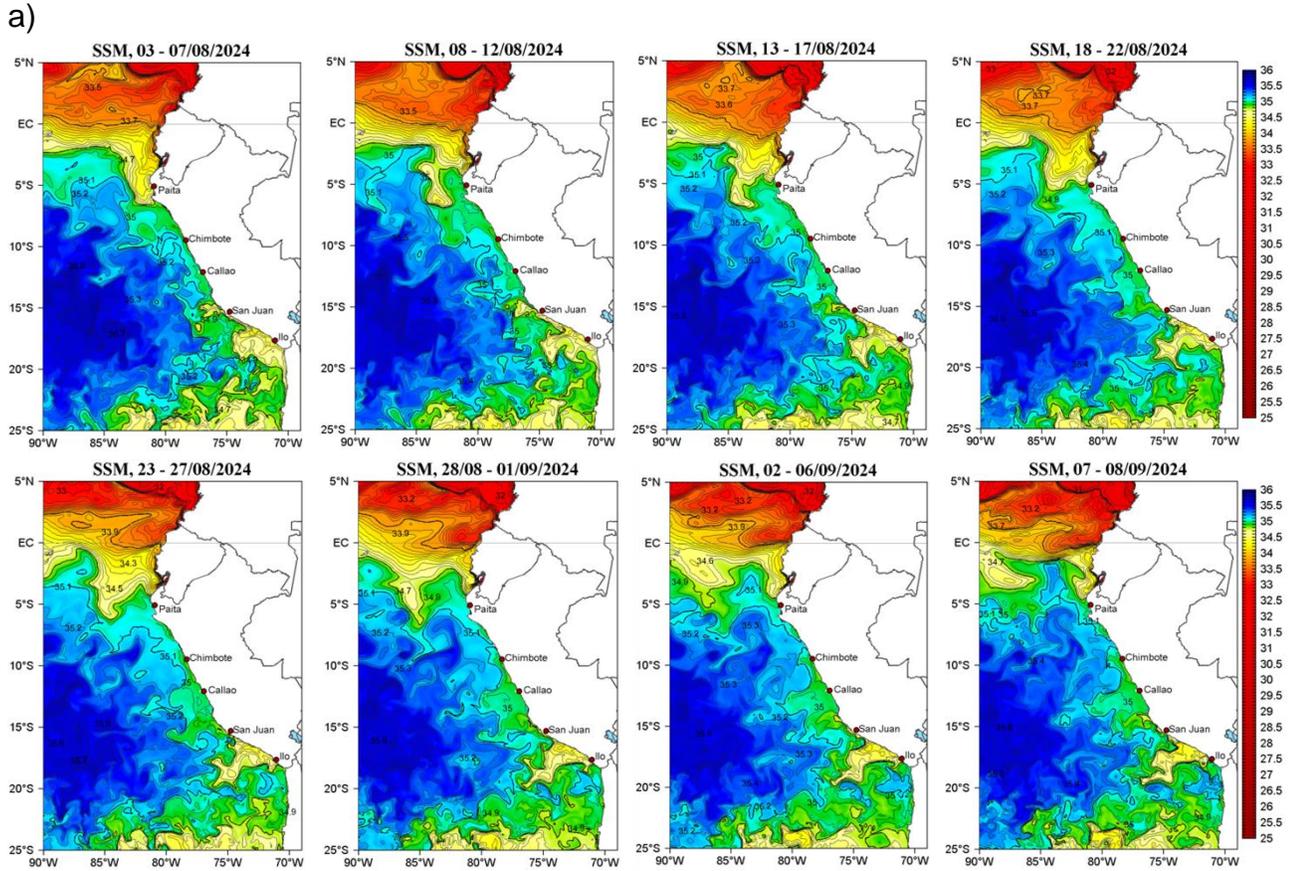


Figura 29. (a) Distribución pentadal de la salinidad superficial del mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el 04 de julio y 12 de agosto 2024. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 08 de setiembre 2024. Datos: GLOBAL\_ANALYSIS\_FORECAST\_PHY\_001\_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en [http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com\\_csw&view=details&product\\_id=GLOBAL\\_ANALYSIS\\_FORECAST\\_PHY\\_001\\_024](http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024). Procesamiento: LHF/M/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

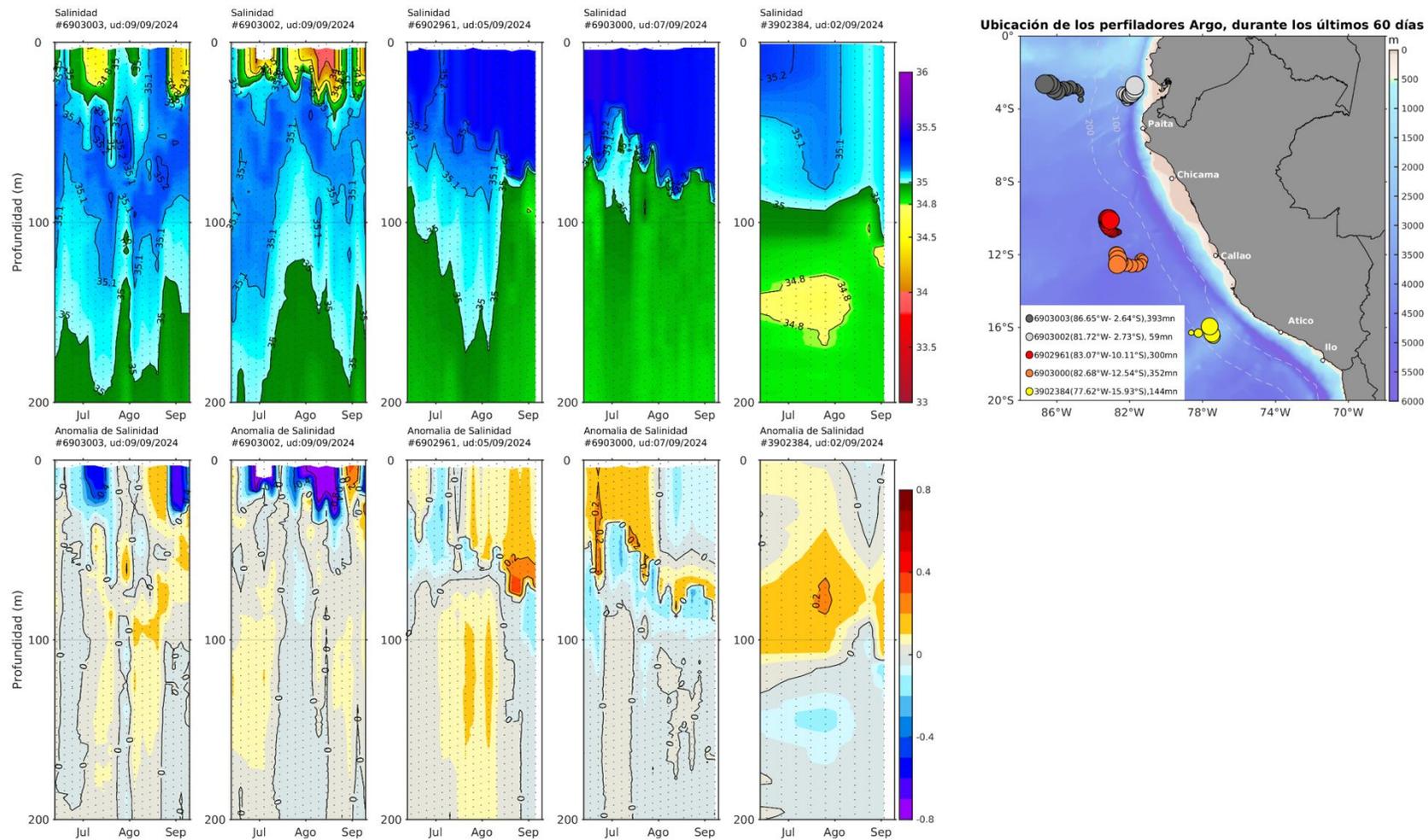
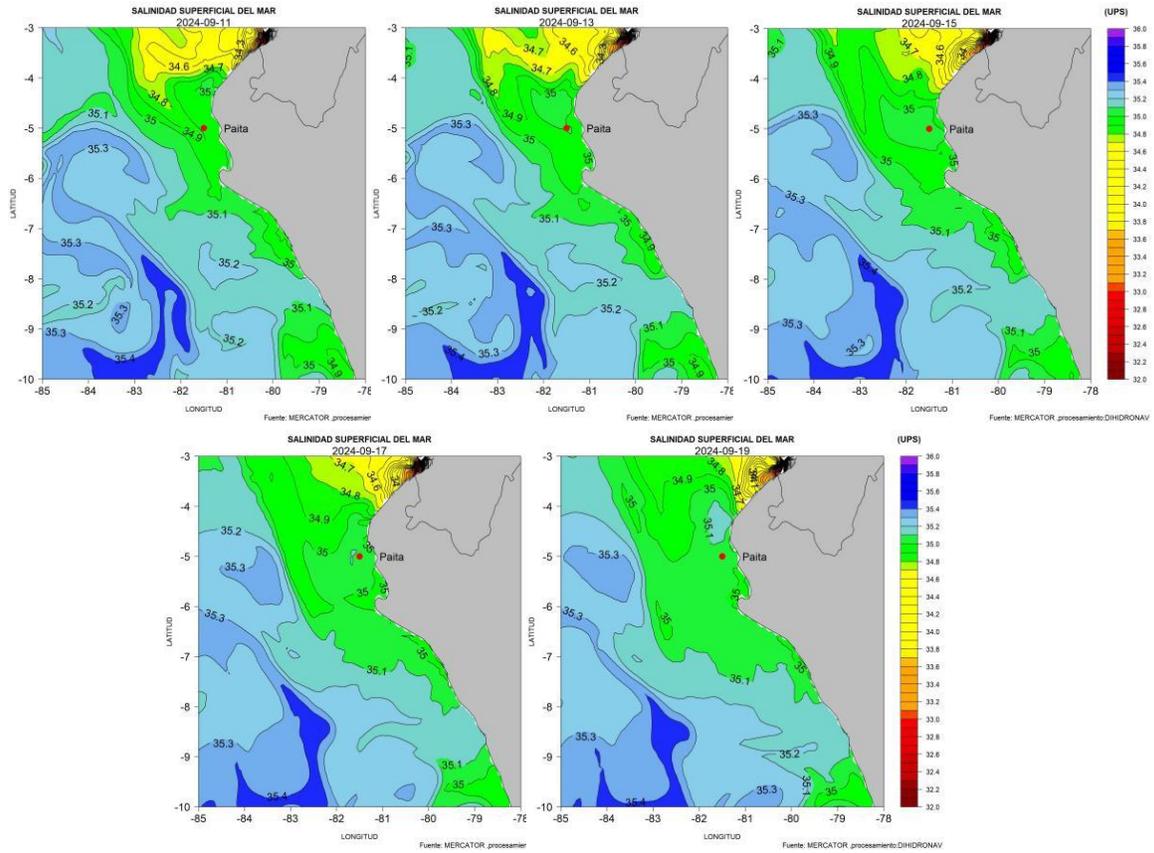


Figura 30. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

a)



b)

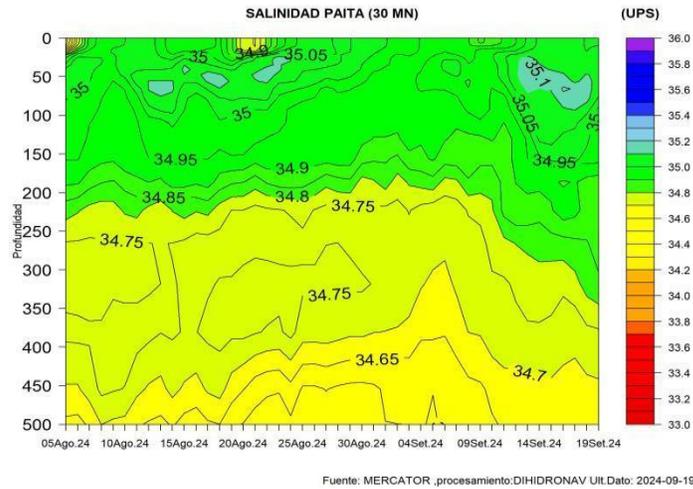


Figura 31. Pronóstico de salinidad del mar a) superficial frente a la costa norte y centro y b) subsuperficial hasta los 500 m de profundidad frente Paita (30 mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

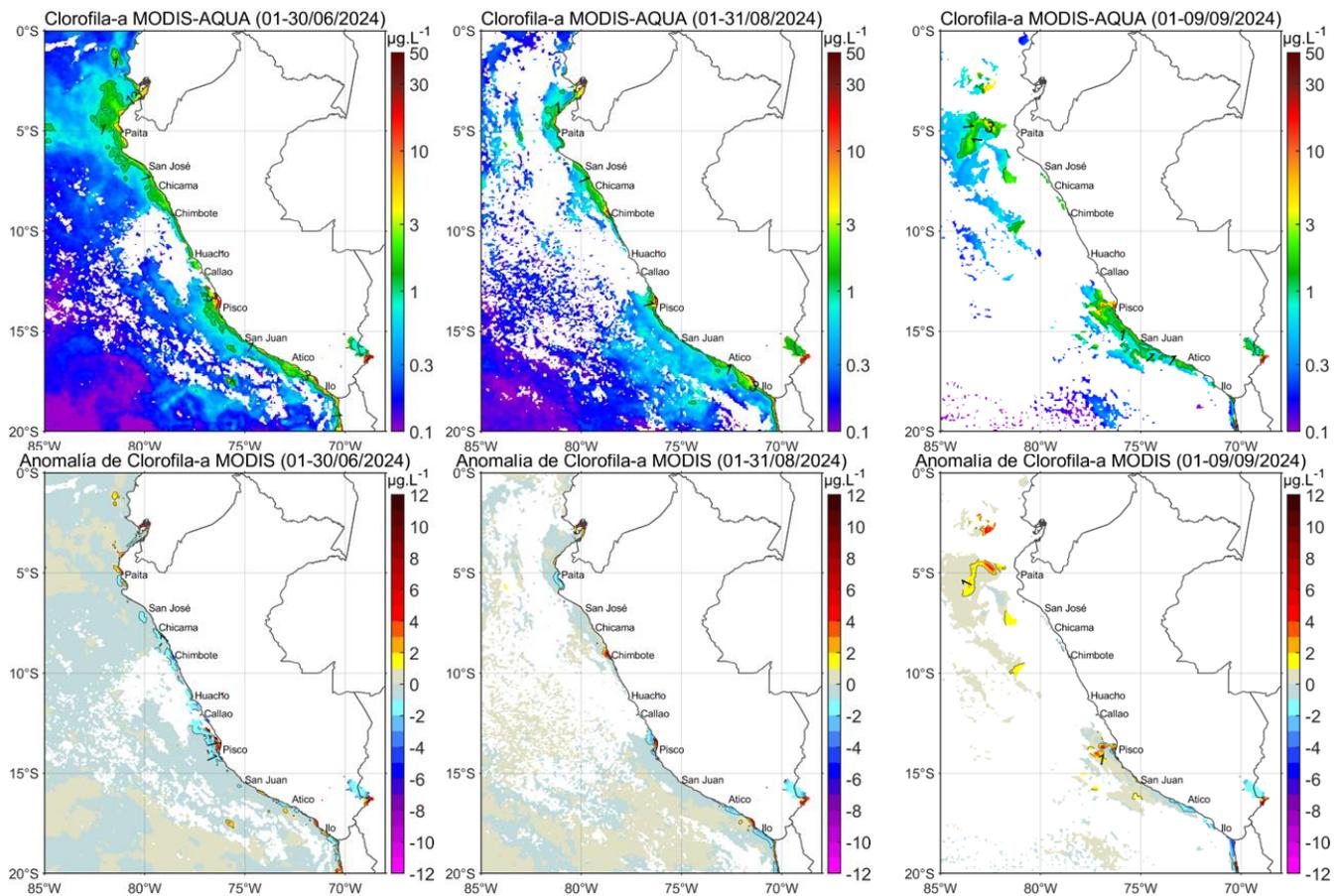


Figura 32. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ( $\mu\text{g L}^{-1}$ , panel superior) y su anomalía ( $\mu\text{g L}^{-1}$ , panel inferior), durante julio, agosto y del 1 al 9 setiembre de 2024 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

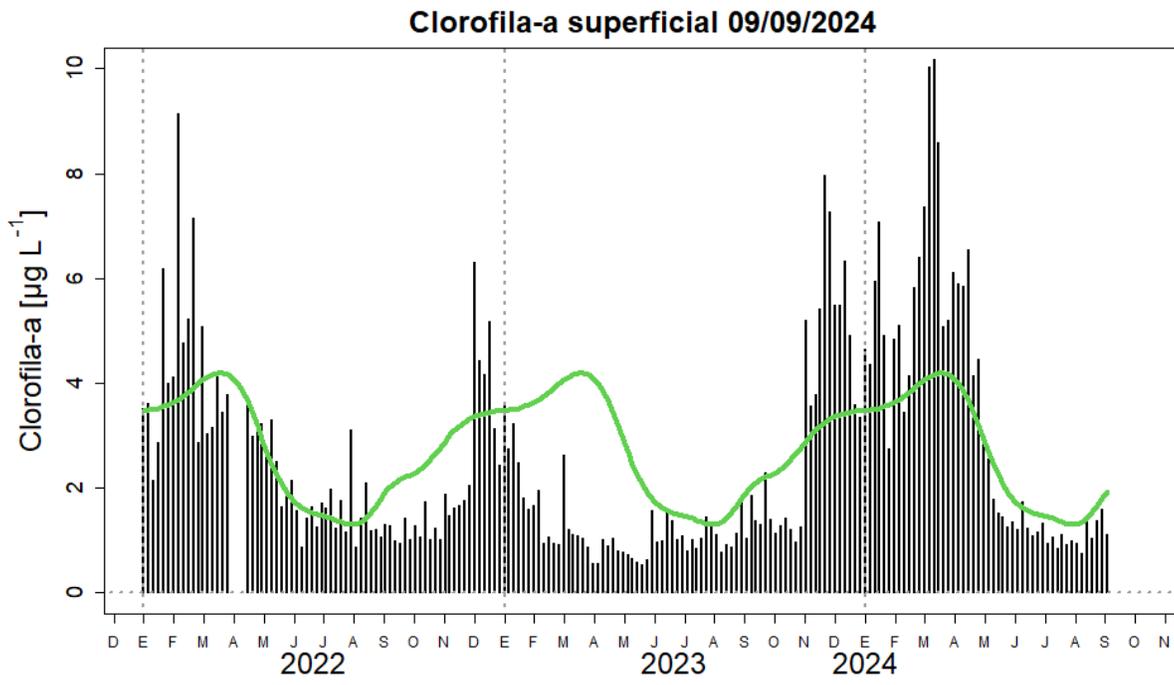


Figura 33. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) entre  $4^{\circ}\text{S}$ - $16^{\circ}\text{S}$  y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

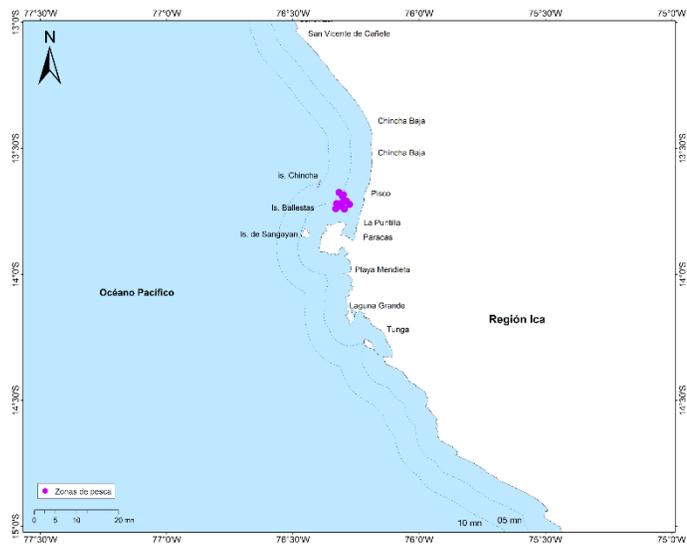
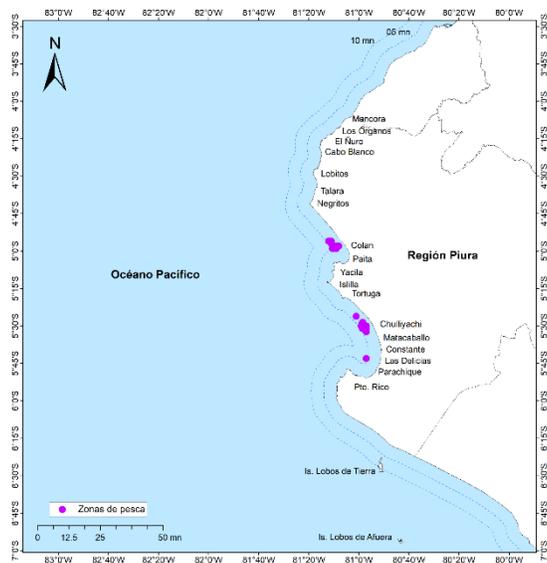


Figura 34. Distribución de la flota artesanal dirigida a la anchoveta frente a Paita-Bayovar y Pisco en agosto de 2024

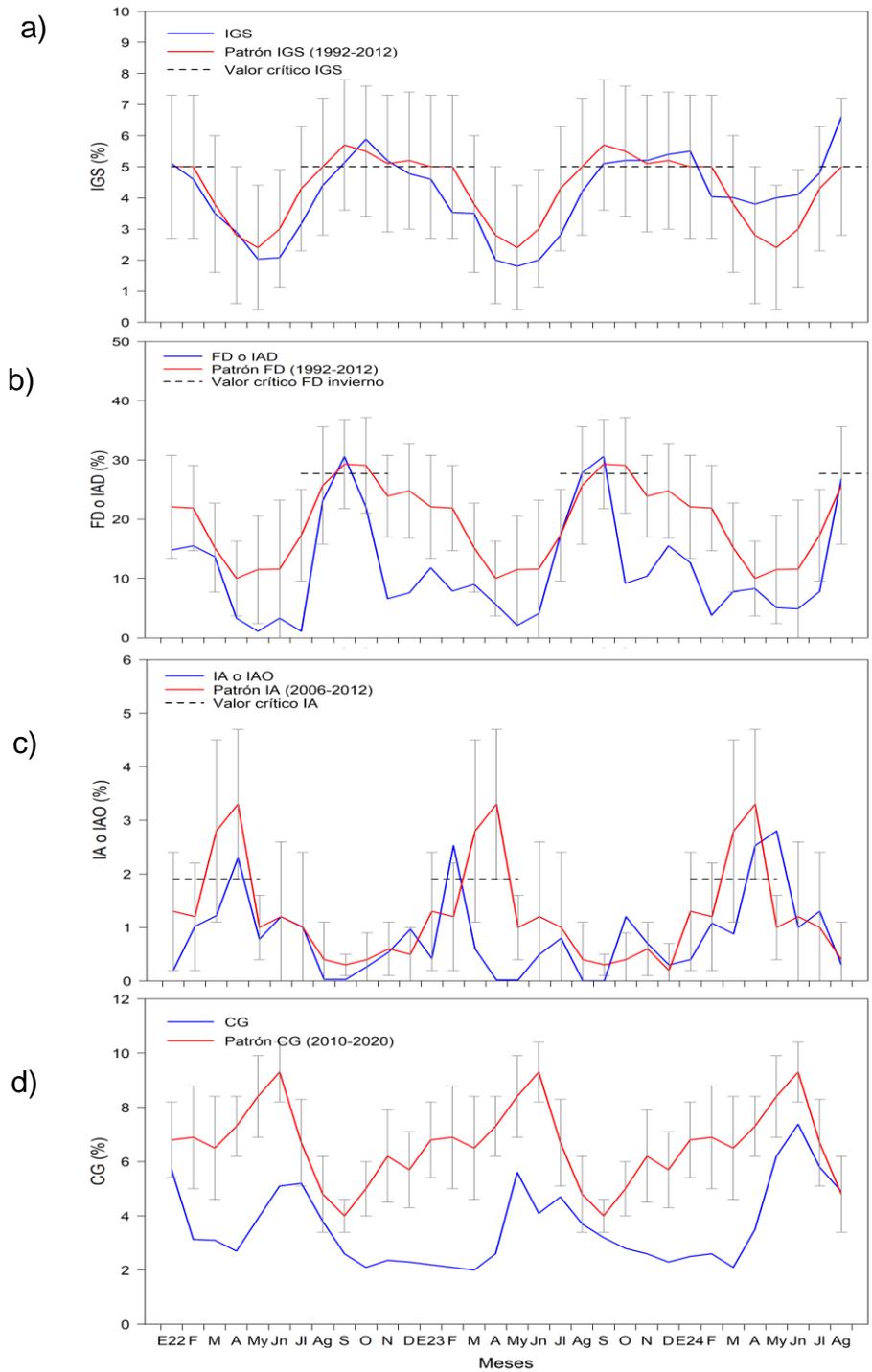


Figura 35. Indicadores reproductivos a) índice gonadosomático, b) fracción desovante, c) índice de atresia y de condición somática d) contenido graso de anchoveta peruana *Engraulis ringens* de enero del 2022 a agosto del 2024.

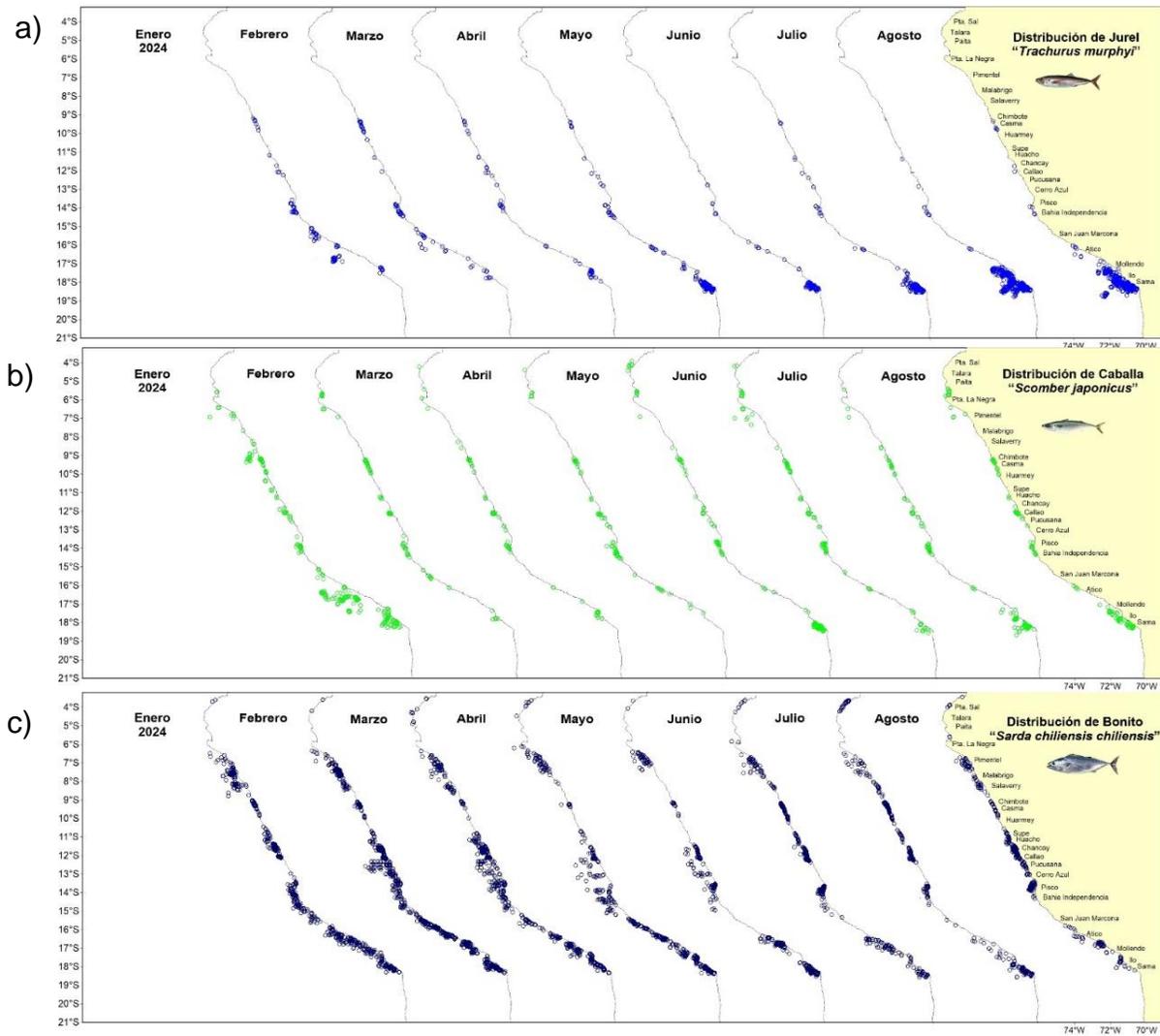


Figura 36. Distribución de los transzonales a) jurel, b) caballa y c) bonito durante enero al 09 de setiembre 2024.

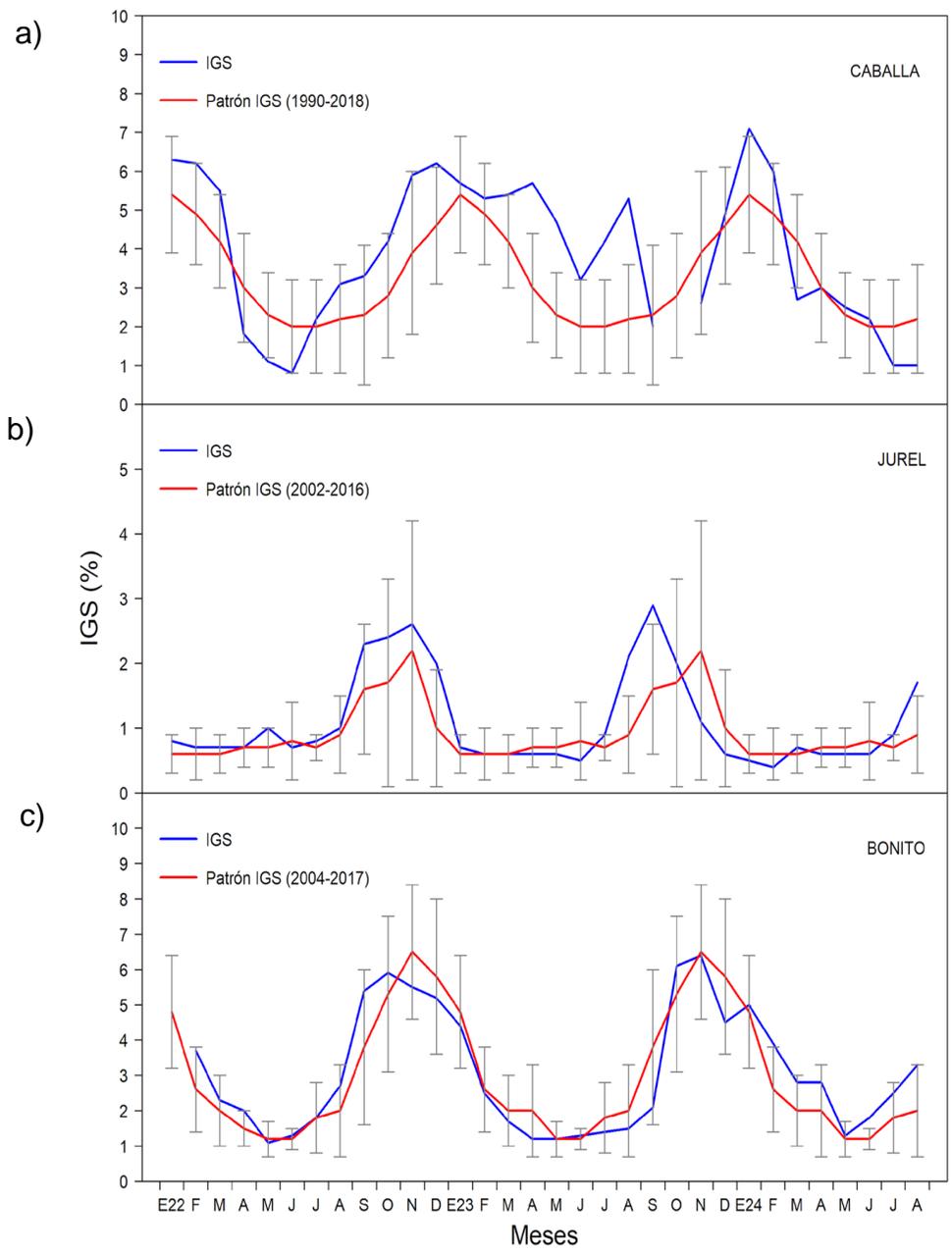


Figura 37. Índice gonadosomático de: a) caballa, b) jurel y c) bonito. Periodo enero del 2022 a agosto del 2024.

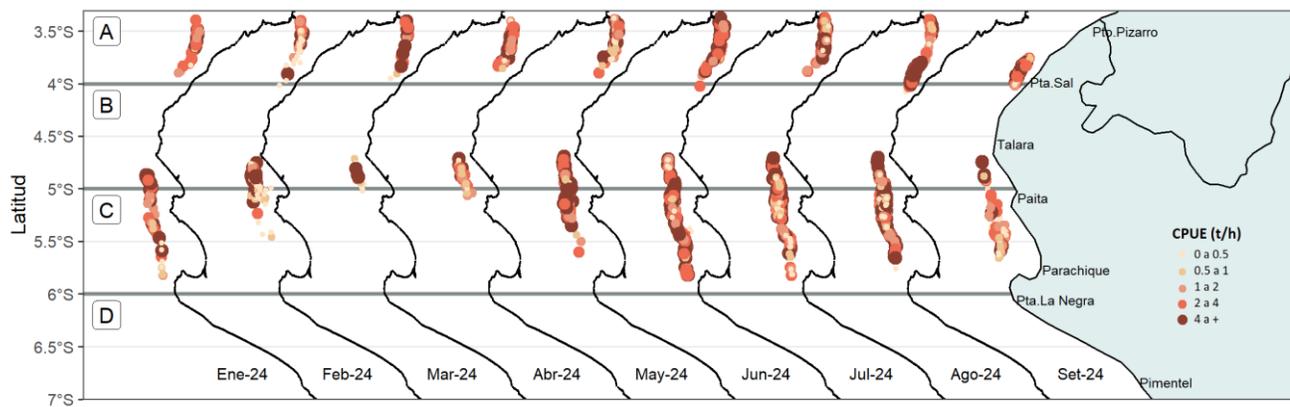


Figura 38. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en  $t h^{-1}$ ) por lance de pesca entre los meses de enero al 08 de setiembre de 2024 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

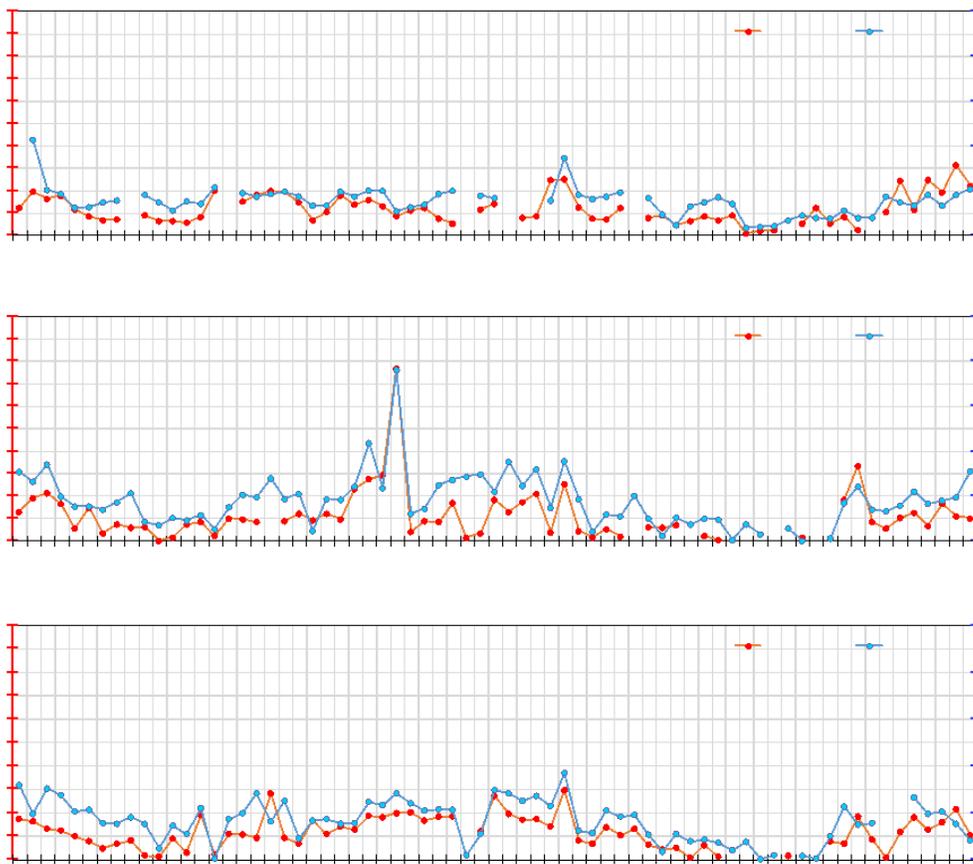


Figura 39. CPUE mensual ( $t h^{-1}$ ) por sub-área de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

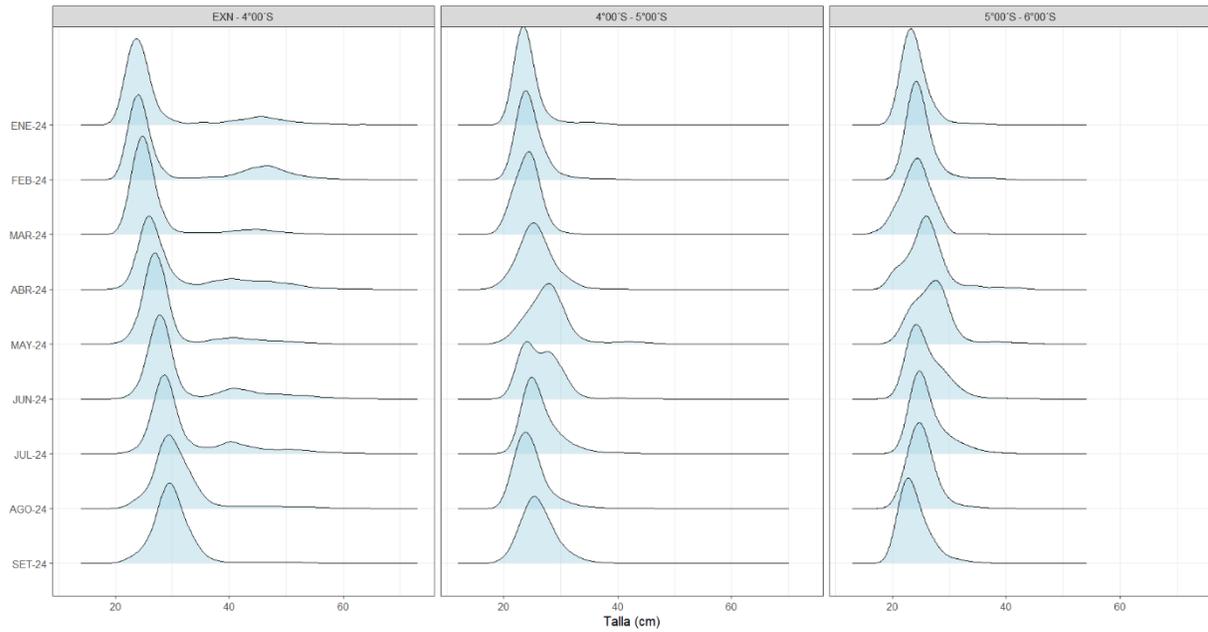


Figura 40. Distribución de tallas de merluza por sub-área (latitud) de enero al 08 de setiembre 2024, capturada por la flota industrial de arrastre.

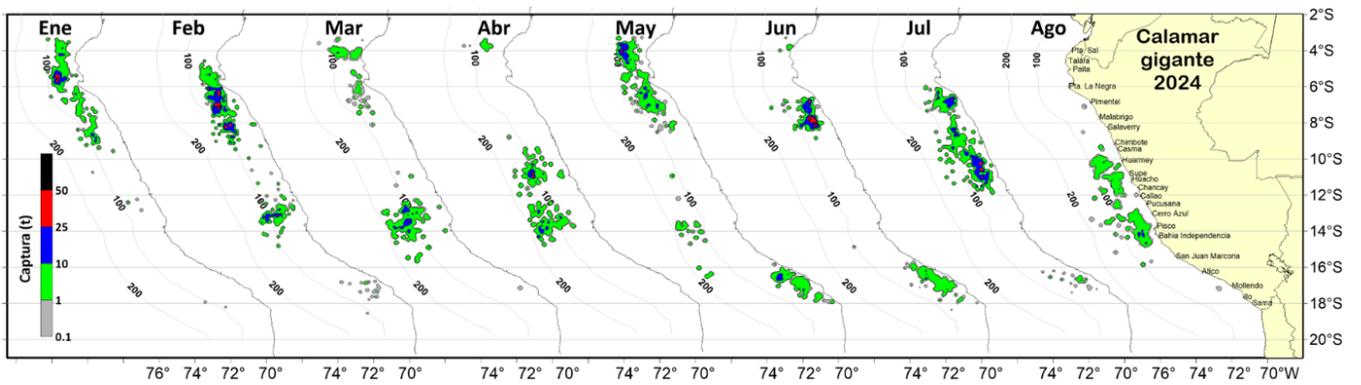


Figura 41. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero – agosto (preliminar) 2024. Fuente: IMARPE – ROSPAS – Oficina de Pesca Artesanal. Información preliminar para uso científico.

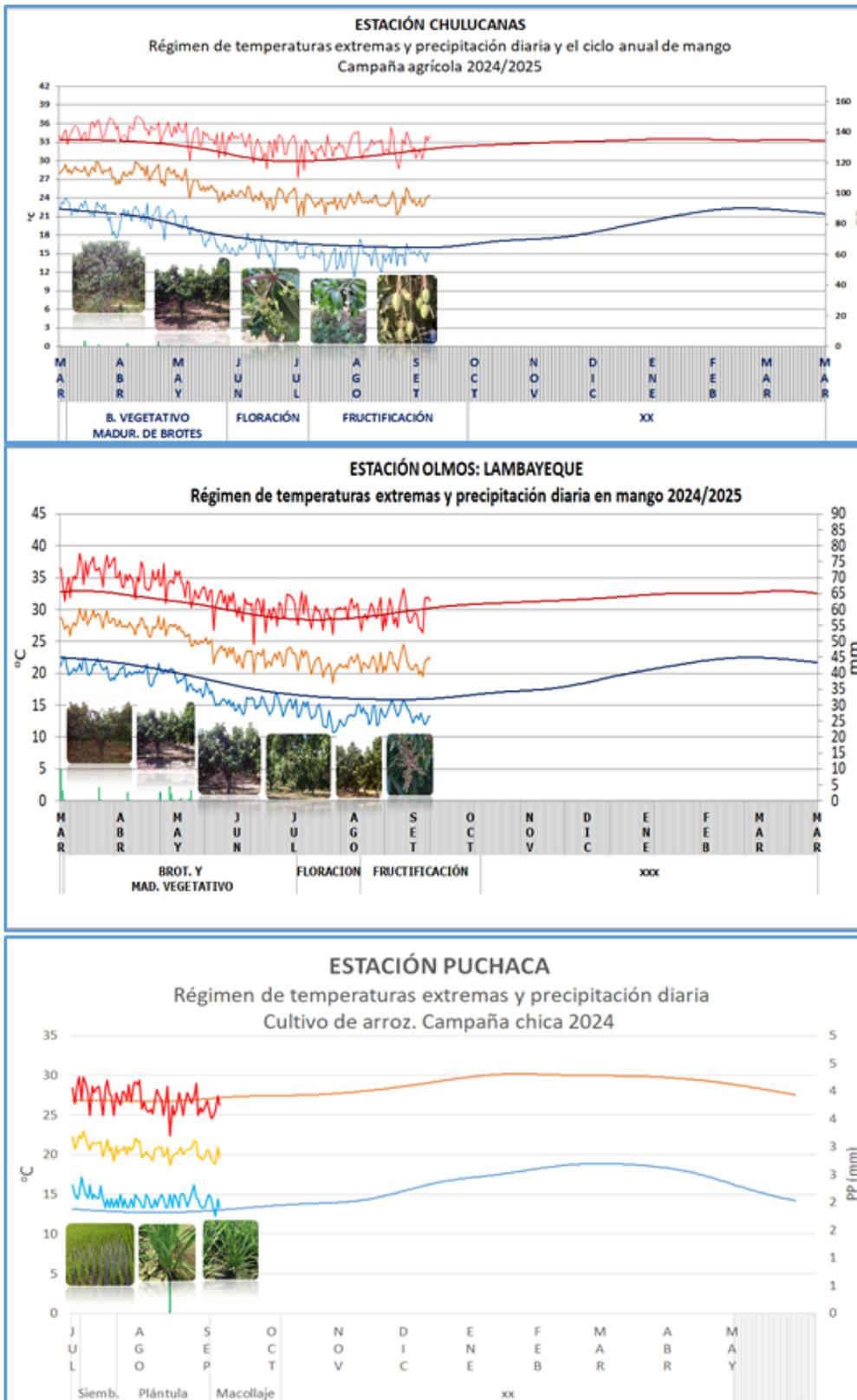


Figura 42. Monitoreo agrometeorológico del mango (Campaña 2024-2025) y arroz (Campaña 2024).  
Fuente: SENAMHI.

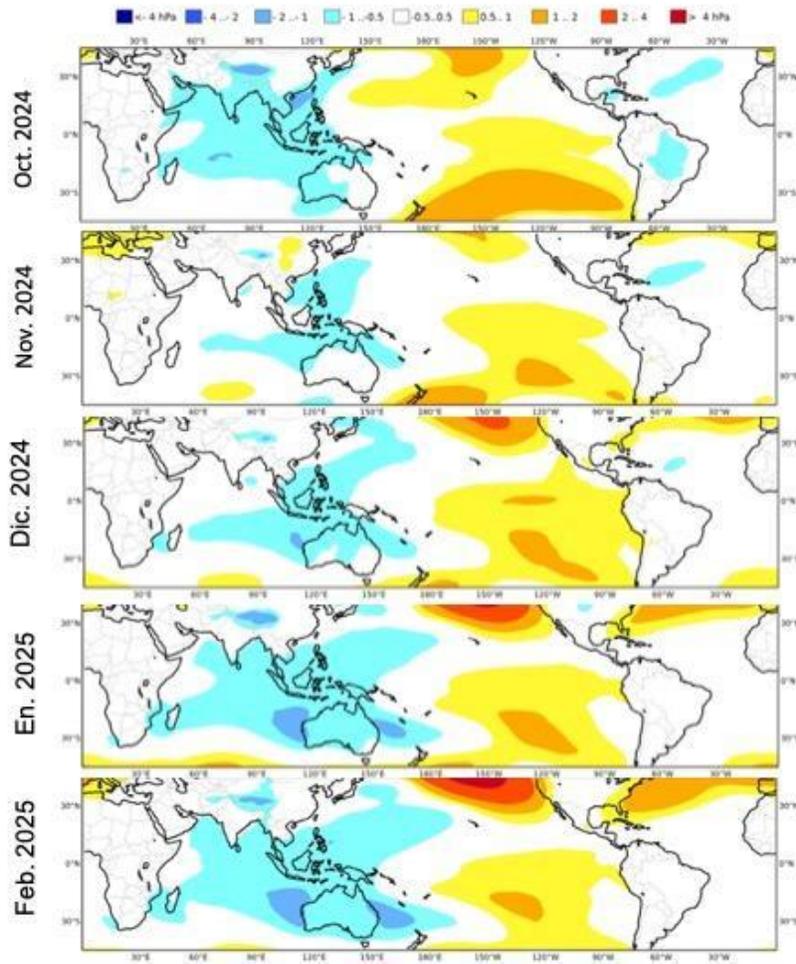


Figura 43. Mapas de pronóstico mensual del ensamblado de las anomalías de la presión atmosférica a nivel del mar en hPa, desde setiembre 2024 hasta enero 2025, usando el producto C3S multi-system proporcionados por the Copernicus Climate Change Service. iniciados el 01 agosto 2024. Adaptado por IMARPE.

IGP-UHM IA model v1.0: Probability of a strong EP EN event ( $E > 1.5$ ) in the following Jan:  
 0.02% (classif.), 0.00% (regress.) IC: August (Temporal) FT 1871-1984. Processing date: 11-09-2024

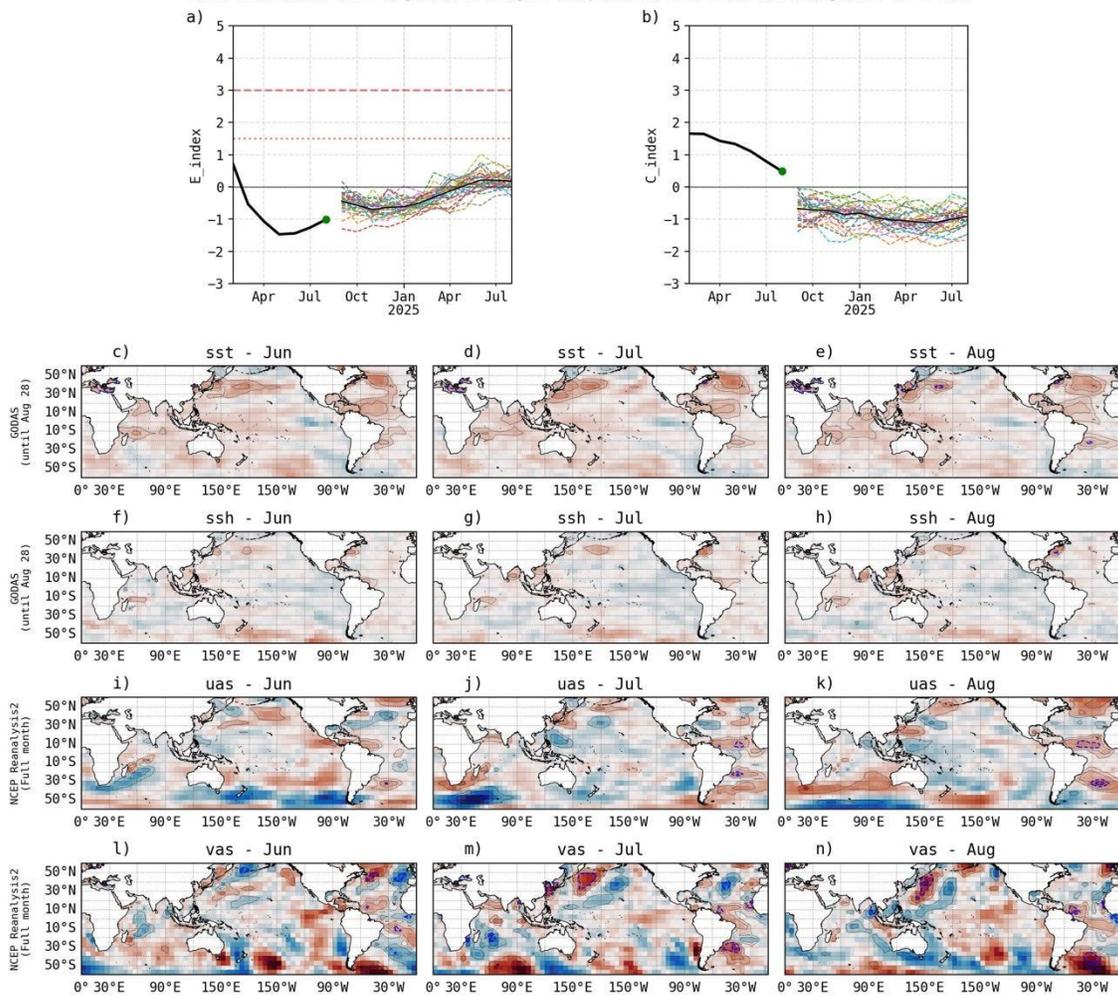


Figura 44. Pronóstico del índice E (Takahashi et al., 2011) a doce meses basado en un modelo de inteligencia artificial (Rivera Tello et al., 2023) para el pronóstico de El Niño extremo. (a) Muestra la evolución del índice E, representado con una línea gruesa de color negro, desde febrero de 2024 a agosto de 2024; el conjunto de líneas entrecortadas de colores indica el pronóstico del índice E desde setiembre de 2024 a julio de 2025. (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: mayo (primera columna), junio (segunda columna) y julio (tercera columna). Los contornos rojos (morados) de estos paneles indican regiones que favorecen (desfavorecen) al pronóstico de El Niño extremo.

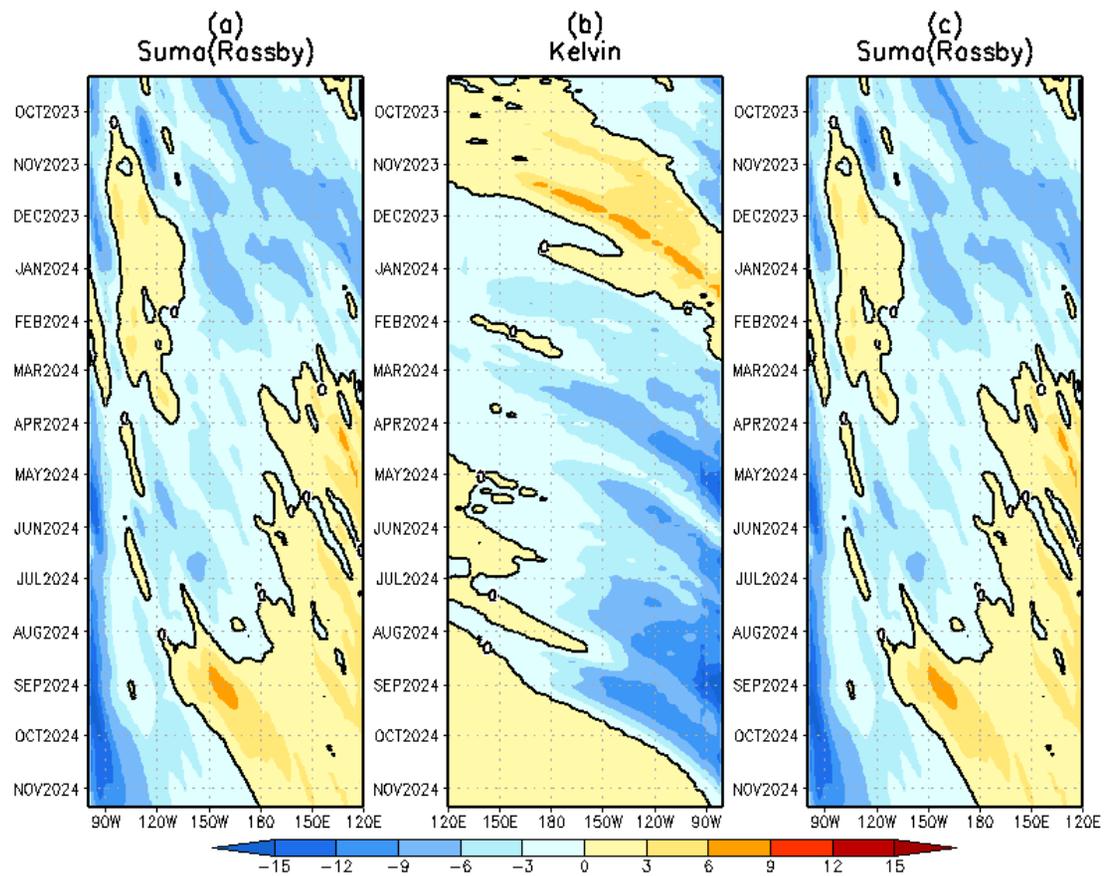


Figura 45. Diagrama longitud–tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOMIGP), forzando por NCEP y con termoclina variable. Fuente: IGP.

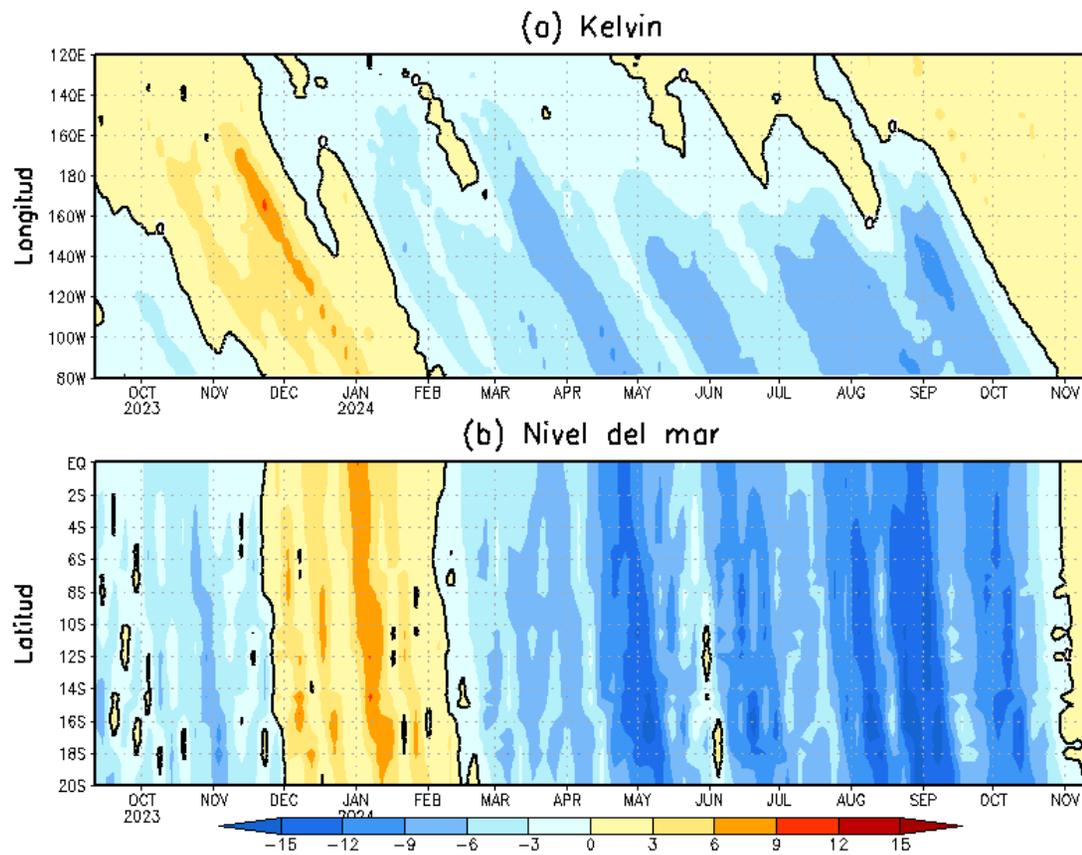


Figura 46. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico lineal (LOM) forzado con esfuerzo de viento del re-análisis de NCEP. La línea verde entrecortada indica el inicio de la simulación del pronóstico con esfuerzo de viento igual a cero. Elaborado por el IGP.

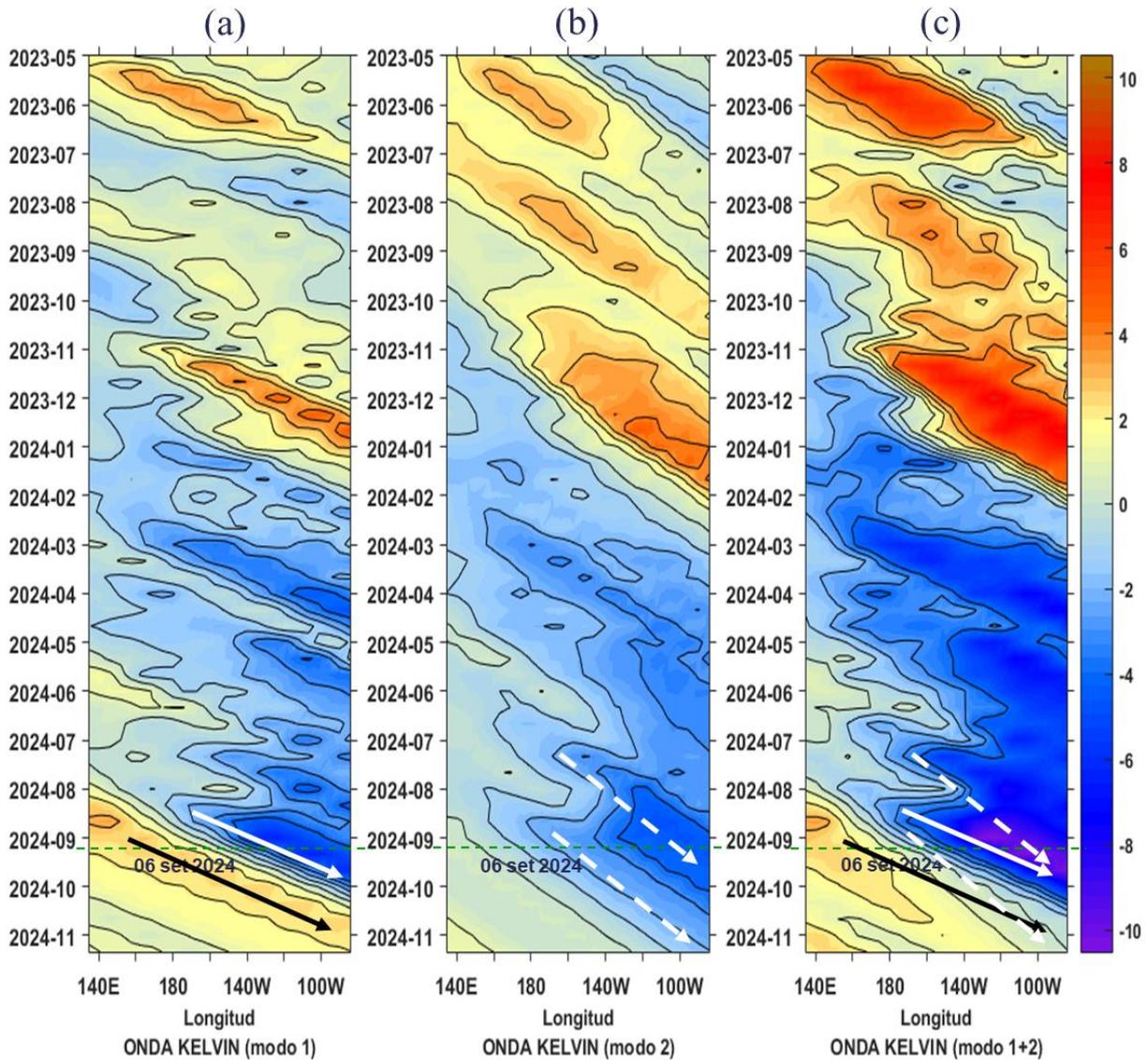


Figura 47. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial ( $0^{\circ}\text{N}$ ): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas 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

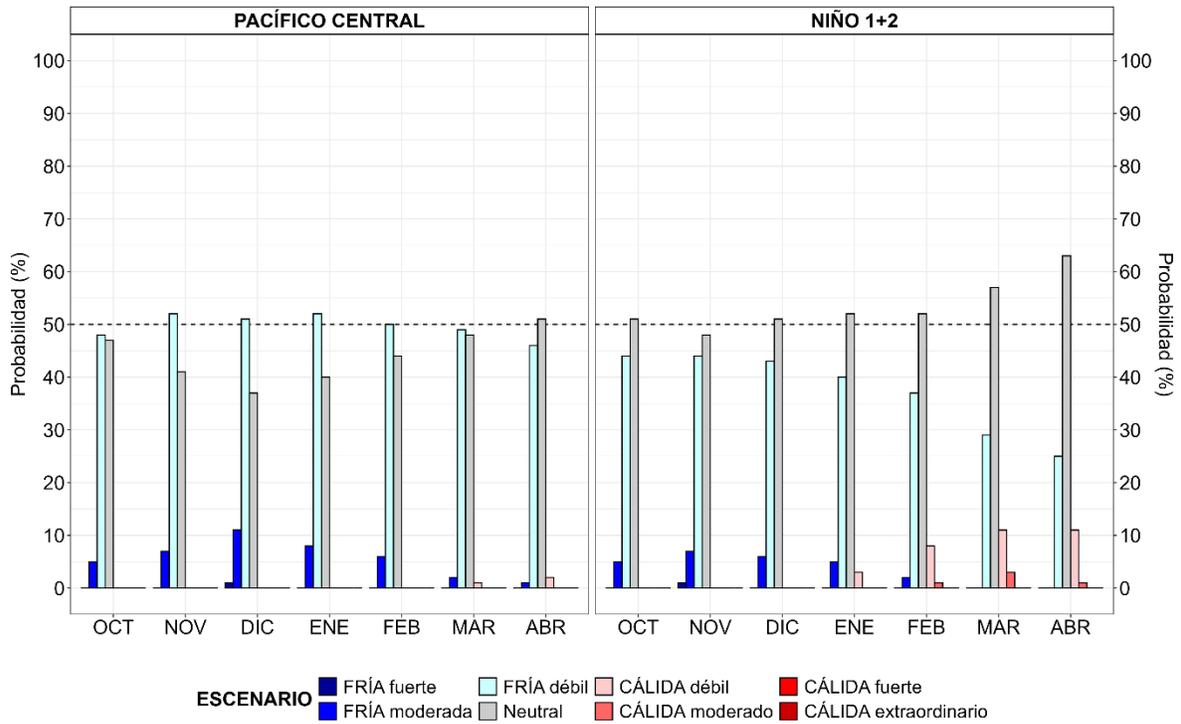


Figura 48. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, frías y neutras en el Pacífico central (región Niño 3.4, barras de la izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, barras de la derecha) de setiembre 2024 a abril 2025, determinadas por el ENFEN.

## 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>
- 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. (2012). *Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú* (p. 3) [Nota Técnica]. Comité Técnico del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. [https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/ENFEN/nota\\_tecnica/Definicion%20Operacional%20ENFEN\\_09abr12.pdf](https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/ENFEN/nota_tecnica/Definicion%20Operacional%20ENFEN_09abr12.pdf)

- Ham, Y.-G., Kim, J.-H. & Luo, J.-J. Deep learning for multi-year ENSO forecasts. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1559-7> (2019).
- Ham, Y.-G., Kim, J.-H., Kim, E.-S. & On, K.-W. 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> (2021).
- Helrich, K. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15a ed., Vol. 1). Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- 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., Tippet, 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>
- 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>

- Pietri, A., Colas, F., Mogollón, R. et al. 2021. *Marine heatwaves in the Humboldt current system: from 5-day localized warming to year-long El Niños.* *Sci Rep* 11, 21172. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00340-4> Takahashi et al., 2014
- Quispe, J. y L. Vásquez, 2015. Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros, 2016. El Índice Térmico Costero Peruano. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe, 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., Mosquera Vásquez, K. A., & Reupo, J. (2014). *El Índice Costero El Niño (ICEN): Historia y actualización.* <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4639>
- Urbina, B., & Mosquera Vásquez, K. A. (2020). *Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico.* <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4855>
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1982). *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e crescimento.*