

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



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**AÑO 10 N° 02**

**24 ENERO DE 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. Miguel Yamasaki Koizumi  
Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

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)

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

Ing. Juan Carlos Castro Vargas  
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Gral. Brigada Carlos Manuel Yañez Lazo  
Jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI

### Grupo de Trabajo Científico-Técnico

**COORDINACIÓN:** Kobi Mosquera (IGP)

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

**SENAMHI:** Grinia Ávalos, 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:** Jakie Rojas, José Luis Bustamante Albújar

**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°02, 24 enero de 2024, 63 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles en <http://enfen.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.

Fecha de Publicación: xx de enero de 2024



Diagnóstico Climático y  
Previsión de El  
Niño-Oscilación del Sur en  
el Perú al 24 de enero 2024

# Índice

|      |   |    |
|------|---|----|
| I.   | <a href="#">INTRODUCCIÓN</a>  | 6  |
| II.  | <a href="#">MÉTODOS</a>   | 6  |
| 2.1. | <a href="#">Variables</a>   | 6  |
|      | <a href="#">Temperatura Superficial del Mar (TSM)</a>                   | 7  |
| 2.2. | <a href="#">Índices</a>   | 7  |
|      | <a href="#">Índice Costero El Niño (ICEN)</a>                           | 7  |
|      | <a href="#">Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</a>  | 8  |
|      | <a href="#">Índices reproductivos de anchoveta</a>                      | 8  |
| 2.3. | <a href="#">Modelos y Pronósticos</a>                                   | 8  |
|      | <a href="#">Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)</a>                        | 8  |
|      | <a href="#">Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</a>               | 8  |
|      | <a href="#">Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</a>                       | 9  |
|      | <a href="#">Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</a>          | 9  |
|      | <a href="#">Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</a>             | 9  |
| III. | <a href="#">CONDICIONES OBSERVADAS AL 24 DE ENERO DE 2024</a>           | 10 |
| 3.1. | <a href="#">Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</a> | 10 |
| 3.2. | <a href="#">Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</a>            | 18 |
| 3.3. | <a href="#">Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</a>  | 32 |
| 3.4. | <a href="#">Condiciones hidrológicas</a>                                | 42 |
| 3.5. | <a href="#">Condiciones agrometeorológicas</a>                          | 44 |
| IV.  | <a href="#">PERSPECTIVAS</a>  | 45 |
| V.   | <a href="#">CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</a>                          | 51 |
| VI.  | <a href="#">REFERENCIAS</a>   | 52 |
| VII. | <a href="#">ANEXO</a>   | 54 |

## 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 (teleconexiones). En el caso de Perú, el efecto en las precipitaciones puede darse en gran parte del territorio nacional, por ejemplo, en El Niño y 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 ENOS, reportando periódicamente el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos en el Pacífico ecuatorial, sudoriental, haciendo énfasis frente a la costa de Perú. Asimismo, 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°-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 *re análisis* 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).

### **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).

---

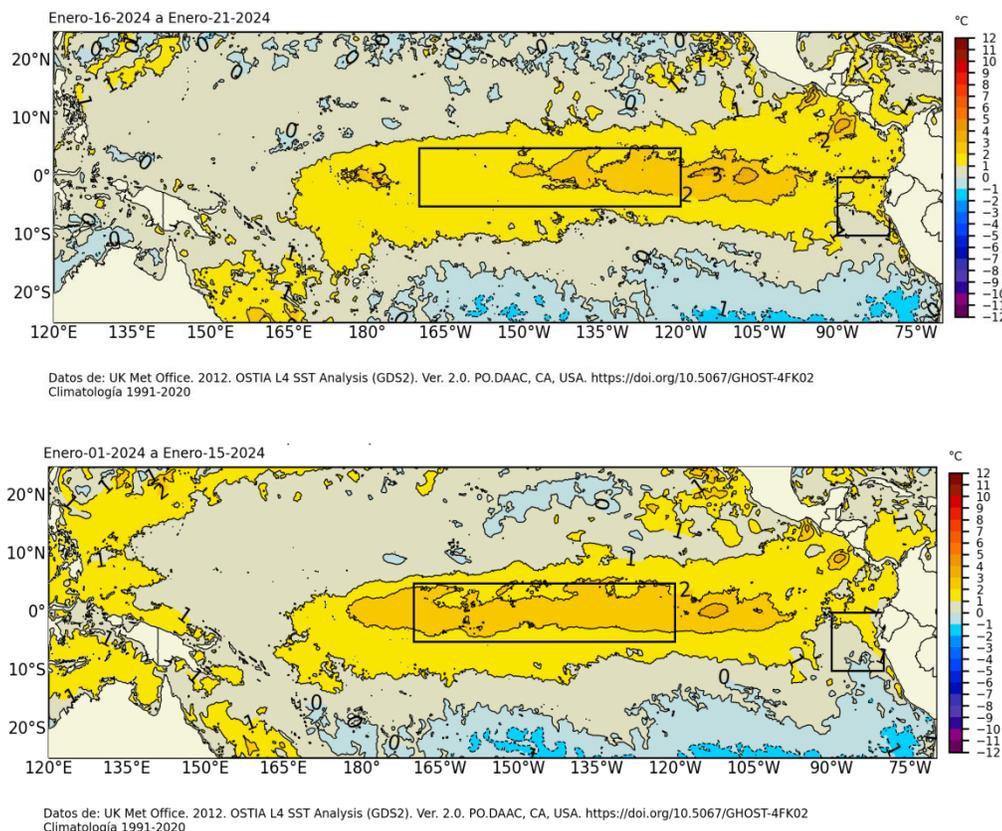
<sup>1</sup> Null J. El Niño and La Niña Years and Intensities. [(accedido el 2 junio 2021)]; Disponible en línea: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>.

<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 24 DE ENERO DE 2024

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

En el Pacífico ecuatorial las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) disminuyeron, tal como se observa en las observaciones de enero (**Figura 1, Tabla 1**). Según los datos semanales del OISST en la región Niño 3.4 para la tercera semana de enero 2024 se registró una anomalía de +1,7 °C; en la región Niño 3, de +1,9 °C y en la región Niño +1+2, de 0,8 °C (**Tabla 2**).



**Figura 1.** Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico Tropical del a) 16 al 21 de enero 2024 y b) del 01 al 15 de enero 2024. Fuente: OSTIA. Climatología: 1991-2020. Procesamiento: DIHIDRONAV.

**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 |       |      |
| Jul. 23                              | 24.94    | 2.98 | 27.41  | 1.60 | 28.32    | 1.02   | 29.60 | 0.70 |
| Ago.                                 | 24.30    | 3.29 | 27.12  | 2.00 | 28.20    | 1.35   | 29.72 | 0.93 |
| Set.                                 | 23.15    | 2.42 | 27.01  | 2.10 | 28.32    | 1.60   | 29.88 | 1.12 |
| Oct.                                 | 23.34    | 2.32 | 27.13  | 2.15 | 28.43    | 1.72   | 29.99 | 1.23 |
| Nov.                                 | 23.73    | 2.08 | 27.20  | 2.10 | 28.72    | 2.02   | 30.21 | 1.51 |
| Dic 23                               | 24.42    | 1.61 | 27.27  | 2.05 | 28.67    | 2.07   | 30.05 | 1.51 |

**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   |
| 20-Dic-23                          | 24.6 1.6 | 27.3 2.1 | 28.6 2.0 | 29.8 1.4 |
| 27-Dic-23                          | 24.2 0.8 | 27.4 2.1 | 28.6 2.0 | 29.7 1.4 |
| 03-Jan-23                          | 24.7 1.0 | 27.4 2.0 | 28.4 1.9 | 29.7 1.4 |
| 10-Jan-24                          | 25.0 0.9 | 27.4 2.0 | 28.4 1.9 | 29.7 1.5 |
| 17-Jan-24                          | 25.4 0.8 | 27.5 1.9 | 28.2 1.7 | 29.5 1.4 |

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de noviembre y el ICEN temporal (ICEN- tmp) de diciembre indican condiciones cálidas fuertes y cálidas moderadas, respectivamente. Por otro lado, los valores del ONI de noviembre y el temporal (ONItmp) de diciembre corresponden a las condiciones cálidas fuertes (Tabla 3).

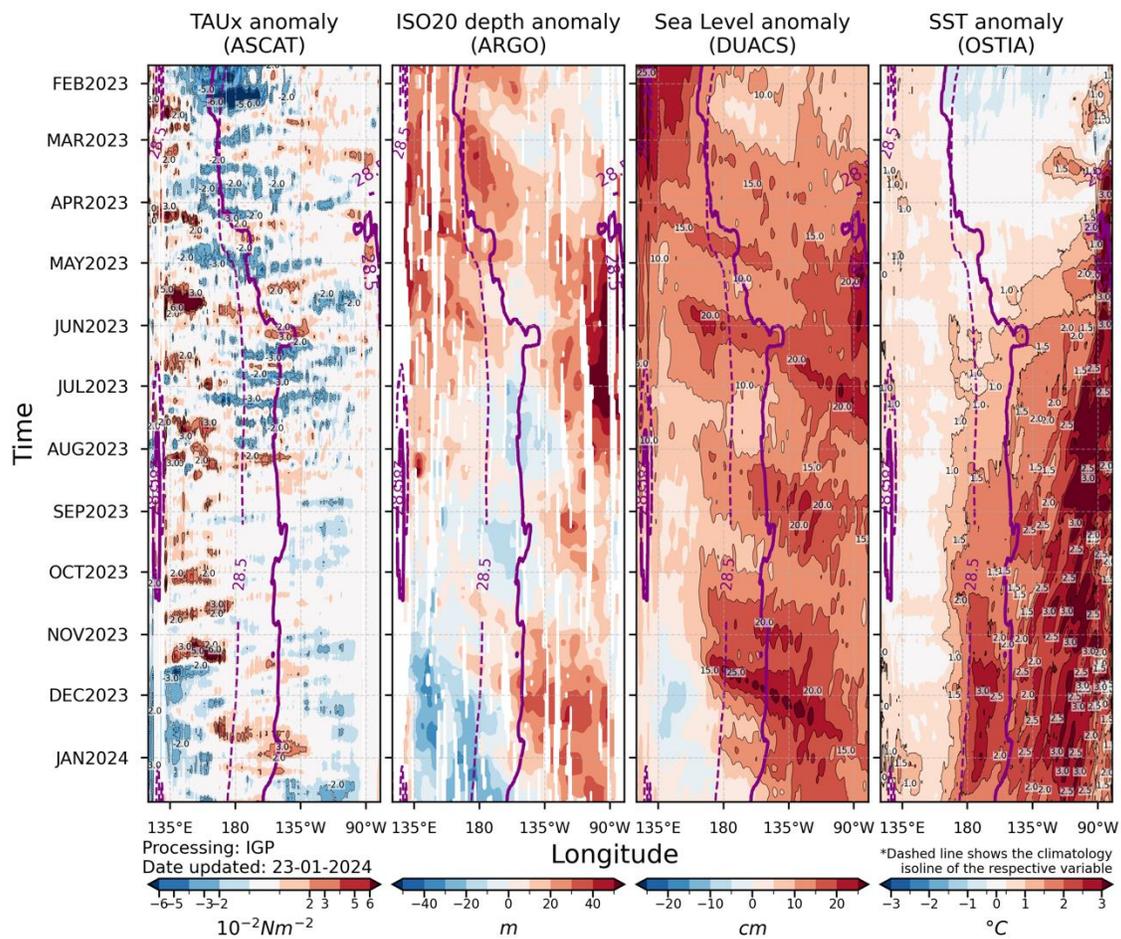
**Tabla 3.** Valores del ICEN y ONI desde diciembre de 2022 hasta noviembre de 2023 y, además, sus valores temporales de diciembre.

| Valores del índice Costero El Niño |         |                 | ONI    |                 |
|------------------------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|
| Mes                                | ICEN    | Categoría       | ONI    | Categoría       |
| dic-22                             | -0,81   | Neutro          | -0,83  | Fría Débil      |
| ene-23                             | -0,27   | Neutro          | -0,71  | Fría Débil      |
| feb-23                             | 0,42    | Cálida Débil    | -0,45  | Neutro          |
| mar-23                             | 1,51    | Cálida Moderada | -0.16  | Neutro          |
| abr-23                             | 2,19    | Cálida Fuerte   | 0,14   | Neutro          |
| May-23                             | 2,55    | Cálida Fuerte   | 0,47   | Neutro          |
| Jun-23                             | 2,62    | Cálida Fuerte   | 0,77   | Cálida Débil    |
| jul-23                             | 2,94    | Cálida Fuerte   | 1,06   | Cálida Moderada |
| 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   |
| Mes                                | ICENtmp | Mes             | ONItmp | Mes             |
| dic-23                             | 1,49    | Cálida Moderada | 1,97   | Cálida Fuerte   |

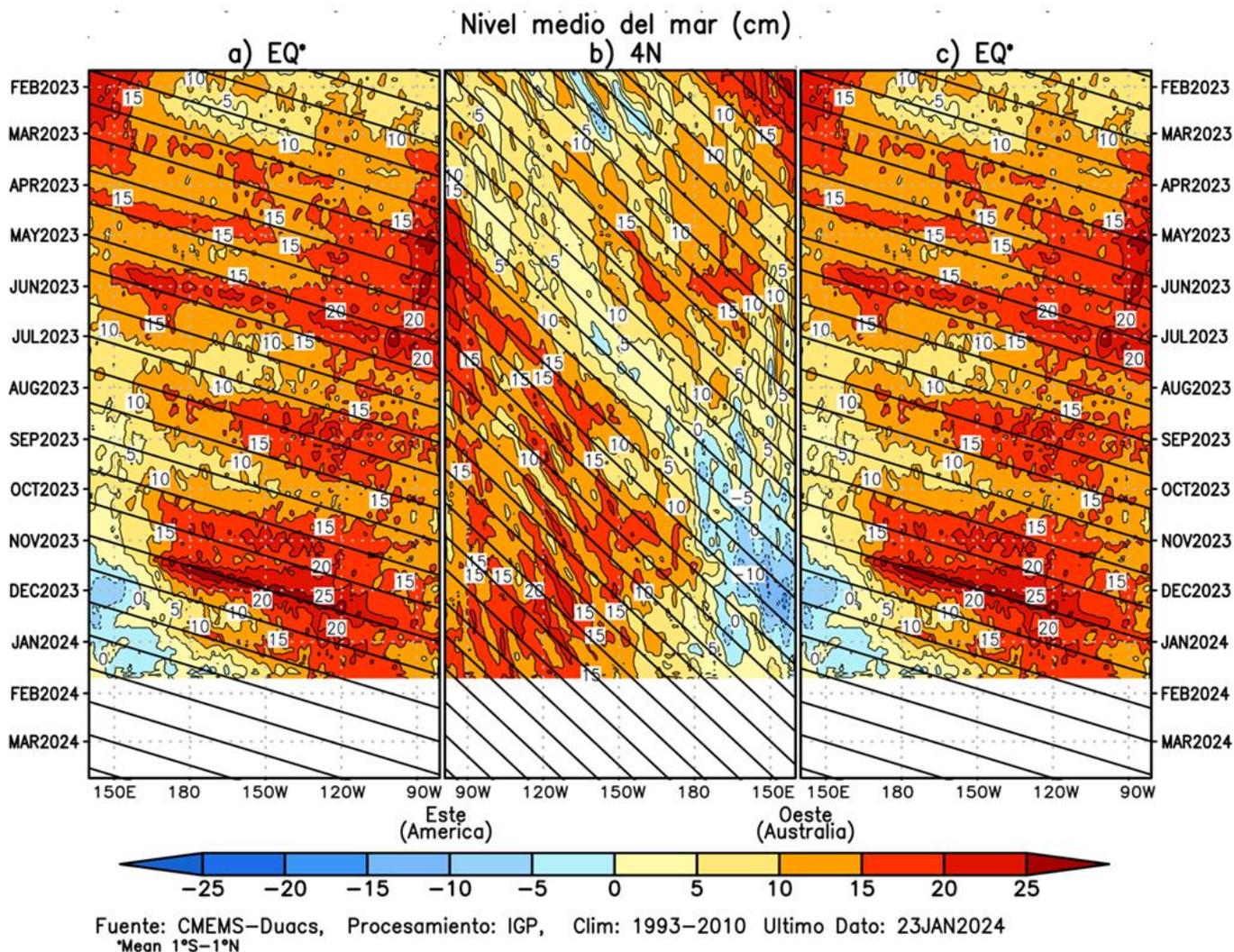
Fuente: IGP

Según la información de altimetría satelital, la onda de Kelvin cálida —formada por el pulso de viento desarrollado a mediados de diciembre alrededor de la línea de cambio de fecha y fortalecido con el pulso de viento formado a fines de diciembre alrededor de  $140^{\circ}\text{W}$ — se localiza alrededor de  $90^{\circ}\text{W}$ , pero con una intensidad inferior a la observada anteriormente (**Figura 2**). Por otro lado, la señal de la onda de Kelvin fría se localiza en  $135^{\circ}\text{W}$  (**Figura 2**). En esta misma variable, la magnitud del paquete de ondas de Rossby frías en la zona occidental empieza a disminuir y su máximo valor se habría dado en diciembre (**Figura 3**). En la termoclina, el núcleo de la onda de Kelvin cálida habría iniciado su arribo a la costa americana; sin embargo, también se observa una disminución de su magnitud en el extremo oriental (**Figura 2**). En relación a la onda de Kelvin fría, esta continúa aproximándose a la costa americana y se localiza, actualmente, en  $130^{\circ}\text{W}$ . Finalmente, la información de la TSM en el Pacífico Ecuatorial muestra un desplazamiento gradual al oeste de la piscina de agua cálida (TSM  $> 28,5^{\circ}\text{C}$ ), hacia su posición climatológica, lo que está vinculado a la reciente disminución de las anomalías de la TSM en el Pacífico central.

( $2^{\circ}\text{S}$  to  $2^{\circ}\text{N}$  average)



**Figura 2.** Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de  $20^{\circ}\text{C}$  Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.



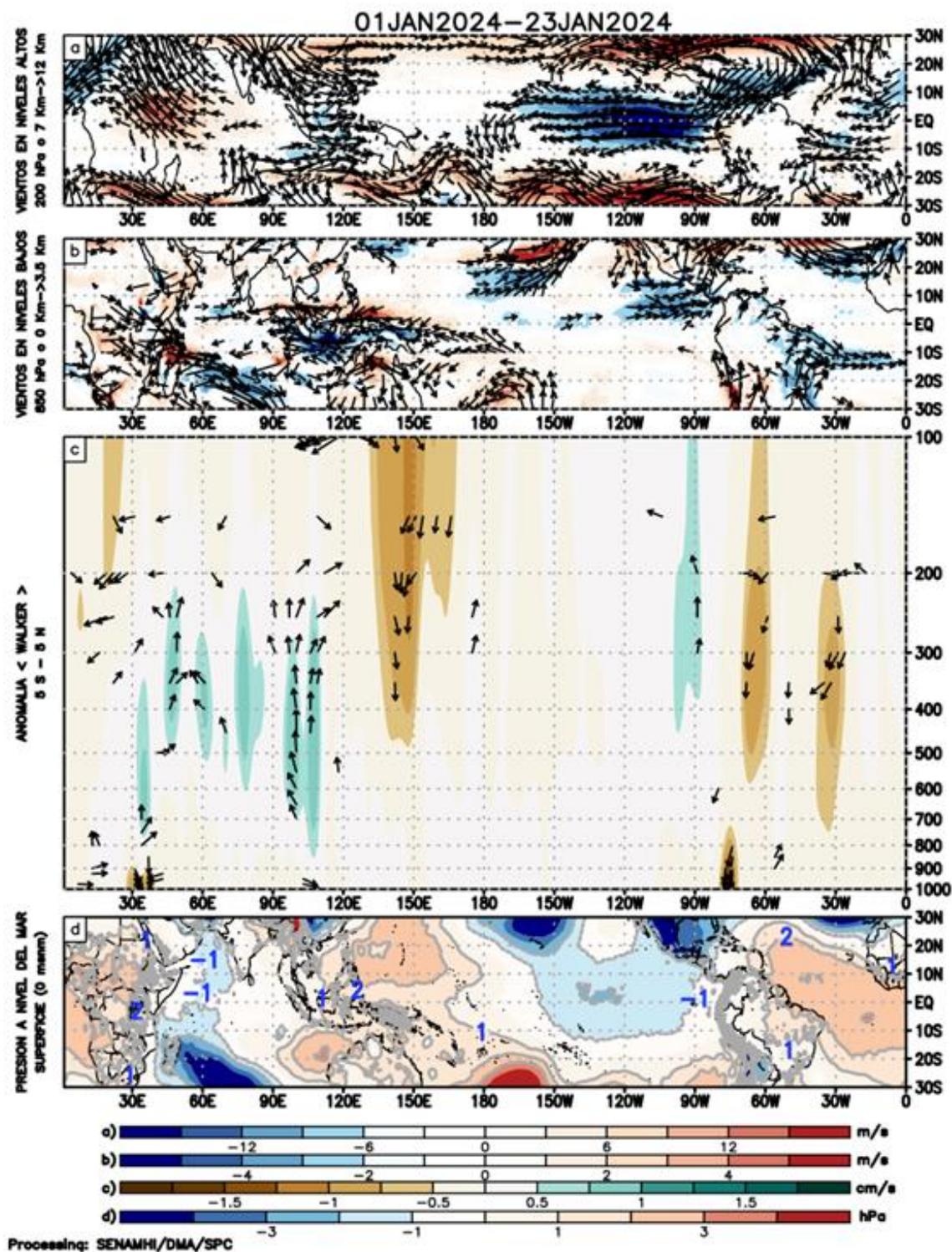
**Figura 3.** Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS-Duac a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°N (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras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

En promedio para enero de 2024 (01-23 ene), continuaron observándose anomalías negativas de la presión atmosférica en el Pacífico central, extendiéndose hacia la región oriental y principalmente en la zona norte; sin embargo, respecto al mes anterior estas anomalías negativas tendieron a condiciones neutras, cambiando de valor de  $-2$  a  $-1$  hPa en promedio. Sobre la franja del mar continental, se mantuvieron anomalías positivas de presión atmosférica que favorecieron cierta ausencia de precipitaciones sobre la región. Además, en el Pacífico oriental, la subsidencia en continente de la circulación Walker se fortaleció con respecto a diciembre, por lo que ya no se aprecian patrones convectivos entre  $45^{\circ}\text{W}$  y  $60^{\circ}\text{W}$ ; sin embargo, en  $90^{\circ}\text{W}$  persiste esta convección (**Figura 4 c y d**). El gradiente de presión desde el mar continental hacia el este favorece el dominio de flujos de anomalías del oeste desde los  $150^{\circ}\text{E}$  a  $120^{\circ}\text{W}$  (**Figura 4 b y d**); sin embargo, este gradiente se ha debilitado respecto al mes anterior.

La media móvil del Índice de Oscilación del Sur (SOI, por sus siglas en inglés) al 22 de enero del 2024, alcanzó el valor de +8.3, más asociado a condiciones favorables para flujos del este. Por otro lado, el ramal subsidente de la circulación de Walker, sobre la franja de los 150°E mostró una reducción del área que abarcó respecto a lo observado en diciembre (en diciembre se ubicó entre los 90°E a 150°E), además en diciembre persistió la fase divergente de la MJO, estando muy activa entre los 170°E a 170°W (**Figura 4c**) con una convección que se incrementó significativamente; mientras que sobre la región continental (Sudamérica) un cambio importante se dio desde la segunda semana de diciembre, en donde se tuvo una fase divergente de la MJO, (a diferencia de noviembre, ver **Figura 5 c**); sin embargo, en el transcurso del mes de enero del 2024 y hasta los primeros días de febrero se espera que la fase convergente persista y se propague desde el Pacífico central hacia el Pacífico oriental y las costas de Perú.

Entre el 1 y el 23 de enero, en niveles bajos de la tropósfera (850 hPa) se detectaron anomalías positivas de vientos del oeste entre 150°E a 90°W (**Figura 4 b**). En niveles de alta tropósfera de la franja tropical se observaron anomalías de flujos del este en forma predominante desde los 180°W hasta los 90°W; mientras que, entre la franja de las latitudes de los 10°S a 30°S, dominó un patrón de anomalías del oeste, que hacen un ingreso a la región sur del Perú que favorecerían eventos de lluvia puntuales por la advección de aire seco y frío (que propicia convección), siendo estos eventos de forma localizada y de corta duración en la zona altoandina.

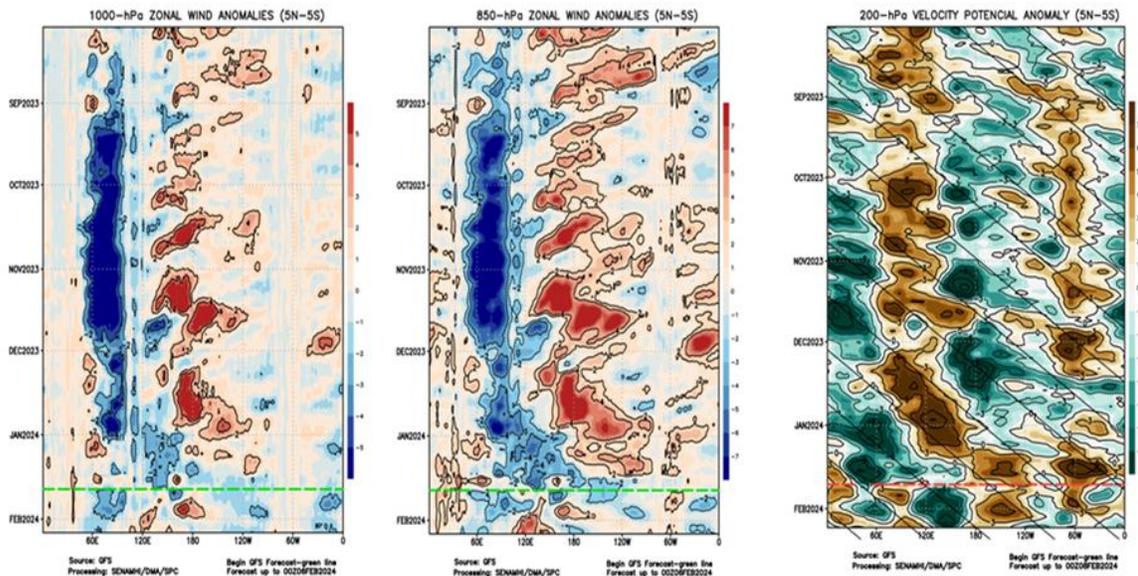
En diciembre, en niveles bajos de la atmósfera (capa de 1000-850 hPa), se observaron anomalías del oeste en el Pacífico occidental (150°E a 120°W) reduciendo su extensión en el tiempo en comparación con el mes de noviembre; las anomalías próximas a superficie (1000 hPa) oscilaron entre 1 a 5 m/s, mientras que en niveles de 850 hPa los valores llegaron hasta los 7 m/s (**Figura 5 a y b**). En zonas cercanas a continente se observaron ligeras anomalías del este, condición que fue favorecida por la intensificación del Anticiclón del Pacífico Sur (APS), ubicado al suroeste de su posición habitual con anomalías de hasta +5 hPa (en su núcleo, ver **Figura 6**). Por otro lado, en el transcurso de enero 2024, principalmente en los últimos días hasta el 23 de enero, se ha observado un cambio de patrón de anomalías del oeste a este que se extiende a lo largo del Pacífico Central, lo que probablemente contribuirá a continuar reduciendo las anomalías de la TSM en esa región (**Figura 5 a y b**).



**Figura 4.** Análisis de la circulación atmosférica (Walker) entre el 1-23 de enero de 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.

Por otro lado, en diciembre la MJO mostró su fase divergente en la franja ecuatorial desde los 150°E a 120°W y su núcleo más intenso se dio en los 180° concordante con la zona de mayor convección que se observó en la circulación Walker (**Figura 4c** y **Figura 5c**).

A partir de enero 2024 y desde la línea de pronóstico para la primera semana de febrero 2024 (**Figura 5**), la fase convergente (zona convergente en altura) continúa desplazándose desde los 120°E hacia el este llegando a la zona continental (Sudamérica), limitando procesos convectivos de gran desarrollo vertical. Los modelos GFS y CFS, difieren en el comportamiento de desplazamiento de la MJO hacia continente, debido a que el CFS muestra más una fase divergente que se propagaría hacia la zona continental de Sudamérica.

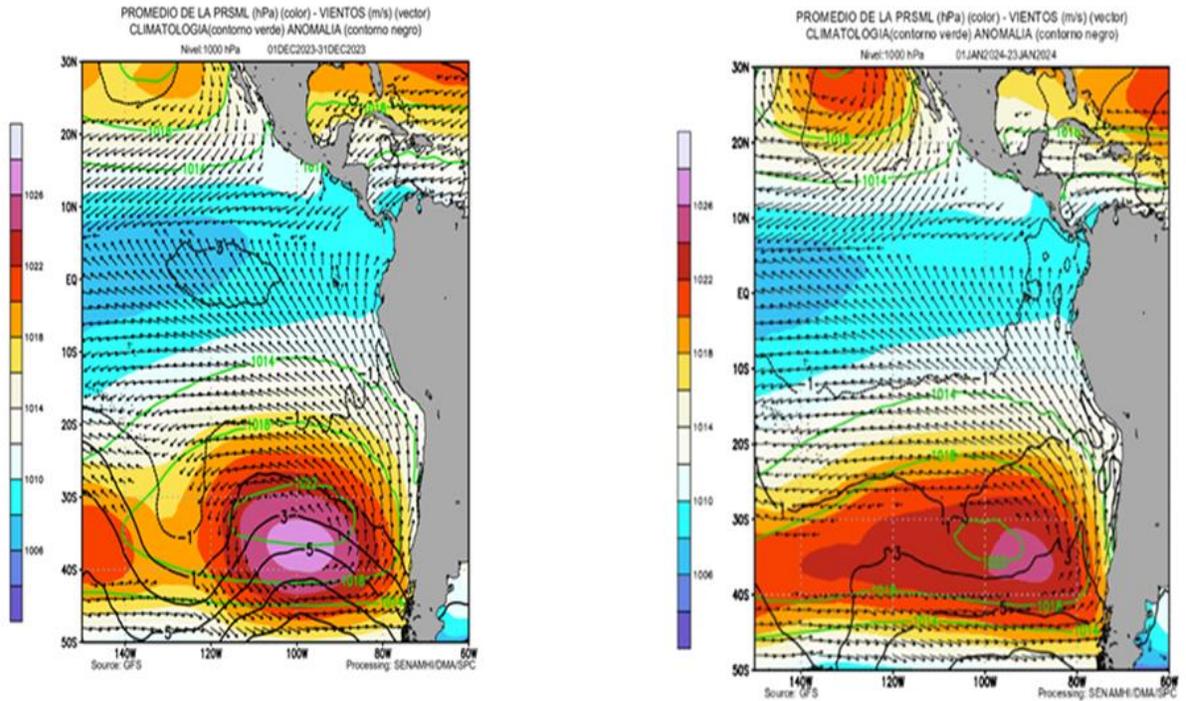


**Figura 5.** Anomalías promedio, entre los 5°N y 5°S entre agosto 2023 a febrero del 2024 (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. Las líneas verdes (a y b) y roja (c) muestran el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

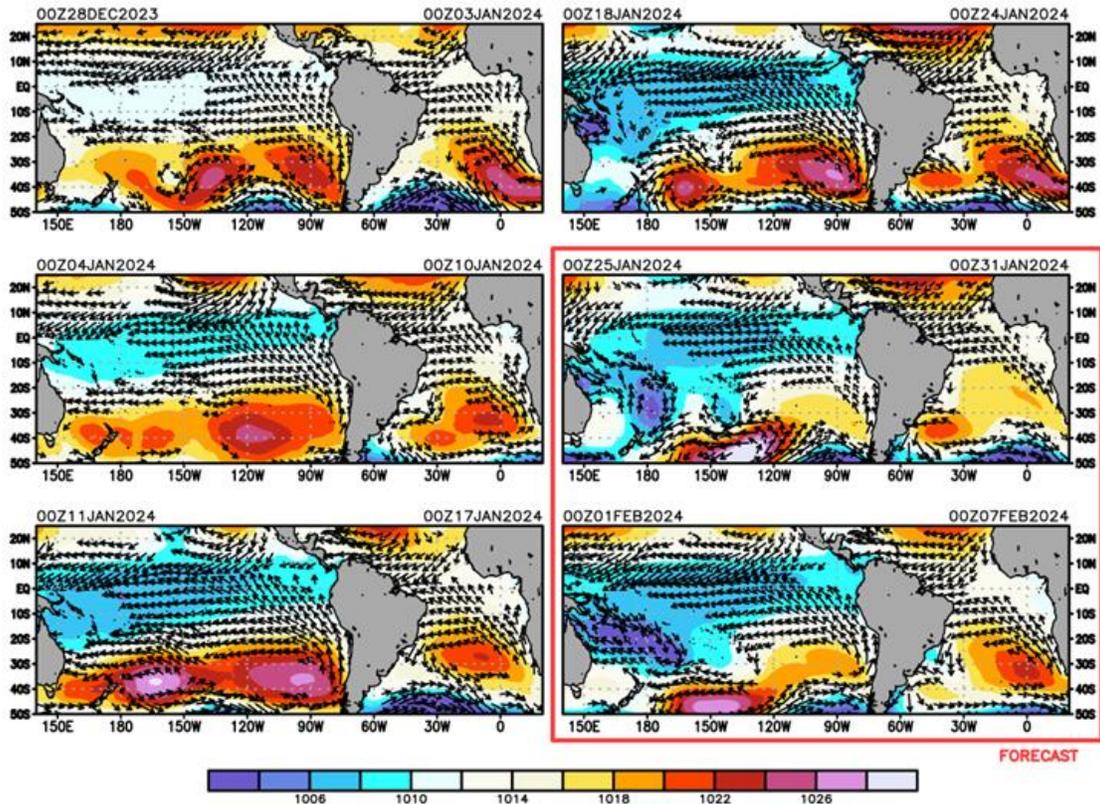
El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para diciembre, mostró una configuración zonal, con intrusiones de la Zona de convergencia del Pacífico sur (ZCPS) dividiendo el APS en dos núcleos (occidental – oriental), en donde el más intenso se ubicó relegado hacia el suroeste de la costa oeste de Sudamérica con valores de hasta 1030 hPa (40°W-100°W) con anomalías hasta de +5 hPa, mientras que el segundo núcleo estuvo ubicado al oeste (40°S - 150°W, Figura 6). El comportamiento del APS para el mes de enero 2024 (1 al 23) ha presentado una configuración más zonal y cercana a costa, ubicado al sureste de su posición climatológica, con una menor intensidad respecto a diciembre, llegando a 1024 hPa y una anomalía de hasta +3hPa (**Figura 6**).

El pronóstico del GFS indica que los vientos alisios entre el 24 al 28 de enero 2024 estarían presentándose debilitados con episodios cortos de anomalías de vientos del oeste cercanos a la costa central y norte del Perú, asociados al debilitamiento del APS, lo que favorecerá ingreso de humedad y aire cálido principalmente para la zona norte de la costa peruana (**Figura 7 y Figura 8**).

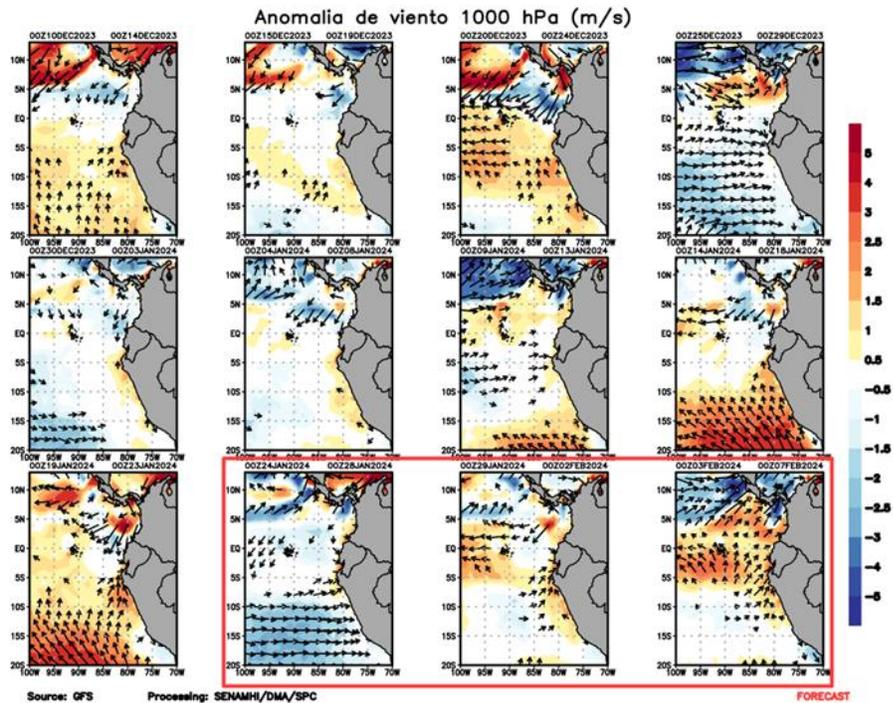
Finalmente, entre el 29 de enero al 7 de febrero 2024, el debilitamiento del APS persistiría con un núcleo de 1018 hPa (**Figura 7**); sin embargo, ocurriría una ligera intensificación de los vientos alisios en la costa peruana debido al gradiente de presión ligeramente intensificado entre la costa central y norte del Perú (**Figura 8**).



**Figura 6.** Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (matiz de colores) entre el 1 al 31 de diciembre (izq.) de 2023 y 01 al 23 de enero (der.) de 2024, a) presión atmosférica climática (línea verde) y presión actual en matiz de colores b) Anomalía de viento en 850 hPa (m/s, vectores) y anomalía de presión (línea negra). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

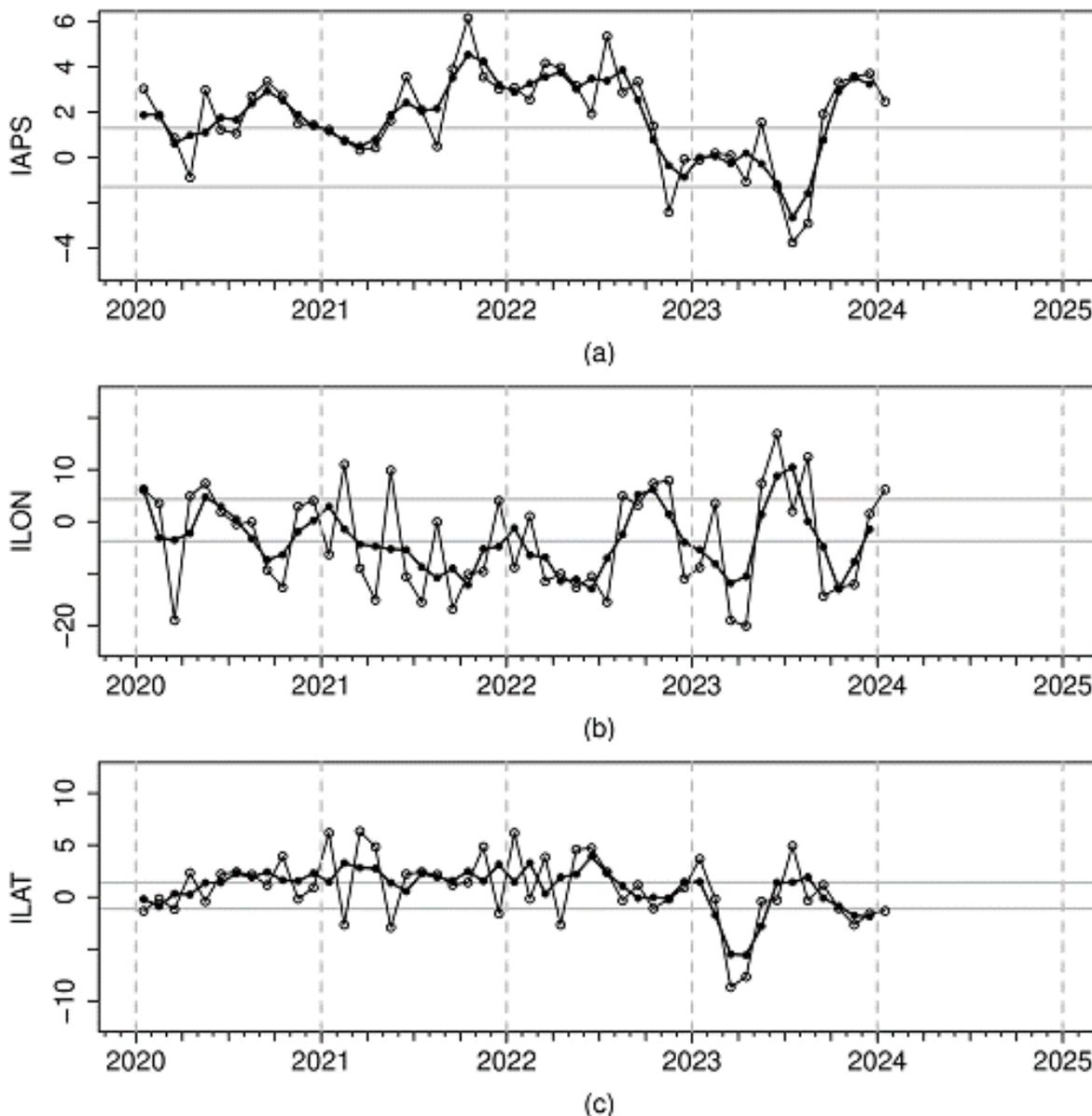


**Figura 7.** Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 28 de diciembre del 2023 al 24 de enero de 2024. Pronóstico: del 25 de enero al 07 de febrero del 2024. Procesamiento: SENAMHI



**Figura 8.** Anomalia pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: 10 de diciembre 2023 al 23 de enero de 2024. Pronóstico: del 24 de enero al 07 de febrero del 2024. Procesamiento: SENAMHI.

En términos generales, para el período noviembre, diciembre y lo que va de enero (NDE preliminar), el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se encontró en el rango intenso (+3,2 hPa) ubicándose al sur de lo normal. Respecto al trimestre OND, se manifestó un ligero debilitamiento de la intensidad y un desplazamiento al este del APS. En lo que va de enero, el APS se ubicó en promedio a los 95,0°W y 35,0°S, desplazado al sureste de su posición normal, alcanzando una intensidad de 1025,5 hPa y una anomalía de +2,5 hPa (**Figura 9**).

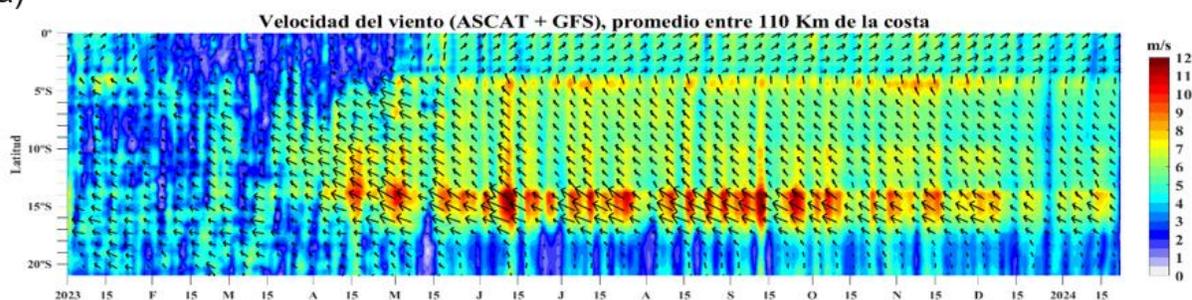


**Figura 9.** Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre NDE 2023-2024 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2020 hasta enero 2024 (preliminar). Climatología 1991 – 2020.

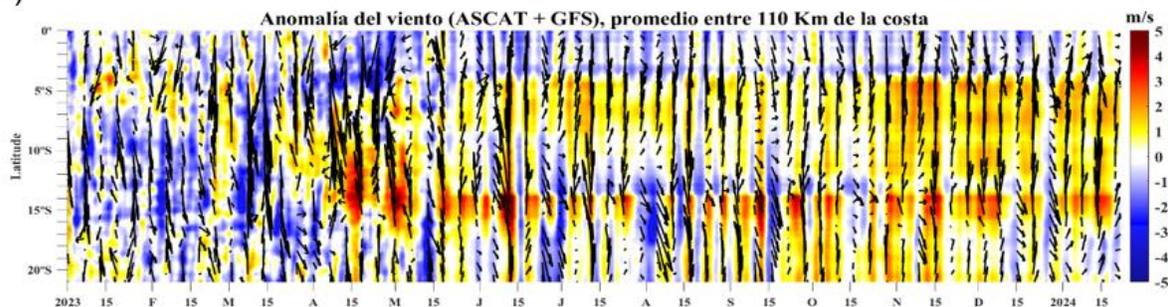
### 3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Desde los primeros días de enero hasta el 22, en la franja de 110 km adyacente a la costa, predominaron vientos moderados (de  $4,1$  a  $6,8 \text{ m s}^{-1}$ ), con anomalías de velocidad de viento (VV) positivas ( $> +1,0 \text{ m s}^{-1}$ ). Del 06 al 22 de enero en la zona oceánica, se registraron vientos fuertes (mayores a  $6,8 \text{ m s}^{-1}$ ) con anomalías en el rango positivo ( $> +2,0 \text{ m/s}$ ) (**Figura 10**). El afloramiento costero se incrementó frente a Talara - Chicama, Huarney - Callao y Pisco - San Juan de Marcona ( $<250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}$ ), aunque se mantuvo en promedio en el rango neutral. Al sur de San Juan de Marcona, predominaron anomalías negativas ( $< -50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}$ ). Respecto al bombeo de Ekman, en comparación a los meses anteriores, las anomalías disminuyeron en la primera quincena de enero, aumentando su intensidad en la última semana, con valores menores a  $25 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}$  (**Figura 11**).

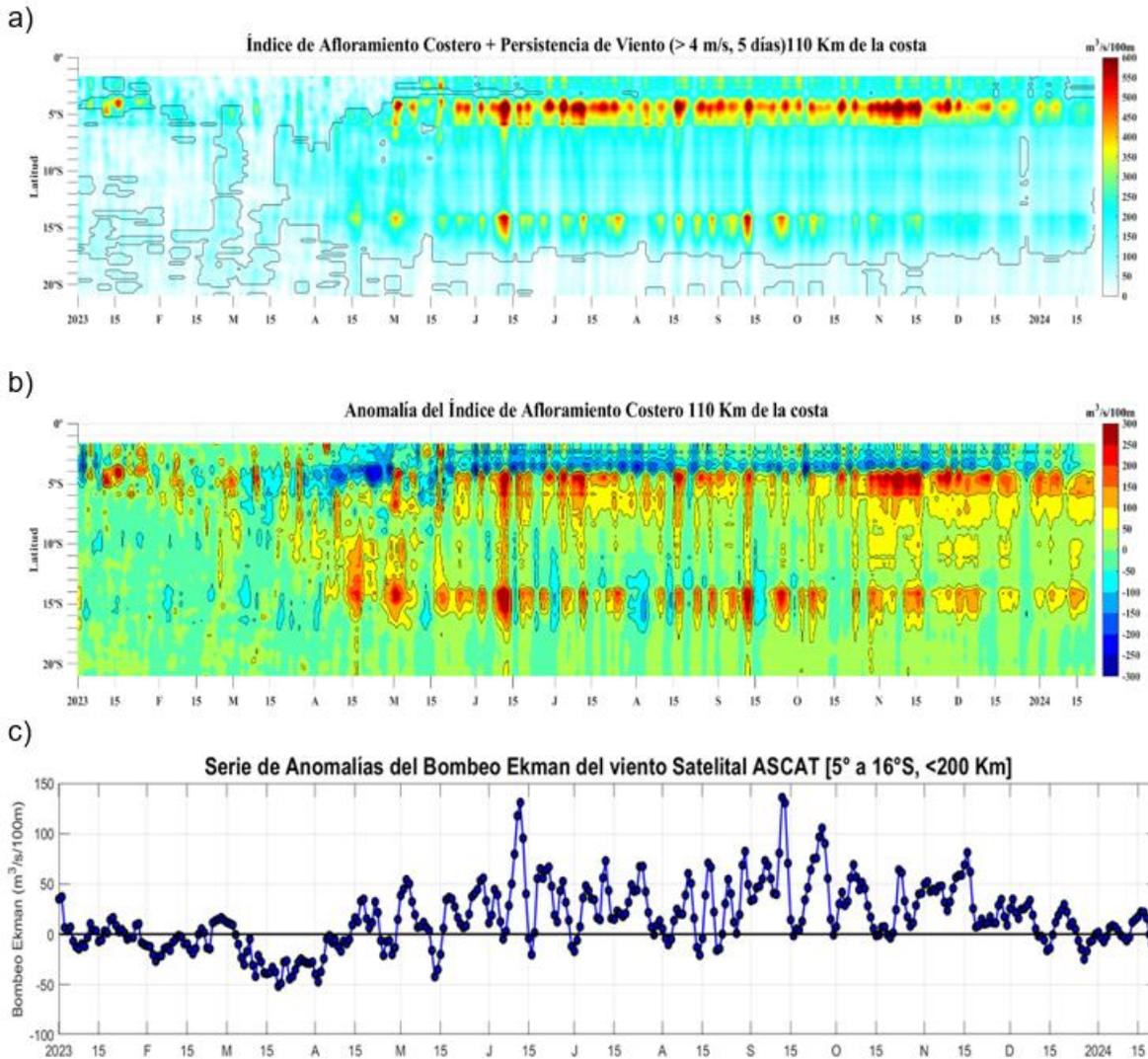
a)



b)



**Figura 10.** 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 9 de enero.



**Figura 11.** Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 110 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$ ), b) Anomalia del IAC ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$ ) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200km ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 22 de enero.

En lo que va de enero, persiste la tendencia a la disminución de la temperatura del aire a lo largo del litoral costero (desde diciembre 2023). Este descenso sigue vinculado a la disminución de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM) influenciado por la intensificación de los vientos alisios (viento del sur/sureste), asociado al fortalecimiento del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) y sistemas de alta troposfera sobre el Pacífico suroeste que incentivan la subsidencia e intensificación del APS, y que el comportamiento del APS influye en la cobertura nubosa. Pese a la disminución de temperatura del aire en la costa norte y central, siguen siendo superiores a su climatología. Este comportamiento anómalo de la temperatura del aire es debido principalmente a la influencia del fenómeno de El Niño Costero.

Las temperaturas máximas diurnas, en promedio, en la costa norte se mantienen por encima de sus valores normales, con una anomalía de  $+1,4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Por otro lado, en la costa central y sur, los valores se encuentran dentro de su variabilidad climática de  $\pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

En cuanto a las temperaturas mínimas, se observan anomalías positivas en promedio en la costa norte y central, con valores de +1,1 °C y +1,2 °C, respectivamente, mientras que la costa sur presenta valores dentro de su variabilidad climática.

Los mayores incrementos de la temperatura máxima se registraron en la costa norte y central, especialmente en las estaciones de Trujillo – La Libertad, con un aumento de +2,1 °C, y Campo de Marte – Lima, con un incremento de +1,7 °C, respectivamente. Por otro lado, las temperaturas mínimas registraron sus mayores aumentos en las estaciones Lambayeque – Lambayeque (1,9 °C) y Huarmedy-Ancash (2,4 °C). (Figura 12).

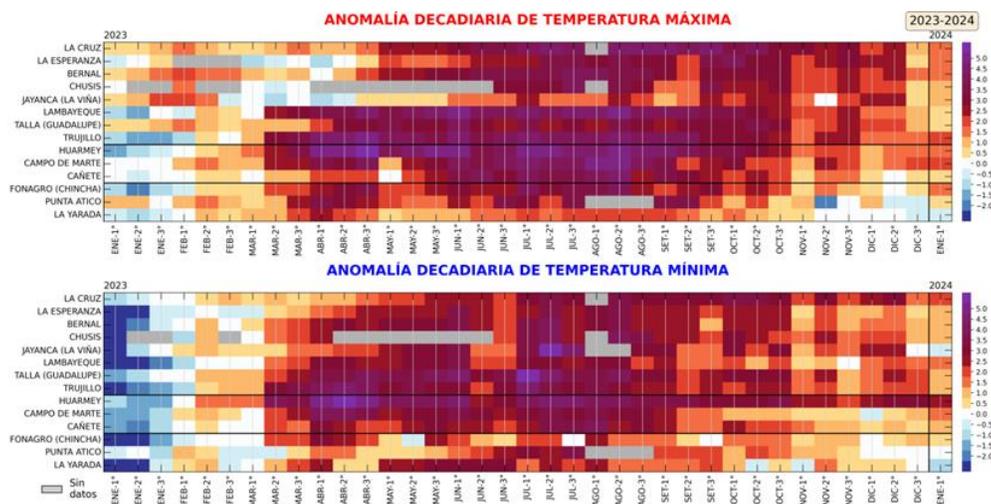
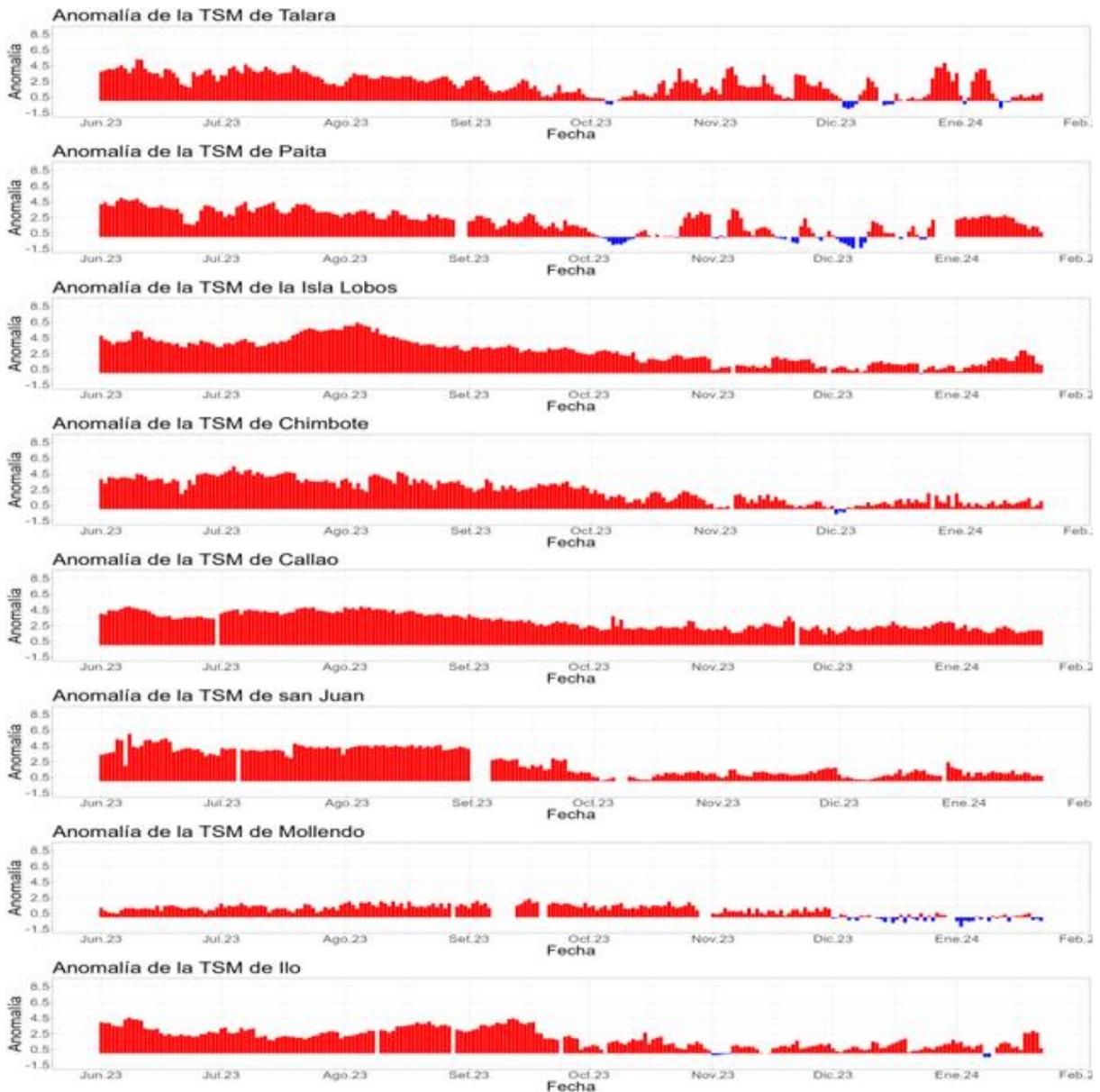


Figura 12. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

La TSM en el mar peruano continuó presentando el incremento de la temperatura superficial característico de la estacionalidad frente a toda la costa durante enero de 2024, incrementando principalmente de forma oceánica frente a la costa centro y sur. Asimismo, estos valores de temperatura mostraron un ligero incremento de las anomalías positivas, principalmente frente a la costa norte y centro, alcanzando hasta 2,5 °C por dentro de las primeras 100 mn; mientras que valores fluctuaron alrededor de lo normal frente a la costa sur. En la costa norte la temperatura promedio de las 50 millas y 100 millas disminuyó en la segunda semana de enero, para luego incrementarse ligeramente hasta 23,8 °C y 23,9 °C, respectivamente, alejado aun del umbral de 26,5 °C para la generación de procesos convectivos (Figura 13).

A otra escala, en el litoral de Perú la TSM reflejó un calentamiento durante los primeros días de enero de 2024, alcanzando un valor de hasta 4 °C al norte de Paita y de 2 °C frente al litoral centro; sin embargo, posteriormente se viene registrando una tendencia a la disminución de las anomalías térmicas en el litoral norte y centro, disminuyendo a valores ligeramente por encima de 1 °C en el litoral al norte de San Juan de Marcona. Por otro lado, frente a Ilo se presenta un calentamiento local, incrementando la anomalía a 2 °C rápidamente (Figura 14).

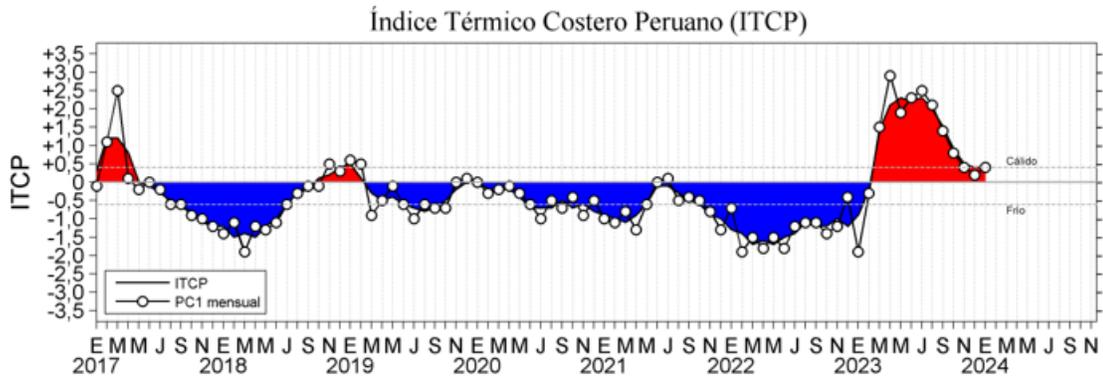




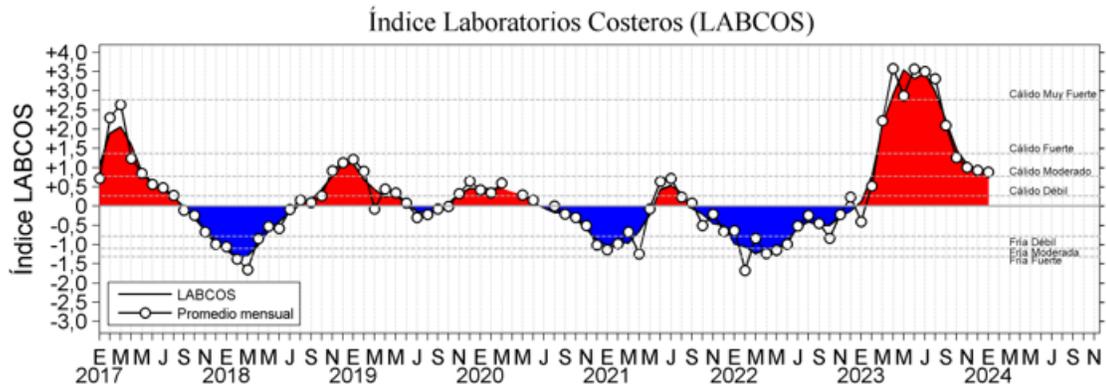
**Figura 14.** Anomalia de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de junio 2023 a enero 2024. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil trimestral de las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones seleccionadas del IMARPE desde Paita hasta Ilo, mostró un valor de +0,95 para diciembre 2023 (NDE preliminar), manteniendo la condición cálida moderada desde noviembre. El índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2018), basado en anomalías mensuales de TSM satelital en la franja de 40 km adyacente a la costa, presentó un valor preliminar de +0,4 para diciembre de 2023. Ambos índices muestran una estabilización de sus valores en los tres últimos meses, luego de su rápido decaimiento ocurrido entre invierno y primavera de 2023 (**Figura 15**).

a)

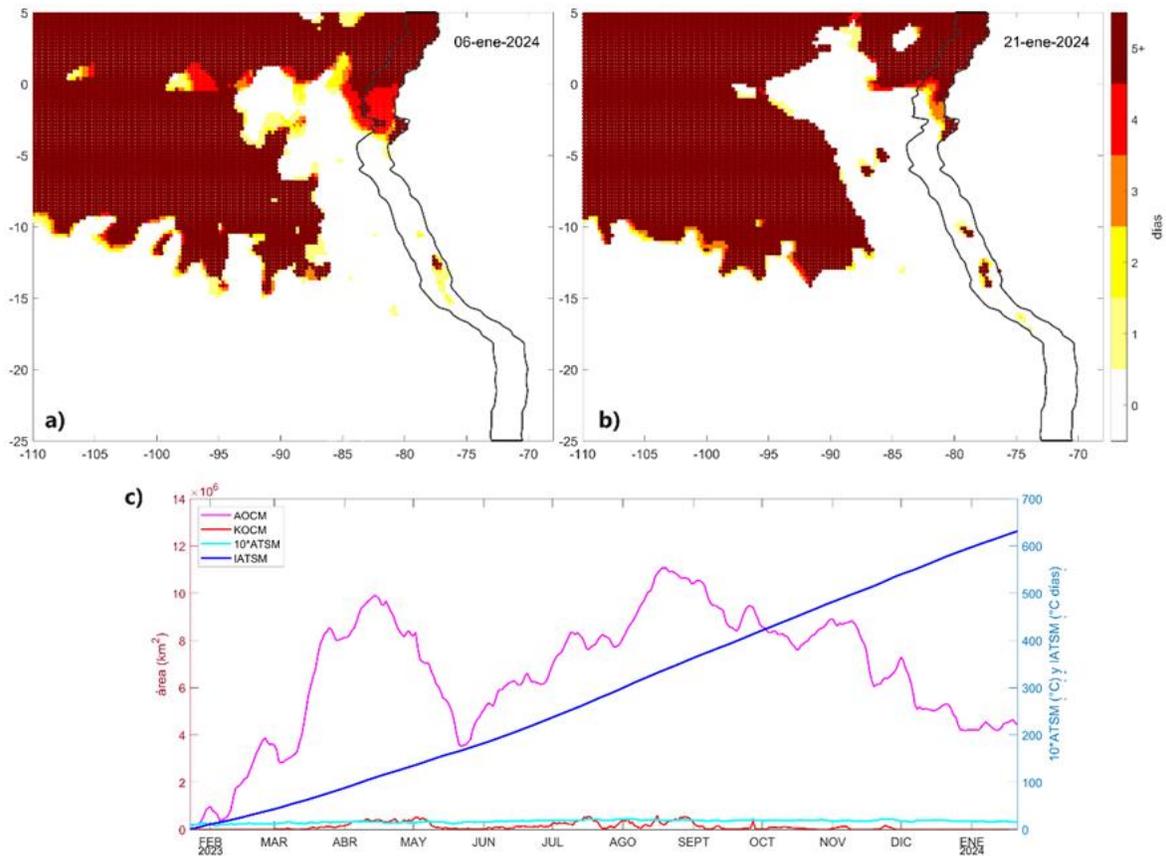


b)



**Figura 15.** a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2000 al 2023.

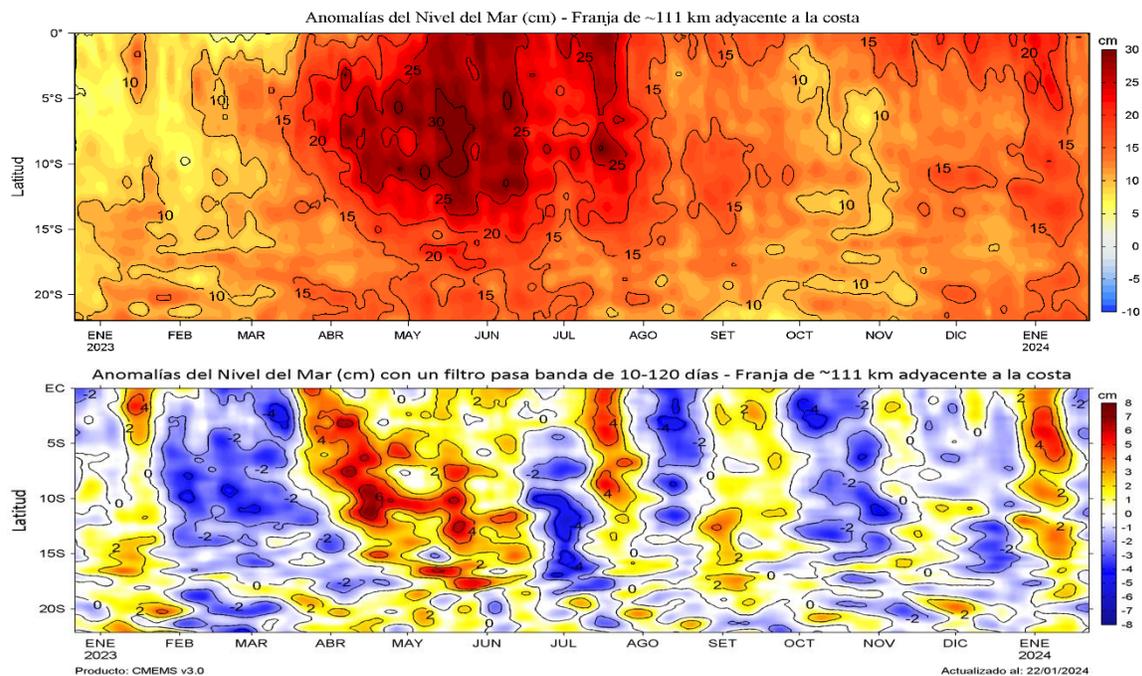
La ola de calor marina (OCM) continuó presente al noroeste de Ica ( $14^{\circ}\text{S}$ ) y mayormente por fuera de las 500 mn del litoral. En las últimas dos semanas, en la franja de 150 mn adyacente a la costa y al sur de los  $4^{\circ}\text{S}$ , se observaron núcleos aislados con la condición OCM frente a Huacho, Cañete y Pisco, principalmente (**Figura 16**).



**Figura 16.** Distribución espacial de la condición de ola de calor marina (OCM) entre los 5°N y 25°S, 70°W y 110°W el 6 de enero del 2024 (a) y el 21 de enero del 2024 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 como referencia (Pietri et al., 2021); c) Series de tiempo de indicadores de la extensión de la condición de OCM para la zona entre los 5°N y 25°S, 70°W y 110°W: área de la extensión de la condición de OCM (AOCM, Km<sup>2</sup>); área de la extensión de la condición de OCM donde la ATSM > +4 °C (KOCM, Km<sup>2</sup>); anomalía diaria de la TSM; y anomalía integrada (IATSM; °C x días). Fuente: OISST 2.1; procesamiento: IMARPE.

Las anomalías del nivel de mar (ANM), en la franja de 60 mn adyacente a la costa durante la última semana de enero, presentaron un cambio respecto a la primera quincena, pasando de un incremento sostenido con un máximo de +24,9 cm (Tumbes) a una disminución progresiva, con un predominio de valores menores a +15 cm en gran parte de la costa. La disminución de las ANM fue más significativa al norte de Pisco, alcanzando valores de hasta +11,2 cm y +11,7 cm cerca del sector ecuatorial y Talara, respectivamente. Al sur de Pisco, la disminución de las ANM sugiere una aparente normalización de sus valores . Este cambio de tendencia y patrón espacial también se registra en las estaciones litorales (**Figura 17**).

Asimismo, en el litoral también se visualizó el incremento de nivel durante la primera quincena, superándose los 30cm frente a Paita inclusive, disminuyendo durante la tercera semana del mes a valores alrededor de lo normal e inclusive ligeramente negativos al sur de Chimbote; asociado al inicio del arribo de una onda Kelvin fría (**Figura 18**).



**Figura 17.** 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 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 22 de enero 2024. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

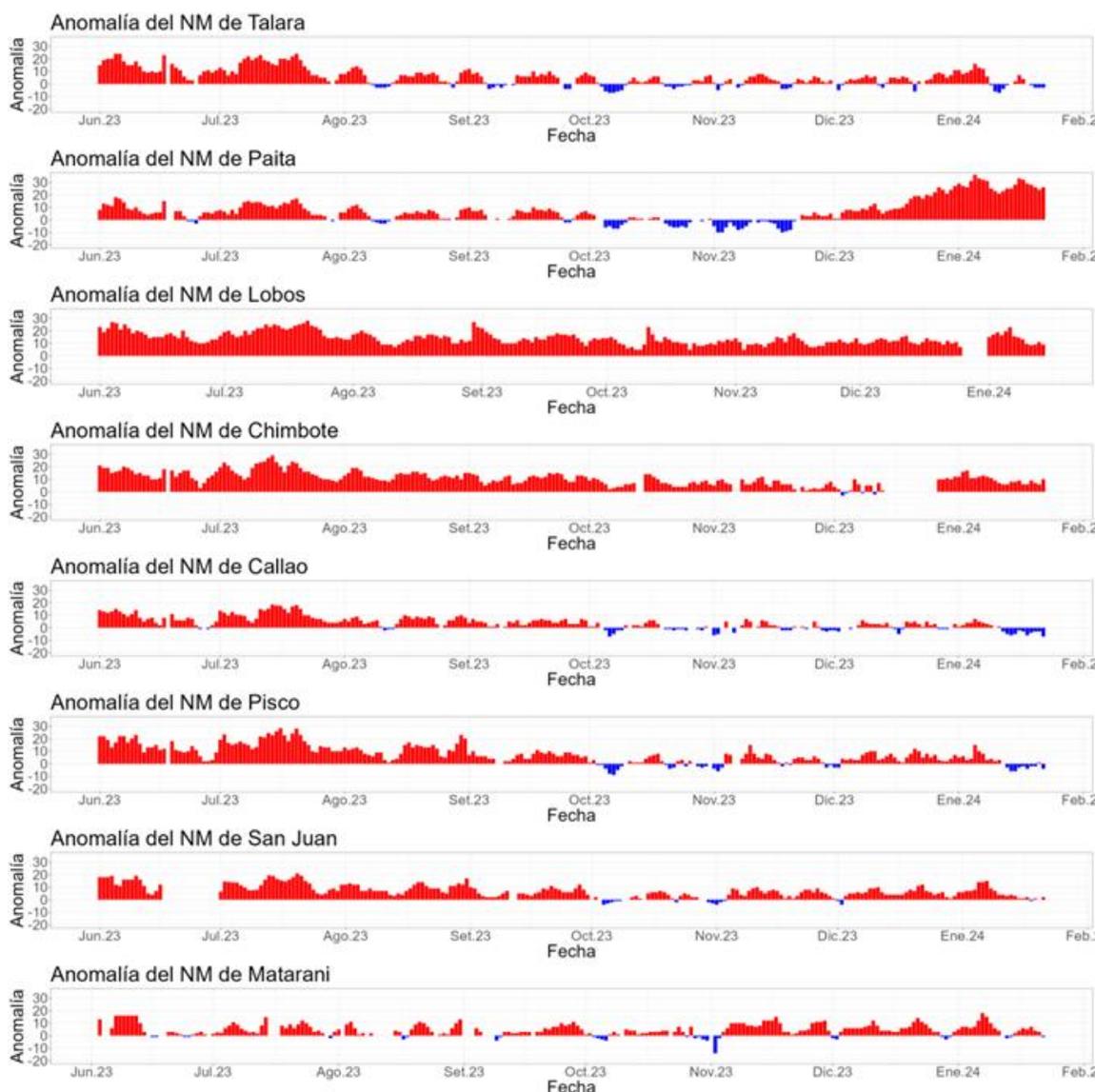
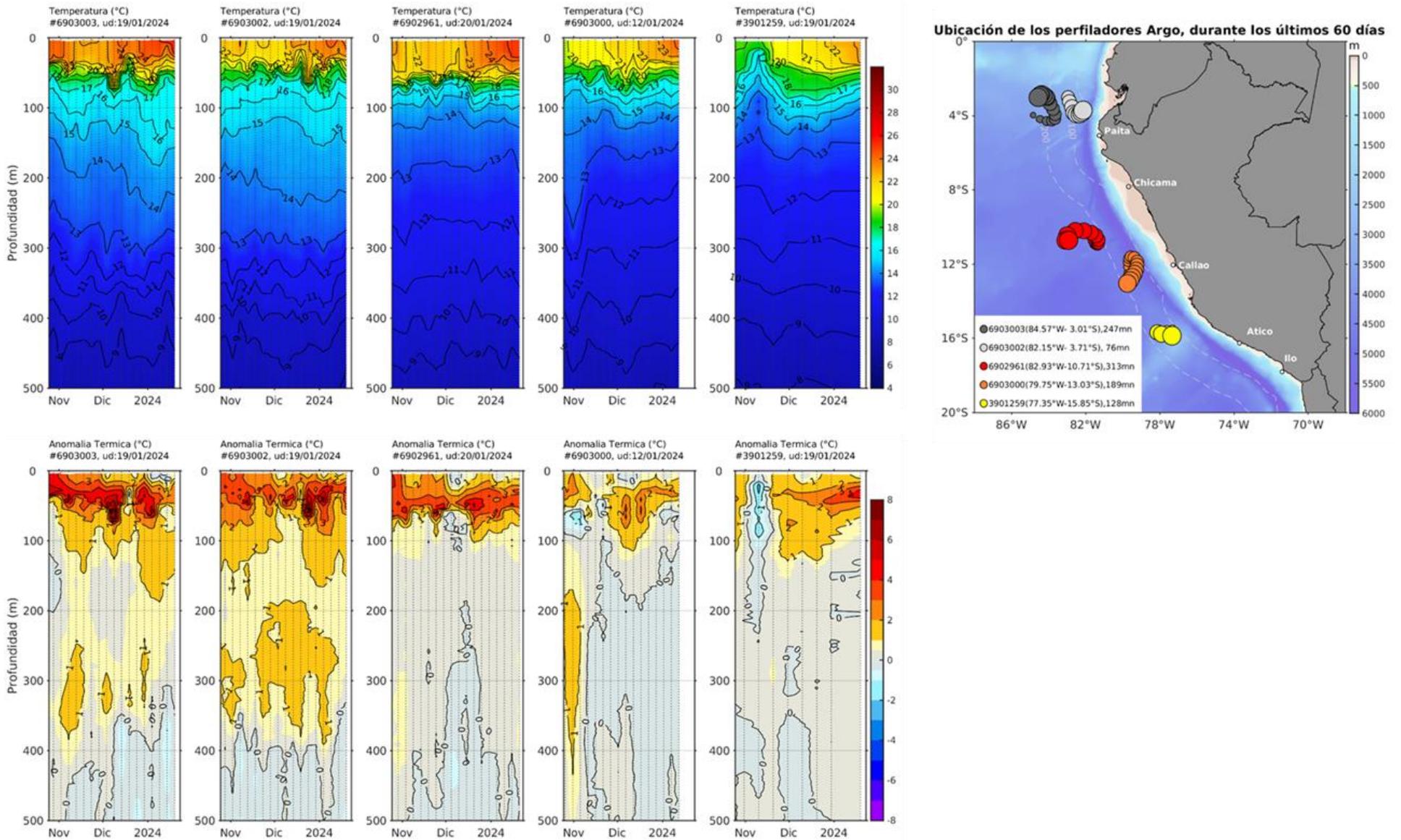
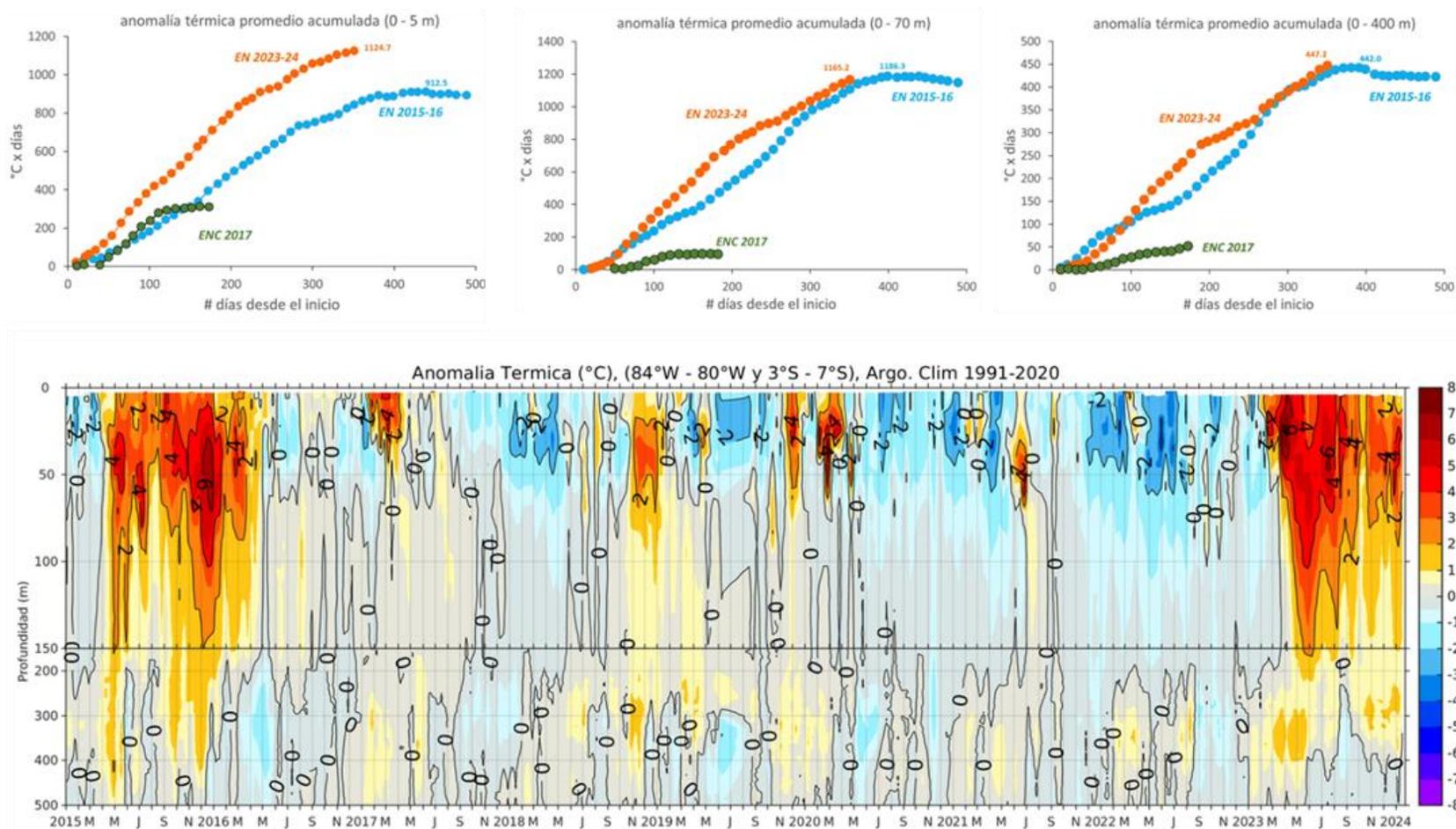


Figura 18. Diagrama Hovmöller de Anomalia de la NM diario a lo largo del litoral de Perú de junio 2023 a enero 2024. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

Respecto a la temperatura subsuperficial, frente a la costa de Tumbes entre las 70 y 230 mn, entre la última semana de diciembre y primeros días de enero, se observaron anomalías entre  $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  sobre los 350 m de profundidad, principalmente, asociadas al paso de la onda Kelvin cálida. A partir de la tercera semana de enero se observó una atenuación de las anomalías térmicas, observándose valores entre  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sobre los 350 m. Frente a la costa central, entre las 150 y 270 mn, se observaron anomalías entre  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$  sobre los 80 m de profundidad, en promedio (**Figura 19**). Considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte, en enero, se observó la atenuación de las anomalías térmicas superiores a  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (15 – 60 m de profundidad). Las anomalías térmicas superiores a  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; sin embargo, continuaron sobre los 150 m de profundidad, similar a lo observado entre agosto y diciembre 2023. A la fecha, la anomalía térmica acumulada en la capa superficial y en la capa de 0 – 400 m frente a la costa norte supera el valor máximo alcanzado en El Niño 2015-2016 (**Figura 20**).

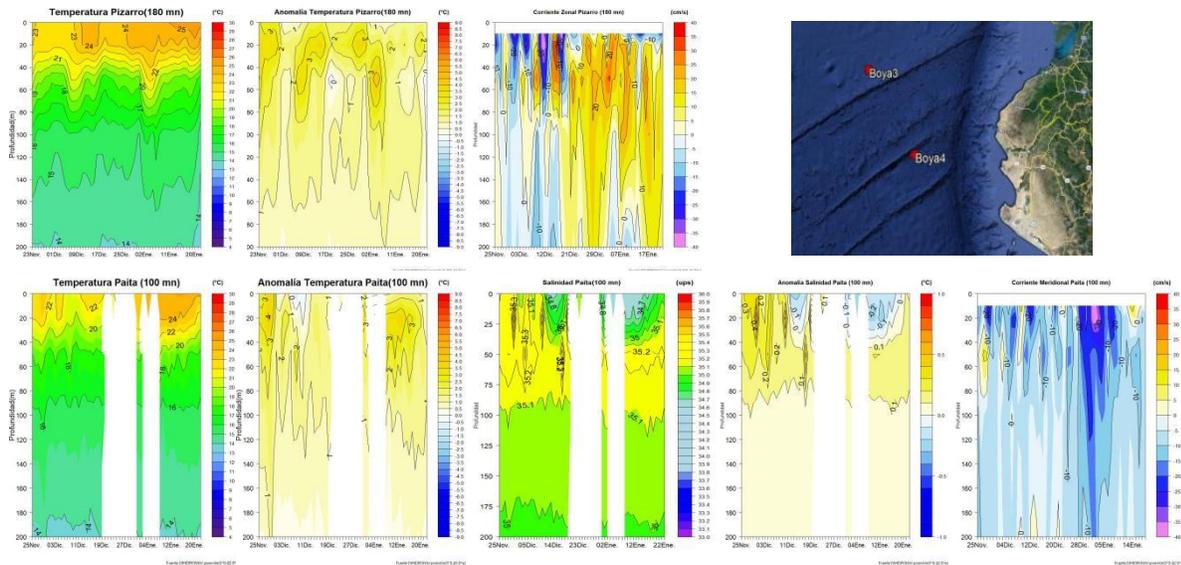


**Figura 19.** Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (julio-agosto). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE



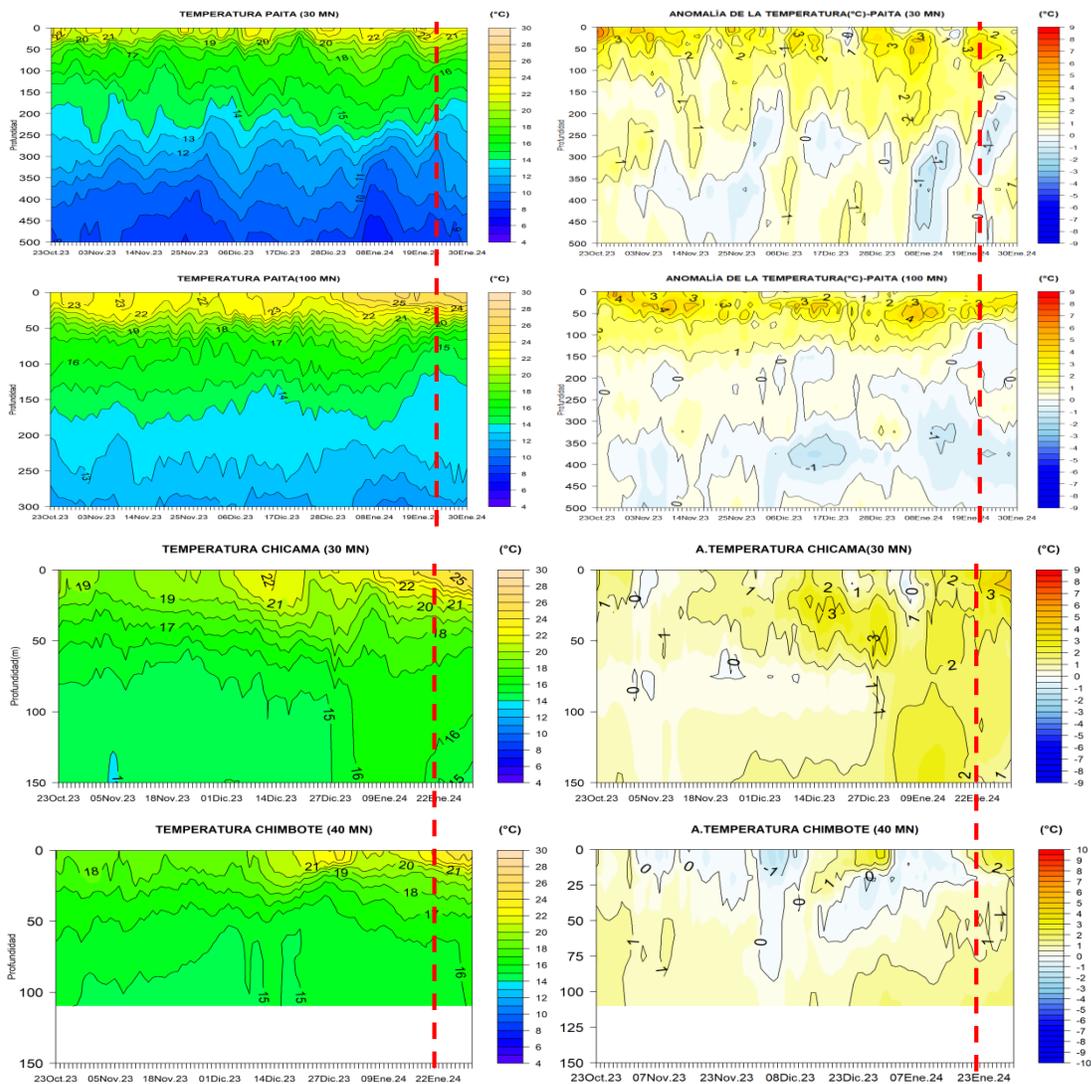
**Figura 20.** Arriba: anomalías acumuladas desde el inicio del evento en las capas de 0-5 m, 0-70 m y 0-400 m, para los eventos El Niño 2015-2016, El Niño Costero 2017 y el evento actual (2023 hasta la fecha) en base a registros de perfiladores Argo entre los 84°W – 80°W y 03°S – 07°S. Las cifras asociadas a las series corresponden a los valores máximos alcanzados en EN 2015-16 y al último valor registrado durante EN 2023-24. bajo: Anomalia térmica en base a los perfiladores ARGO, frente al zona norte; climatología: 1991- 2020. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

A 180 millas de Puerto Pizarro la temperatura continuó incrementándose durante enero de 2024, pero presentando la disminución de las anomalías cálidas sobre los 160 m con valores de 1 °C y de hasta 2 °C en los primeros 30 m a fines de enero, asociado a flujos de corriente marina hacia el oeste sobre los 20 m de profundidad. En tanto que, a 100 millas de Paita se registró la disminución de la temperatura en los primeros 60 m en la segunda quincena de enero, provocando la reducción de las anomalías térmicas de +3 °C a inicios de enero a por debajo de +1 °C, relacionado al repliegue de las AES y mezcla con las ASS debido a mayor predominio de corrientes hacia el norte (**Figura 21**).



**Figura 21.** Secciones de temperatura del mar, anomalía de la temperatura y corriente zonal para la boya NAYLAMP 3 (a) y secciones de temperatura del mar, anomalía de la temperatura, salinidad del mar, anomalía de la salinidad, y corriente meridional de la boya NAYLAMP 4 (b). Periodo: 23 de noviembre 2023 a 22 de enero 2024. Fuente y Procesamiento: DIHIDRONAV.

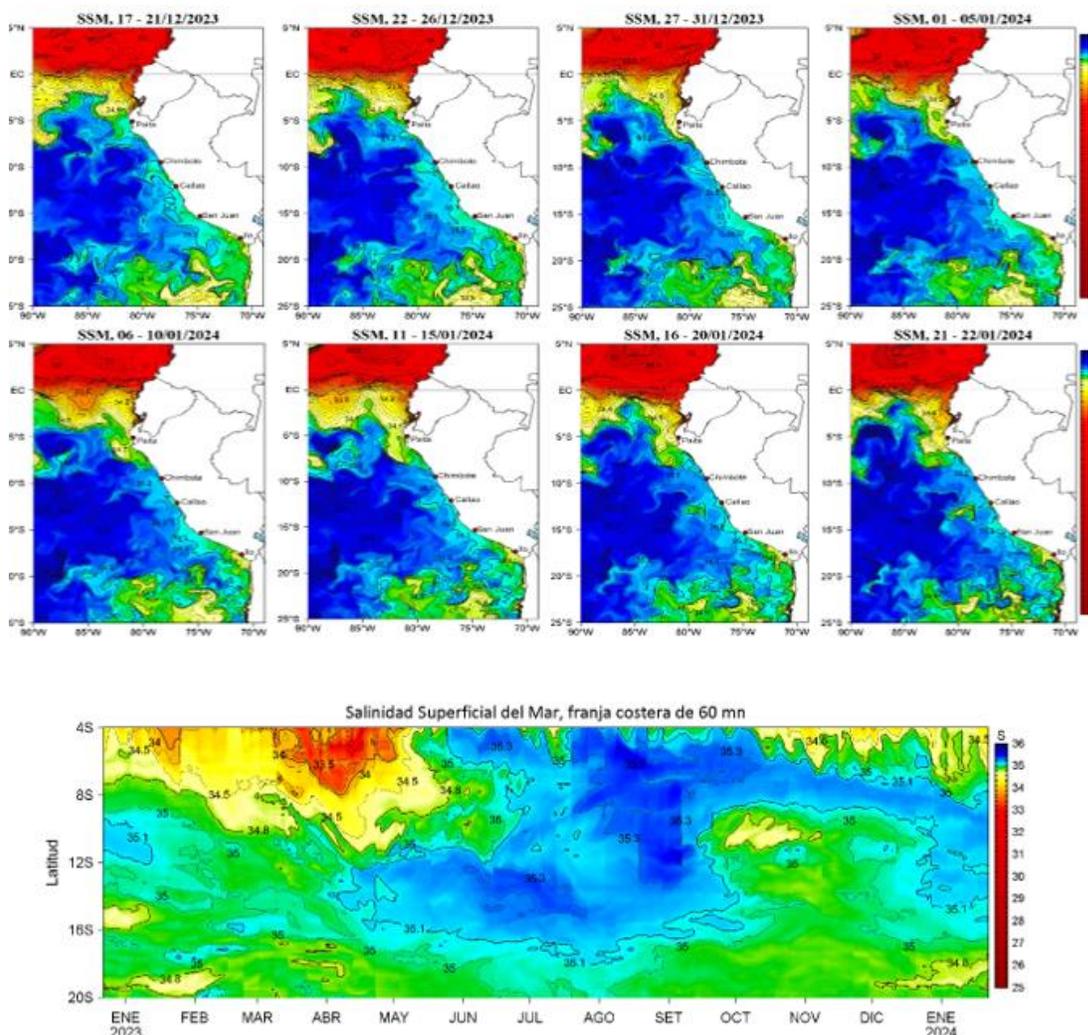
El pronóstico de TSM a 30 millas hasta inicios de febrero frente a la costa norte en el mar peruano (Paíta) indica la disminución de la temperatura sobre los primeros 200 m de profundidad, elevándose las isotermas y decayendo las anomalías positivas, principalmente en los primeros 70 m, reflejándose en valores ligeramente cálidos. En tanto que, a 100 millas se espera que la temperatura se incremente ligeramente manteniendo las anomalías hasta +3 °C sobre los 50 m. Por otro lado, frente a la costa centro, a 30 mn de Chicama y 40 mn de Chimbote, se espera el incremento de la temperatura y profundización de las isotermas, donde se observarían anomalías de hasta +3 °C sobre los 50 m y anomalía de hasta +2 °C sobre los 100 m de profundidad, respectivamente, en el mismo período (**Figura 22**).



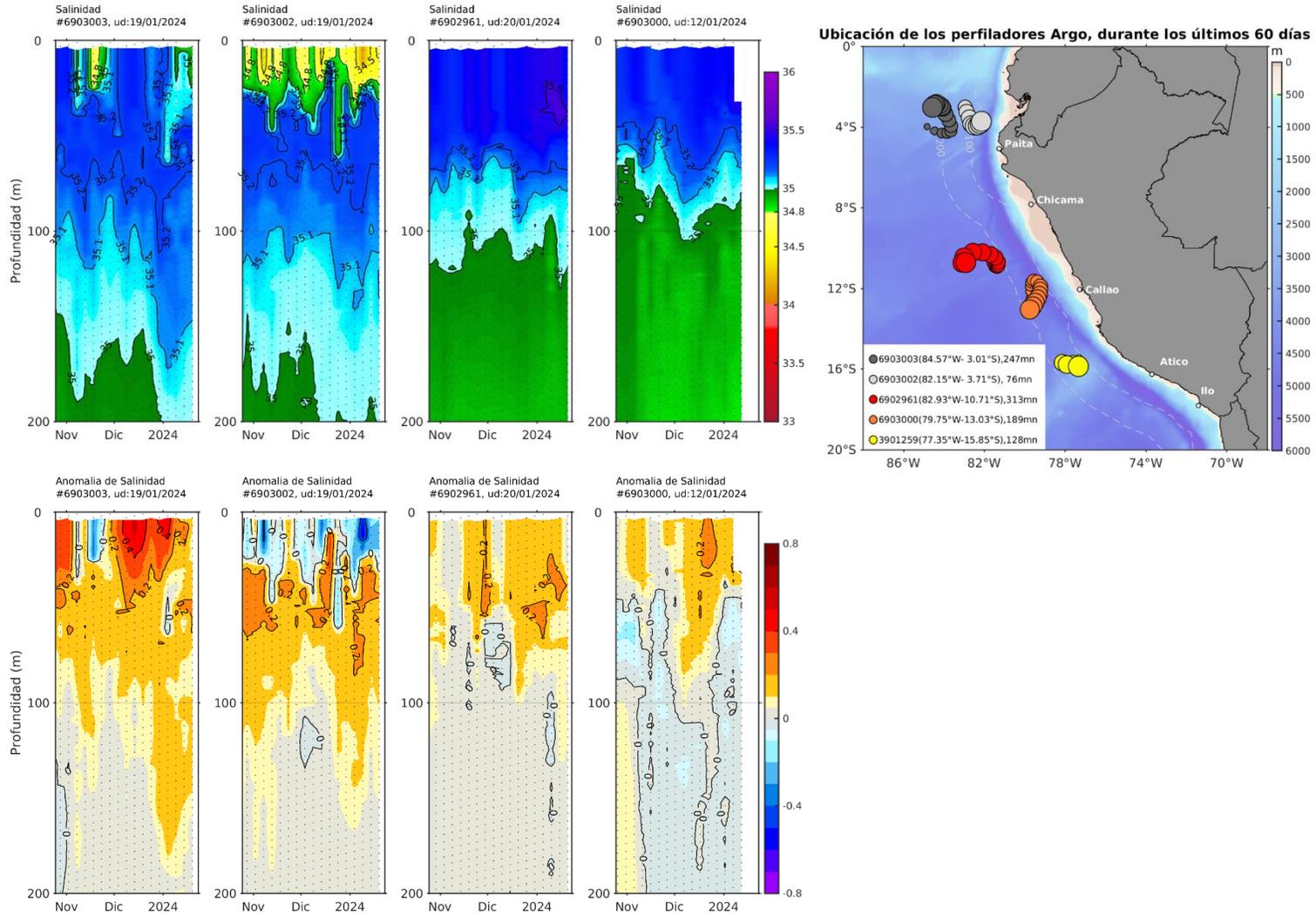
**Figura 22.** Pronóstico de temperatura subsuperficial del mar y su anomalía hasta los 500 m de profundidad frente a) Paíta (30 mn), b) Paíta (100 mn), c) Chicama (30mn) y d) Chimbote (40mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

La salinidad superficial del mar (SSM) mostró una mayor influencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES,  $33,8 < S < 34,8$ ) frente a la costa norte en la tercera semana de enero, alcanzando valores de hasta 34,5 a 76 mn frente a Tumbes, sobre los 25 m de profundidad.

Fuera de las 200 mn del extremo norte del litoral, predominaron aguas de mezcla de AES con Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), destacando valores de 34,8 que sugieren un mayor aporte de las primeras (**Figura 23 y Figura 24**). De acuerdo al modelo MERCATOR, en sectores costeros, las AES continuaron presentando amplias zonas de mezcla con aguas costeras frías (ACF) hasta Chicama (**Figura 23**). Entre Chicama y Pisco, las ASS mantuvieron su acercamiento a la costa, con valores de salinidad de 35,2 dentro de las 100 mn, y entre las 100 y 200 mn, con valores mayores a 35,2 sobre los 65 m de profundidad (**Figura 23**). Hacia el sur, entre Pisco y Atico, las zonas de mezcla (ASS+ACF) disminuyeron su amplitud debido a un mayor acercamiento de ASS hacia la costa. Al sur de Atico, prevaleció el predominio de las ACF.



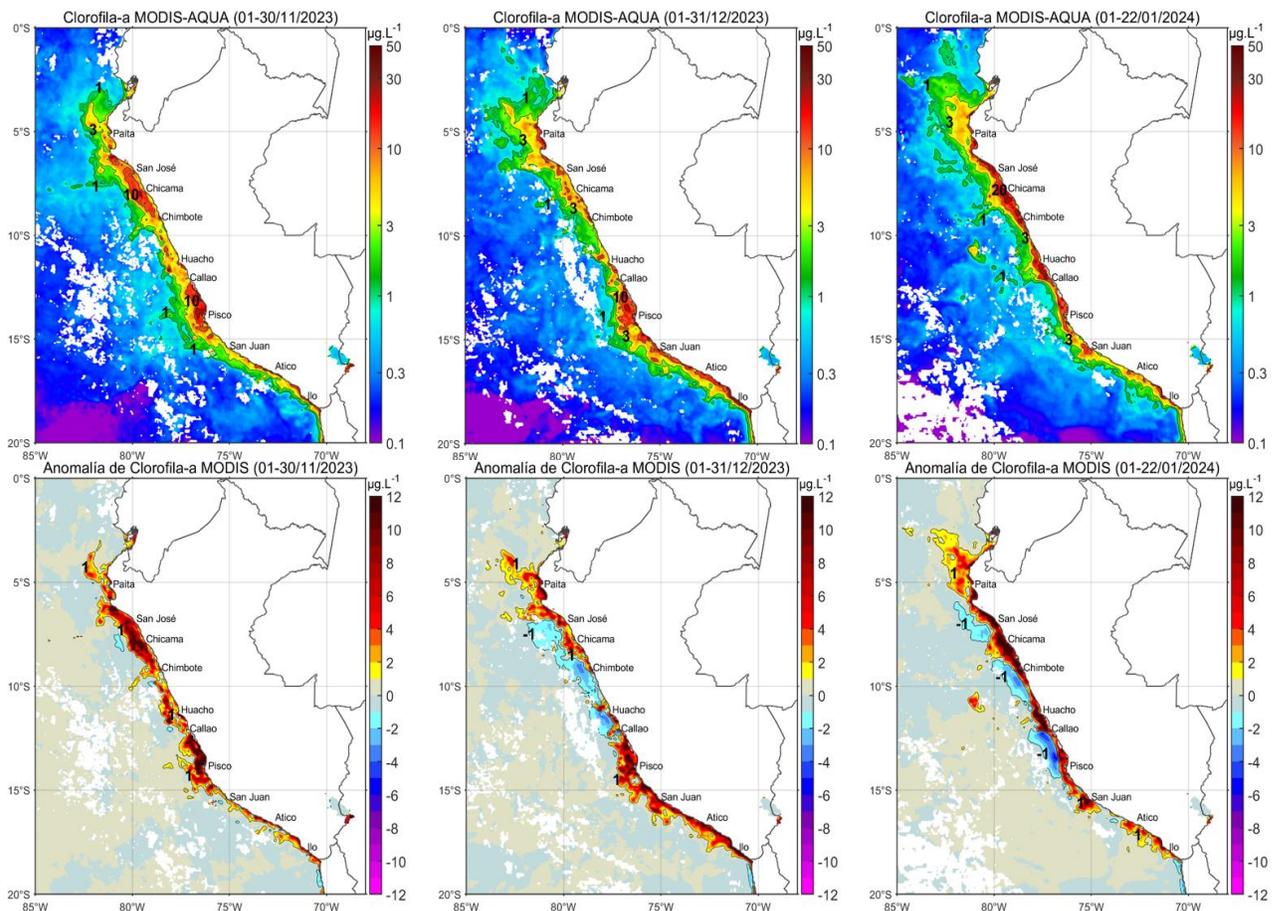
**Figura 23.** (a) Distribución pentadal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el 17 de diciembre 2023 y 22 de enero 2024. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 22 de enero de 2024. Datos: GLOBAL\_ANALYSIS\_FORECAST\_PHY\_001\_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en [http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com\\_csw&view=details&product\\_id=GLOBAL\\_ANALYSIS\\_FORECAST\\_PHY\\_001\\_024..](http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024..) Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE



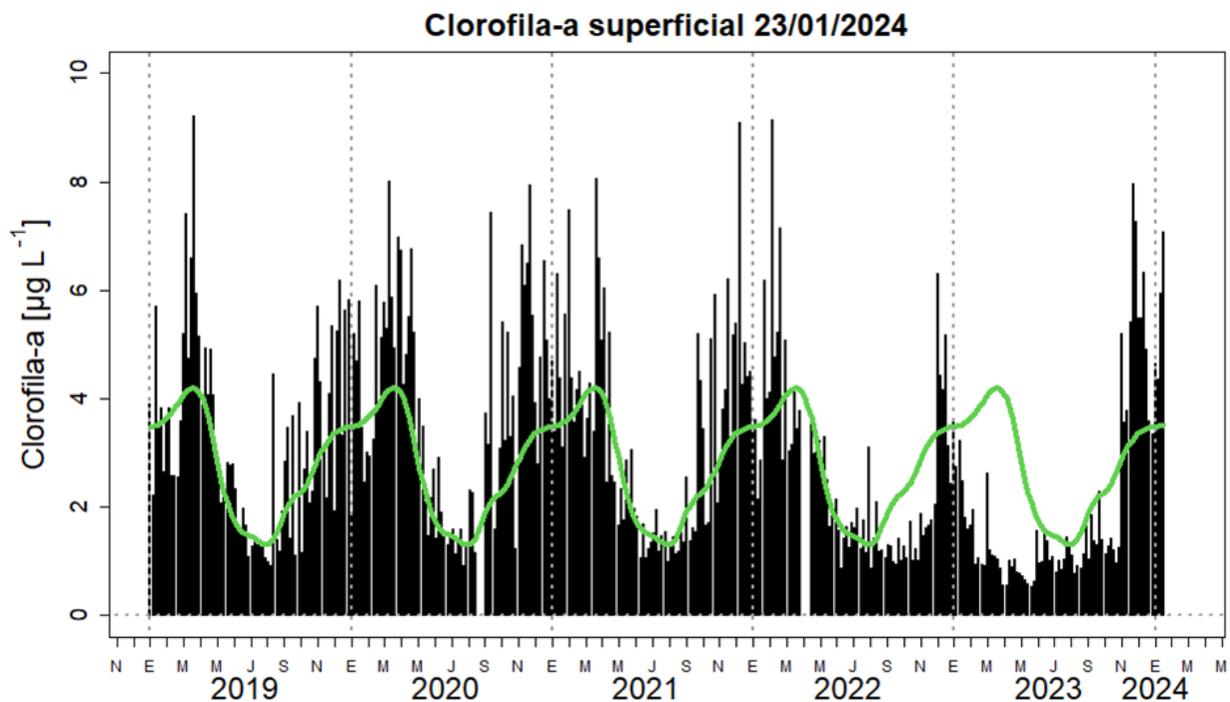
**Figura 24.** Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

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

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, en lo que va de enero 2024, presentó concentraciones de 3 a 10  $\mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 50 mn desde Paita a San Juan. De San Juan hasta Ilo, las concentraciones fueron de 3  $\mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 30 mn. Estas concentraciones señalan un incremento de la producción primaria respecto a diciembre 2023. El mayor incremento se observó en las últimas dos pentadas analizadas de enero 2024 (**Figura 25** y **Figura 26**). Estas concentraciones estuvieron relacionadas con anomalías positivas ( $>+8 \mu\text{g L}^{-1}$ ) dentro de las 40 mn a lo largo de la costa y con núcleos mayores a  $+12 \mu\text{g L}^{-1}$  frente a Chicama y Huacho. Fuera de las 40 mn hasta las 70 mn entre San José y Pisco se observaron anomalías negativas de  $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ , las que tuvieron mayor magnitud entre Callao y Pisco ( $-3 \mu\text{g L}^{-1}$ ) (**Figura 25**). El incremento de la productividad podría estar relacionado al incremento de los vientos costeros, aunado a una mayor insolación propia de la estación.

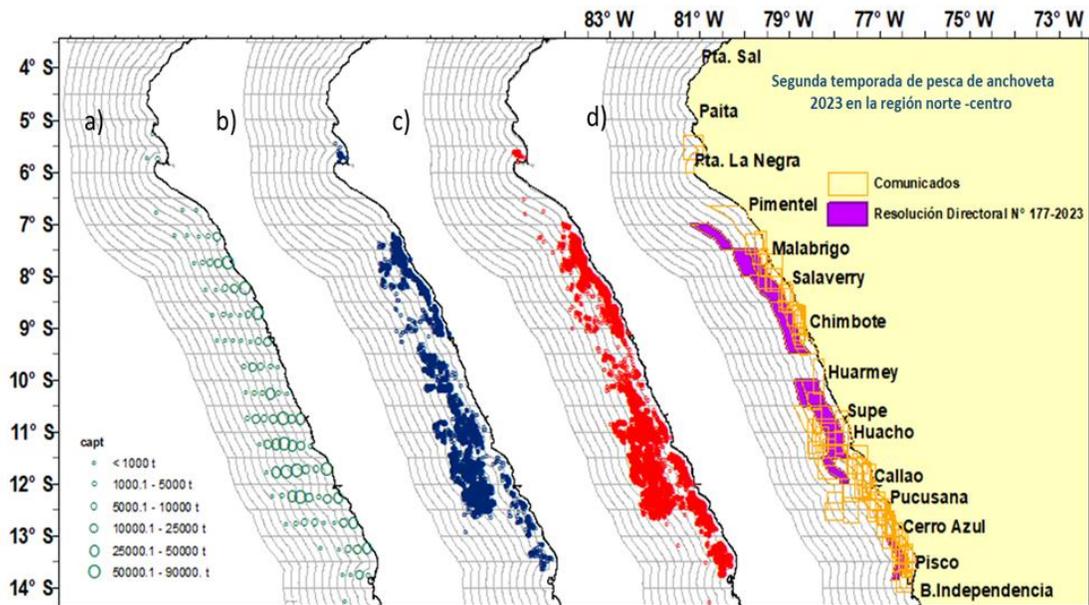


**Figura 25.** Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ( $\mu\text{g L}^{-1}$ , panel superior) y su anomalía ( $\mu\text{g L}^{-1}$ , panel inferior), durante noviembre, diciembre y lo que va de enero de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

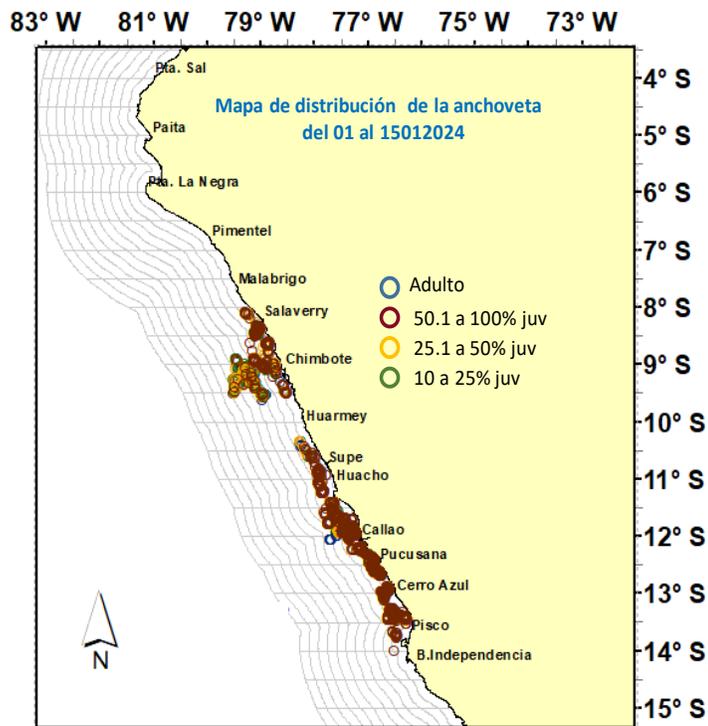


**Figura 26.** Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) entre  $4^{\circ}\text{S}$ - $16^{\circ}\text{S}$  y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

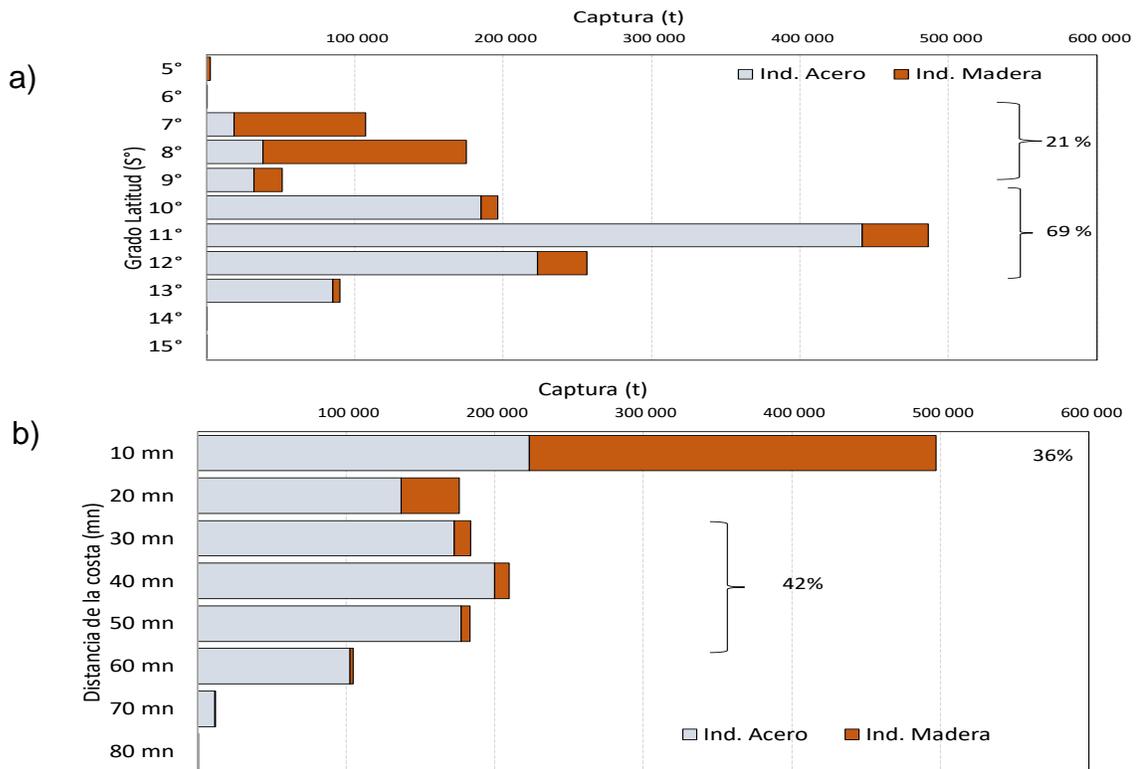
Respecto a los recursos pelágicos pesqueros, durante la Segunda Temporada de pesca de anchoveta del 2023 en la región norte – centro, el recurso se distribuyó desde Pimentel ( $6^{\circ}30'\text{S}$ ) hasta Pisco ( $14^{\circ}\text{S}$ ) y se observó un pequeño núcleo frente a Bayovar. En la primera quincena de enero, con el repliegue de las condiciones cálidas, la anchoveta presentó una distribución costera entre Salaverry ( $8^{\circ}\text{S}$ ) y Pisco ( $13^{\circ}\text{S}$ ) dentro de las 40 mn de la costa (**Figura 27 y Figura 28**). Las mayores capturas de anchoveta por grado latitudinal se registraron de Chancay ( $11^{\circ}\text{S}$ ) a Pisco ( $13^{\circ}\text{S}$ ) con el 74 % del total; según distancia a la costa, dentro de las 10 mn se capturó el 56 % (**Figura 29**).



**Figura 27.** Distribución: a) volúmenes de captura de anchoveta por parte de la flota de cerco industrial, b) adultos de anchoveta c) juveniles de anchoveta, d) zonas de cierre de pesca de anchoveta, durante la segunda temporada de pesca de la región norte-centro 2023.

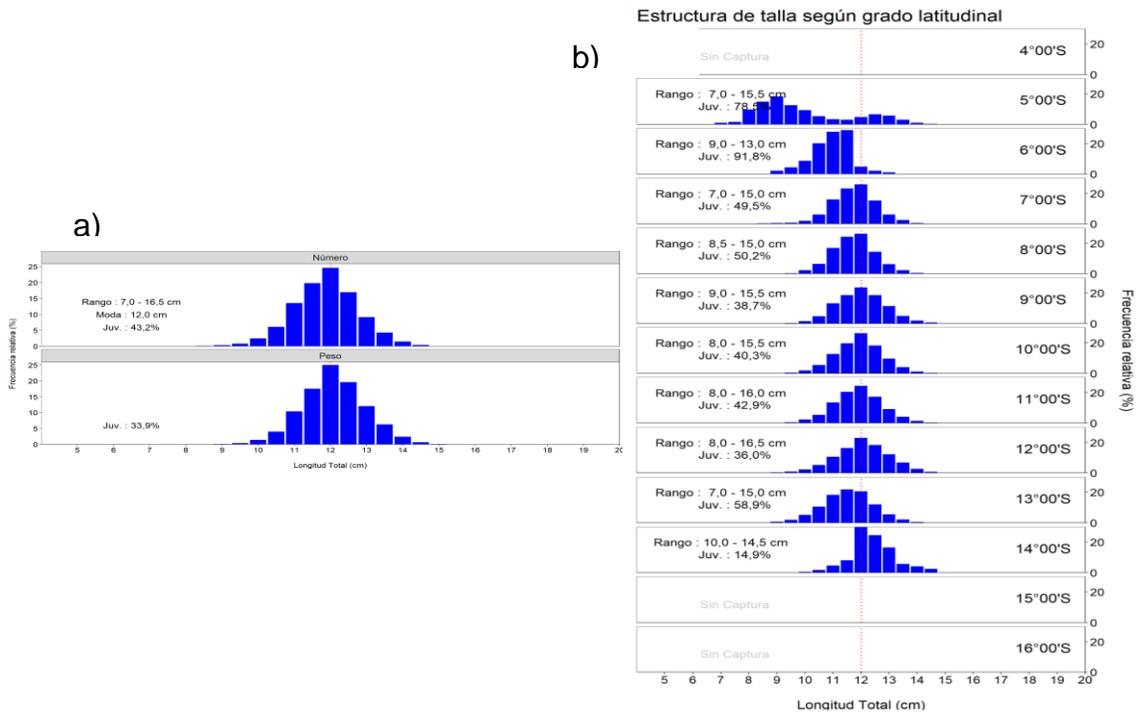


**Figura 28.** Condiciones ambientales y su relación con la b) distribución de anchoveta durante enero en la región Norte – Centro 2023- Círculos azules representa a los adultos y círculos rojos representa a juveniles de anchoveta

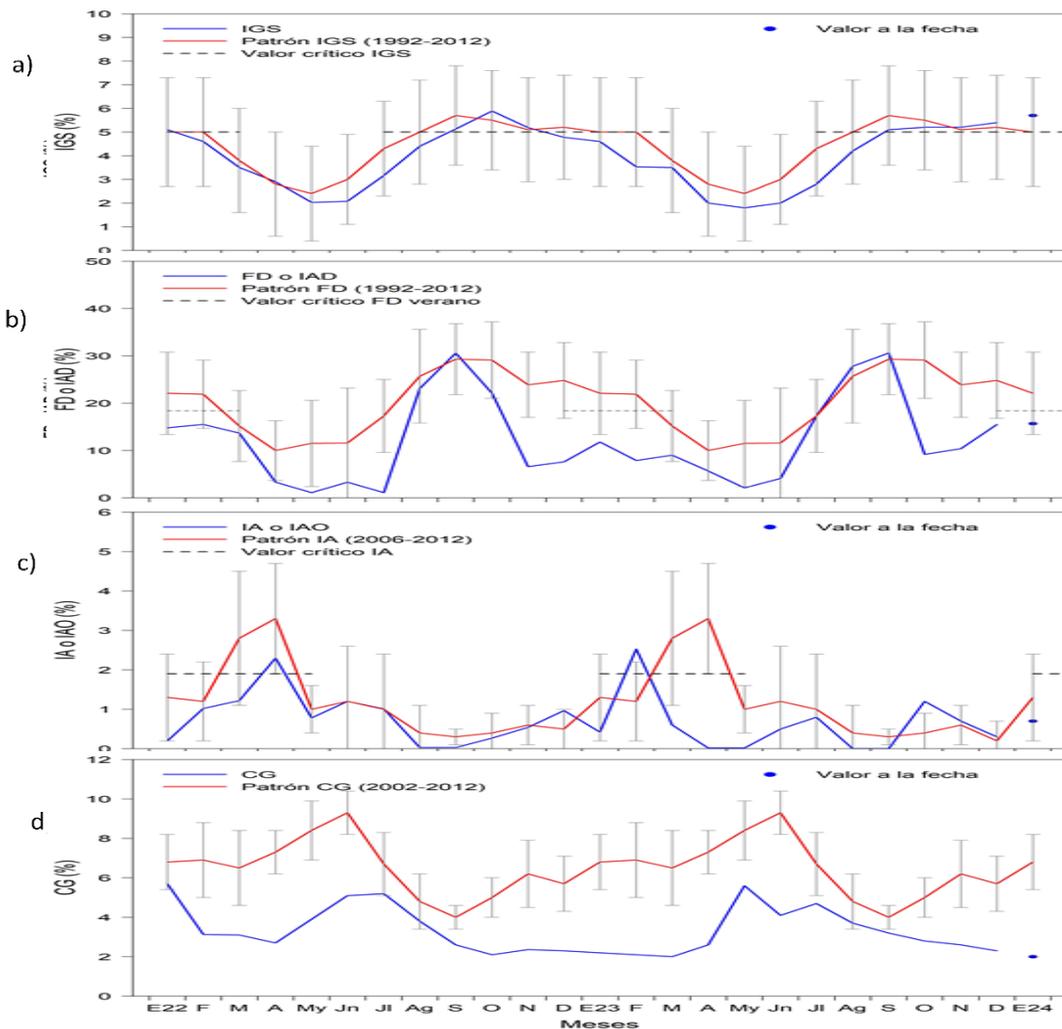


**Figura 29.** Captura de anchoveta según a) grado latitudinal (°S) y b) distancia a la costa (mn) durante la segunda temporada de pesca de la región Norte – Centro 2023.

En enero, la estructura de tallas de la anchoveta varió de 7,0 a 16,5 cm longitud total (LT), con un porcentaje de juveniles de 43,2 %. La mayor presencia de juveniles (78 %) se registró frente a Bayovar y la menor (14,9 %), frente a San Juan de Marcona (**Figura 30**). Los indicadores reproductivos de anchoveta del stock norte-centro, en enero 2024, muestran el incremento de los procesos de maduración gonadal y desove, asociada al período del desove secundario de verano (**Figura 31**).

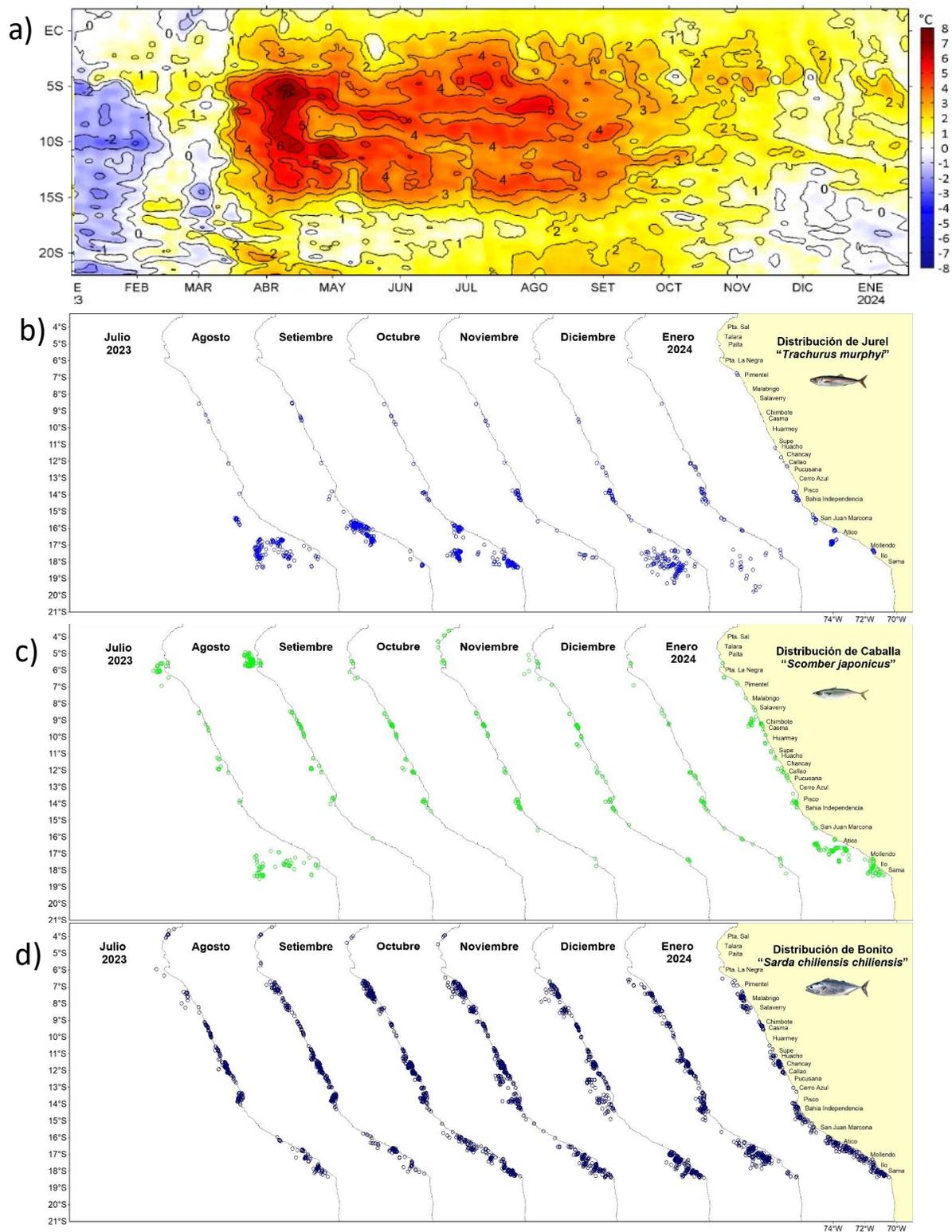


**Figura 30.** Estructura de tallas de anchoveta a) total y b) según grado latitudinal durante la segunda temporada de pesca de la región Norte – Centro 2023.

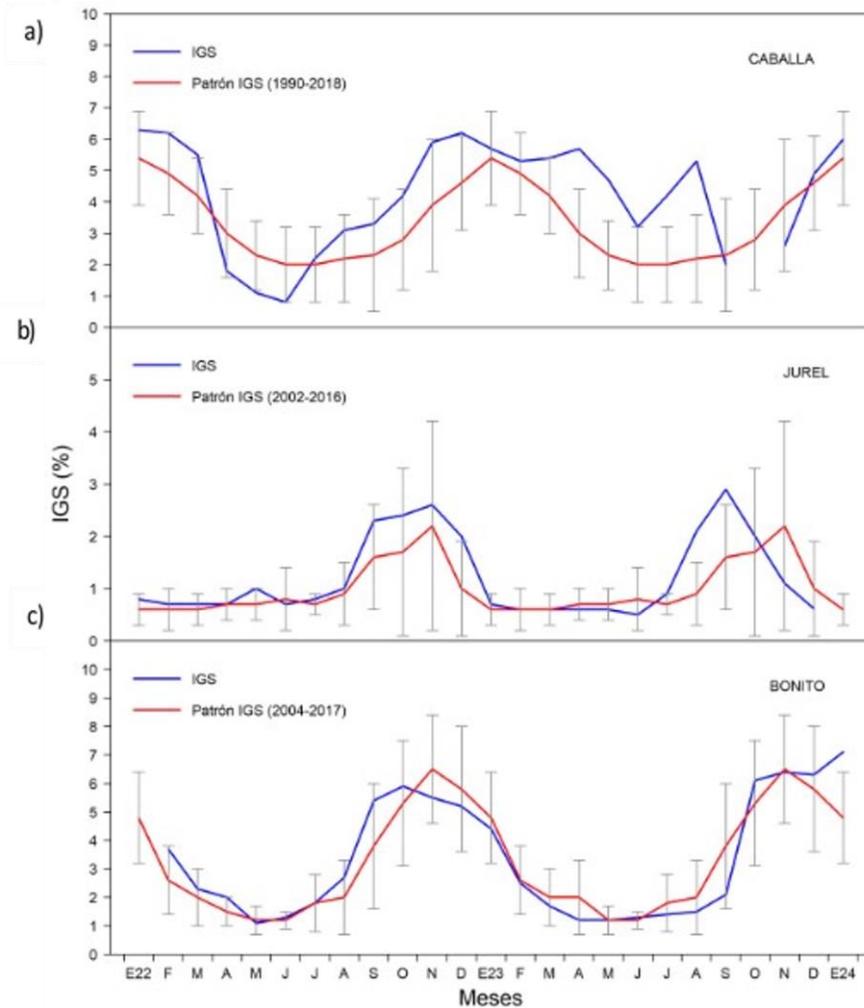


**Figura 31.** Indicadores reproductivos: a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de Atresia (IA) y de condición somática d) Contenido graso (CG) de anchoveta *E. ringens* de la región Norte-Centro, de enero del 2022 a diciembre del 2023.

En el caso de las especies transzonales, el jurel (*Trachurus murphyi*) se distribuyó principalmente en la región sur, entre Atico y Mollendo, dentro de las 50 mn. El bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), mantuvo su cobertura latitudinal desde Punta La Negra (Piura) hasta Morro Sama (Ilo) dentro de las 50 mn de costa. La caballa (*Scomber japonicus peruanus*), presentó mayor disponibilidad con capturas importantes en el sur, desde San Juan de Marcona hasta Ilo, dentro de las 65 mn de la costa capturada por la flota industrial (**Figura 32**). En cuanto a la condición reproductiva, la caballa presentó un incremento de los procesos de maduración gonadal por lo que se considera que se encuentra en su periodo de mayor actividad reproductiva. El bonito aún presentó procesos de maduración gonadal y desove (**Figura 33**).

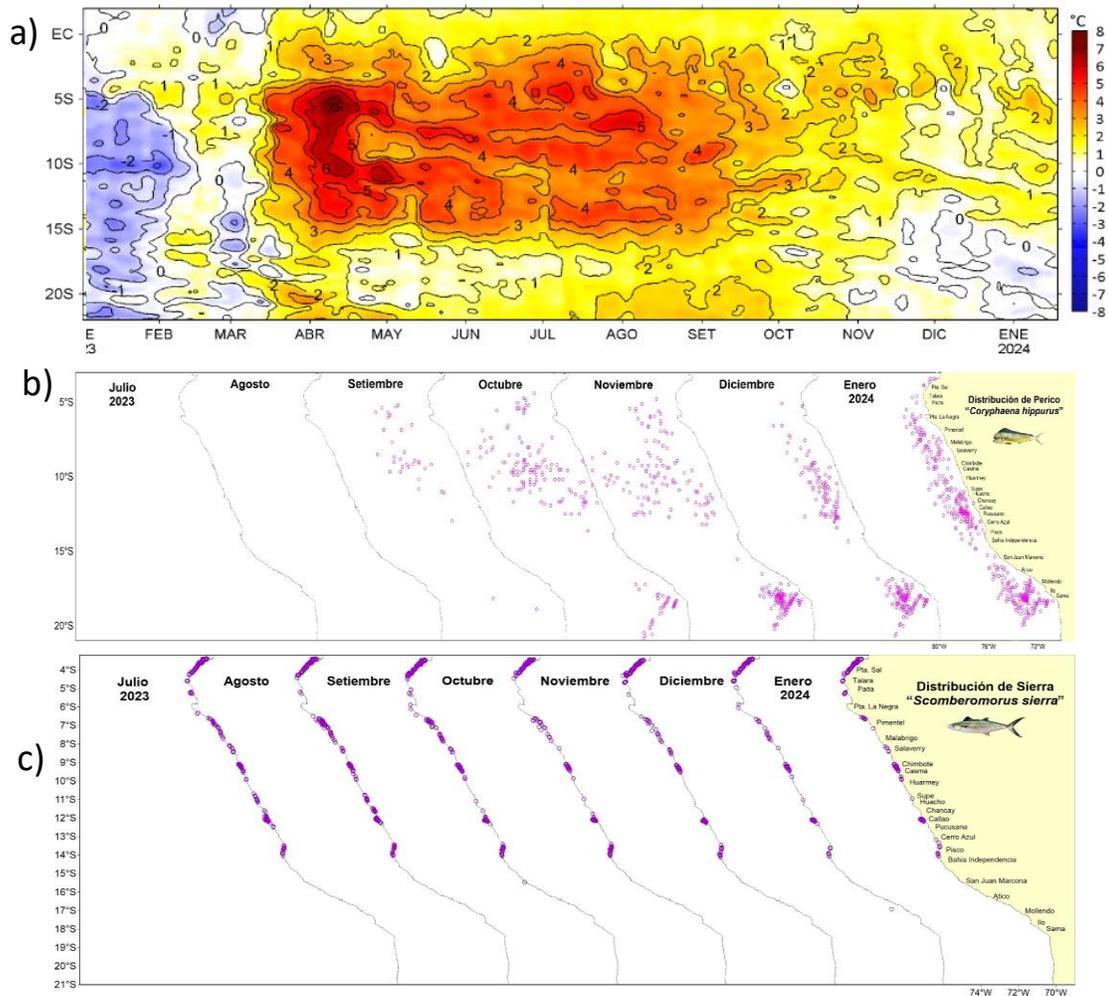


**Figura 32.** Distribución mensual de recursos transzonales con relación a las condiciones ambientales a) anomalías térmicas, b) jurel, c) caballa y d) bonito durante julio 2023 – enero 2024.



**Figura 33.** Índice gonadosomático de: a) caballa *S. japonicus*, b) jurel *T. murphyi* y c) bonito *S. chiliensis chiliensis* de enero del 2022 a enero del 2024.

El pez oceánico perico (*Coryphaena hippurus*) presentó un mayor acercamiento hacia la costa, con amplia distribución a lo largo del litoral dentro de las 150 mn, como parte de su disponibilidad estacional. Asimismo, la especie norteña sierra (*Scomberomorus sierra*) presentó amplia cobertura espacial desde extremo norte hasta Pisco, dentro de las 8 mn de la costa (**Figura 34**).

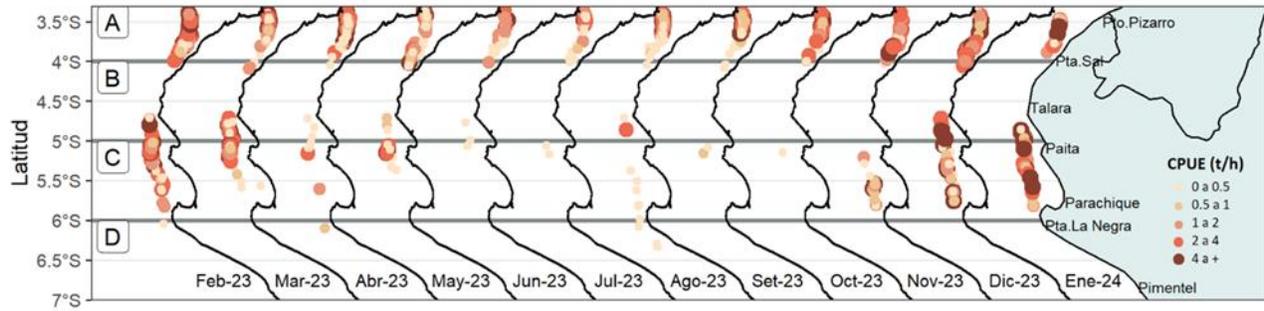


**Figura 34.** Distribución mensual de recursos transzonales con relación a las condiciones ambientales a) anomalías térmicas, b) perico y c) sierra durante julio 2023 – enero 2024.

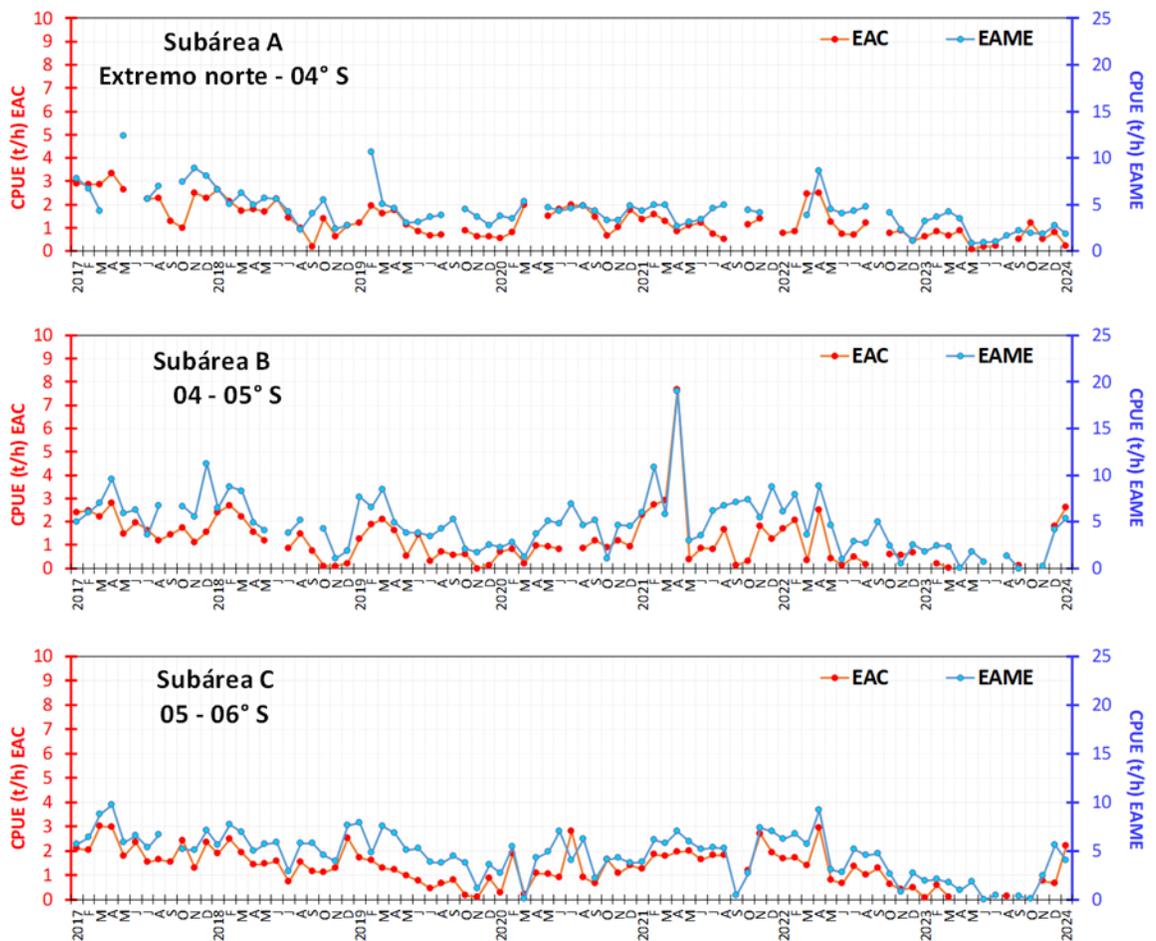
Respecto a los recursos demersales, del 01 al 22 de enero 2024, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló principalmente desde Paita hasta Punta La Negra. Durante ese periodo, los valores más altos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se encontraron entre el grado 5°S y 6°S, por lo que se podría inferir una mayor concentración del recurso en esas latitudes (**Figura 35**). Los valores de la CPUE al norte de 4°S siguen considerándose bajos para esta pesquería, sin embargo, entre los grados 4°S y 5°S se observó un incremento de la CPUE (**Figura 36**). Por otro lado, se observó que se mantuvo la presencia de ejemplares de menor tamaño, los cuales aún se encuentran desde el extremo norte hasta los 6°S (**Figura 37**).

Del 01 al 12 de enero 2024, se observó disminución de los desembarques de los recursos, calamar gigante, calamar común (*Doryteuthis gahi*), pulpo (*Octopus mimus*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y langostino café (*Penaeus californiensis*). El calamar gigante se distribuyó entre el extremo norte (3°30'S) hasta Punta La Negra, de 10 a 120

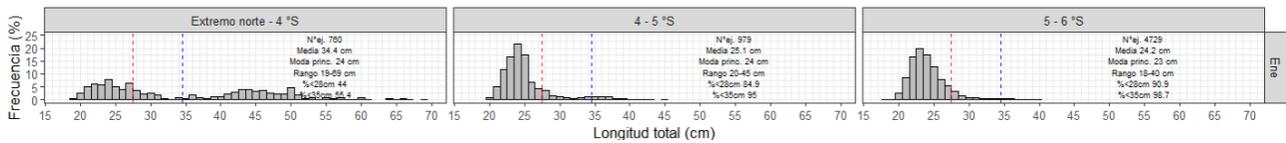
mn de la costa, registrando la mayor concentración frente a Talara (Figura 38).



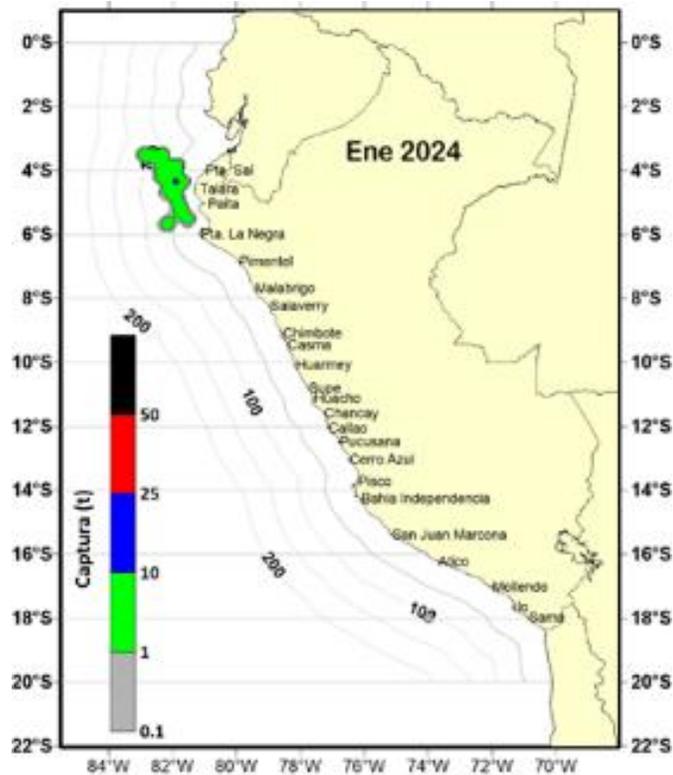
**Figura 35.** Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en  $t \cdot h^{-1}$ ) por lance de pesca entre los meses de febrero 2023 al 07 de enero de 2024 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.



**Figura 36.** CPUE mensual ( $t \cdot h^{-1}$ ) por sub-área de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.



**Figura 37.** Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) del 01 al 22 de enero 2024, capturada por la flota industrial de arrastre.



**Figura 38.** Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, para la quincena del 2024.

### 3.4. Condiciones hidrológicas

En 5 últimos días de diciembre y los 23 primeros días de enero de 2024 los principales ríos de la vertiente del Pacífico, de Tumbes hasta el río Ocoña, los caudales tuvieron un comportamiento sobre lo normal de forma muy notoria, a excepción del río Acarí que tuvo valores dentro de lo normal. Los ríos de Camaná, Chili y Socabaya, en el departamento de Arequipa, tuvieron caudales por muy debajo de lo normal; mientras que los ríos del Tambo a Caplina mostraron un comportamiento dentro de lo normal a sobre lo normal.



| Zona                | Rios                   | Pentadarios (m3/s) |            |         |         |         |         | Prom (m3/s) | Anomalia (%) | Condición                                  | Fuente            |
|---------------------|------------------------|--------------------|------------|---------|---------|---------|---------|-------------|--------------|--|-------------------|
|                     |                        | Dic-2023           | ENE - 2024 |         |         |         |         |             |              |  |                   |
|                     | Tocache                | 3573.77            | 4868.00    | 5149.88 | 3694.12 | 5156.90 | 5551.14 | 4665.64     | 100.56       | Significativamente sobre lo normal         | SENAMHI           |
|                     | Huallaga (Tingo María) | 785.31             | 1055.87    | 985.19  | 839.03  | 1075.11 | 958.22  | 949.79      | 27.88        | Ligeramente sobre lo normal                | SENAMHI           |
|                     | Huallaga (Taruca)      | 170.63             | 226.22     | 191.48  | 152.02  | 188.04  | 177.96  | 184.39      | 47.60        | Ligeramente sobre lo normal                | SENAMHI           |
|                     | Ríos Navegables Centro | Ucayali (msnm)     | 144.83     | 145.06  | 145.70  | 145.32  | 145.11  | 145.84      | 145.31       | -1.19                                      | Normal            |
| Mantaro             | Mantaro (Pongor)       | 222.41             | 529.30     | 495.81  | 282.53  | 327.11  | 375.00  | 372.03      | 33.29        | Ligeramente sobre lo normal                | KALLPA GENERACIÓN |
|                     | Mantaro (La Mejorada)  | 171.47             | 378.98     | 310.37  | 203.72  | 264.38  | 279.84  | 268.13      | 49.90        | Ligeramente sobre lo normal                | ELECTROPERU       |
|                     | Mantaro (Stuart)       | 56.36              | 87.86      | 71.66   | 56.11   | 99.20   | 104.34  | 79.25       | 14.42        | Normal                                     | ELECTROPERU       |
|                     | Mantaro (Chulec)       | 40.63              | 79.62      | 56.05   | 51.75   | 62.63   | 67.64   | 59.72       | 60.21        | Significativamente sobre lo normal         | ELECTROPERU       |
| Apurímac            | Apurímac               | 106.59             | 164.17     | 173.43  | 170.65  | 192.31  | 219.99  | 171.19      | 3.96         | Normal                                     | SENAMHI           |
| Urubamba            | Urubamba (Km 105)      | 92.54              | 150.65     | 136.99  | 92.79   | 109.53  | 103.20  | 114.28      | -44.90       | Ligeramente por debajo de lo normal        | EGEMSA            |
|                     | Paucartambo            | 36.11              | 49.88      | 48.97   | 40.79   | 47.19   | 43.84   | 44.46       | -49.69       | Ligeramente por debajo de lo normal        | SENAMHI           |
|                     | Pisac                  | 68.85              | 105.44     | 113.03  | 66.78   | 83.04   | 78.89   | 86.01       | -37.68       | Ligeramente por debajo de lo normal        | SENAMHI           |
|                     | Chilca                 | 70.12              | 96.79      | 107.67  | 65.72   | 75.53   | 73.22   | 81.51       | -40.56       | Ligeramente por debajo de lo normal        | SENAMHI           |
| Ríos Navegables Sur | Madre de Dios          | 7032.68            | 6869.97    | 6352.17 | 4480.62 | 5925.40 | 7571.26 | 6372.02     | -20.64       | Ligeramente por debajo de lo normal        | ANA               |
| Titicaca            | Huancane               | 3.91               | 17.06      | 19.90   | 5.27    | 4.72    | 4.23    | 9.18        | -62.00       | Significativamente por debajo de lo normal | SENAMHI           |
|                     | Ramis                  | 48.11              | 55.07      | 101.28  | 45.48   | 32.26   | 36.59   | 53.13       | -51.39       | Significativamente por debajo de lo normal | SENAMHI           |
|                     | Ilave                  | 7.43               | 17.83      | 19.89   | 12.14   | 17.33   | 13.55   | 14.69       | -45.83       | Ligeramente por debajo de lo normal        | SENAMHI           |
|                     | Coata                  | 30.39              | 125.50     | 92.68   | 15.78   | 11.63   | 9.17    | 47.52       | -35.10       | Ligeramente por debajo de lo normal        | SENAMHI           |

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

Los principales embalses del país, al 23/01/2024, se encuentran al 54,6 % de la capacidad hidráulica nacional, cabe mencionar que los embalses en su gran mayoría han incrementado sus volúmenes almacenados, a excepción de las ubicadas en la región Paucarani en la región Tacna que siguen con la tendencia estable. De otro lado, los embalses de Tinajones y Gallito Ciego están en sus niveles más altos, históricos para el mes de enero (Tabla 5).

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 23 de enero del 2023

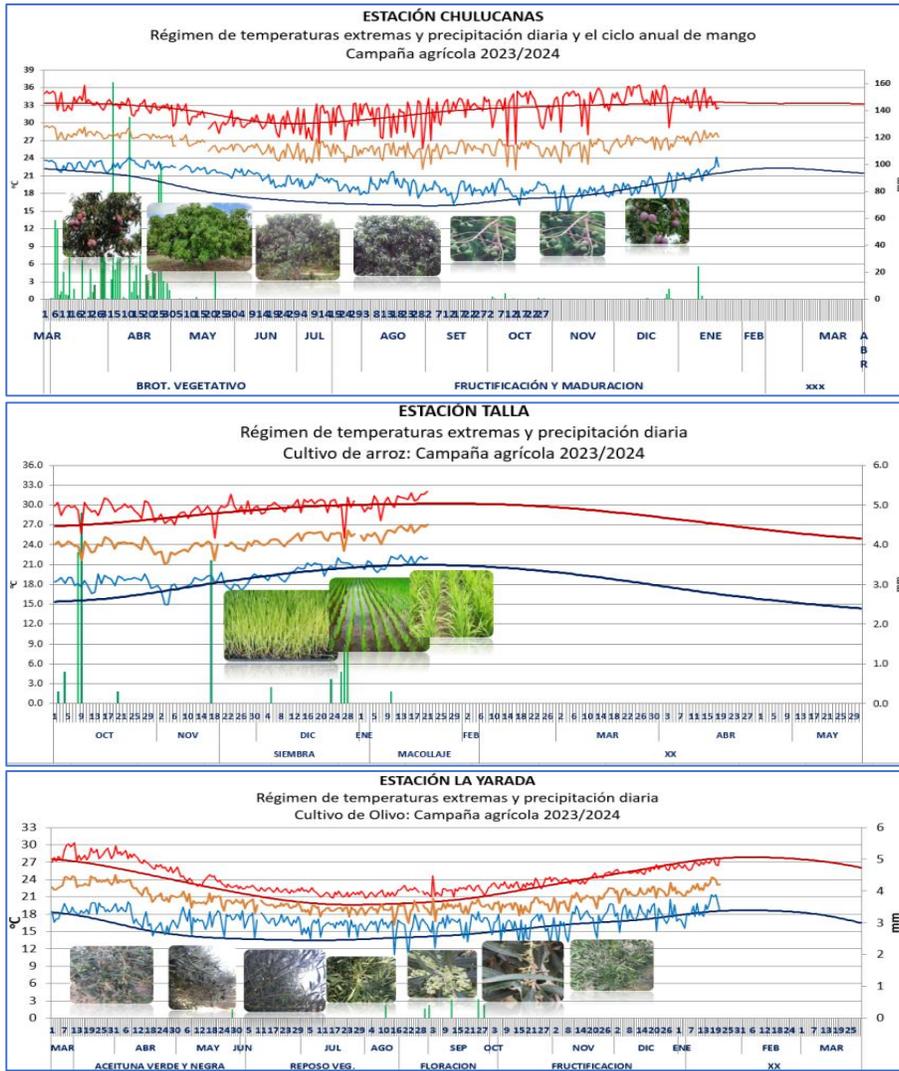
| Zona            | Reservorio          | Fecha Reporte | Departamento de Influencia | Capacidad Hidráulica (hm³) |            | Capacidad Hidráulica Almacenada (%) |
|-----------------|---------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|------------|-------------------------------------|
|                 |                     |               |                            | Útil                       | Almacenada |                                     |
| Costa - Norte   | Poechos             | 23-Ene        | Piura                      | 445.5                      | 200.0      | 44.9                                |
|                 | San Lorenzo         | 23-Ene        | Piura                      | 195.6                      | 114.0      | 58.3                                |
|                 | Tinajones           | 23-Ene        | Lambayeque                 | 331.6                      | 265.2      | 80.0                                |
|                 | Gallito Ciego       | 23-Ene        | La Libertad                | 366.1                      | 296.3      | 80.9                                |
|                 | SUB TOTAL           |               |                            | 1338.7                     | 875.5      | 65.4                                |
| Costa - Centro  | Viconga             | 23-Ene        | Lima                       | 30.0                       | 6.4        | 21.3                                |
|                 | Sistema Rímac       | 15-Dic        | Lima, Junín                | 282.4                      | 203.0      | 71.9                                |
|                 | Choclococha         | 23-Ene        | Ica                        | 131.1                      | 41.9       | 32.0                                |
|                 | Ccaracocha          | 23-Ene        | Ica                        | 40.0                       | 19.0       | 47.5                                |
|                 | SUB TOTAL           |               |                            | 483.5                      | 270.3      | 55.9                                |
| Costa - Sur     | Condorama           | 23-Ene        | Arequipa                   | 259.0                      | 97.4       | 37.6                                |
|                 | El Pañe             | 23-Ene        | Arequipa                   | 99.6                       | 44.0       | 44.2                                |
|                 | Dique Los Españoles | 23-Ene        | Arequipa                   | 9.1                        | 6.8        | 74.8                                |
|                 | Pillones            | 23-Ene        | Arequipa                   | 78.5                       | 10.4       | 13.2                                |
|                 | El Frayle           | 23-Ene        | Arequipa                   | 127.2                      | 55.2       | 43.4                                |
|                 | Aguada Blanca       | 23-Ene        | Arequipa                   | 30.4                       | 17.5       | 57.5                                |
|                 | Chalhuanca          | 23-Ene        | Arequipa                   | 25.0                       | 14.4       | 57.6                                |
|                 | Bamputañe           | 23-Ene        | Arequipa                   | 40.0                       | 8.1        | 20.3                                |
|                 | Pasto Grande        | 23-Ene        | Moquegua                   | 200.0                      | 118.4      | 59.2                                |
|                 | Paucarani           | 23-Ene        | Tacna                      | 10.5                       | 2.7        | 25.7                                |
|                 | Laguna Aricota      | 23-Ene        | Tacna                      | 280.0                      | 181.3      | 64.8                                |
| Jarumas         | 23-Ene              | Tacna         | 13.0                       | 10.7                       | 82.3       |                                     |
| SUB TOTAL       |                     |               | 1172.4                     | 566.9                      | 48.4       |                                     |
| Sierra - Centro | Cuchoquesera        | 23-Ene        | Ayacucho                   | 80.0                       | 42.9       | 53.6                                |
|                 | Lago Junín          | 23-Ene        | Junín                      | 314.7                      | 78.8       | 6.7                                 |
|                 | SUB TOTAL           |               |                            | 394.7                      | 121.7      | 30.8                                |
| Sierra - Sur    | Lagunillas          | 23-Ene        | Puno                       | 585.1                      | 391.5      | 66.9                                |

|                           |             |        |       |                 |                 |             |
|---------------------------|-------------|--------|-------|-----------------|-----------------|-------------|
|                           | Sibinacocha | 23-Ene | Cusco | 110.0           | 51.9            | 47.2        |
|                           | SUB TOTAL   |        |       | 695.1           | 443.4           | 63.8        |
| <b>Situación Nacional</b> |             |        | -     | <b>4,084.39</b> | <b>2,230.36</b> | <b>54.6</b> |

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos  
Elaborado: ANA

### 3.5. Condiciones agrometeorológicas

En los valles de Chulucanas y San Lorenzo (Piura), las plantaciones de mango continúan en las fases de maduración y cosecha, favorecido por las temperaturas del aire de normales a ligeramente cálidas; en tanto que en Lambayeque la prevalencia de las condiciones térmicas normales promovió la fase de fructificación del mango Kent y el inicio de sus primeras cosechas en la zona de Olmos. Con relación a la campaña arrocera 2023/2024, las condiciones diurnas entre normales y ligeramente cálidas favorecieron el crecimiento vegetativo de almácigos y el avance de la fase de macollaje. En la costa sur, La Yarada (Tacna), las temperaturas ligeramente frías, favorecieron la etapa de fructificación del olivo, especialmente en las plantaciones que lograron floración (**Figura 39**).



**Figura 39.** Monitoreo agrometeorológico del mango y olivo campañas agrícolas 2023/2024 en las estaciones de Jayanca, Chulucanas y La Yarada. Fuente: SENAMHI

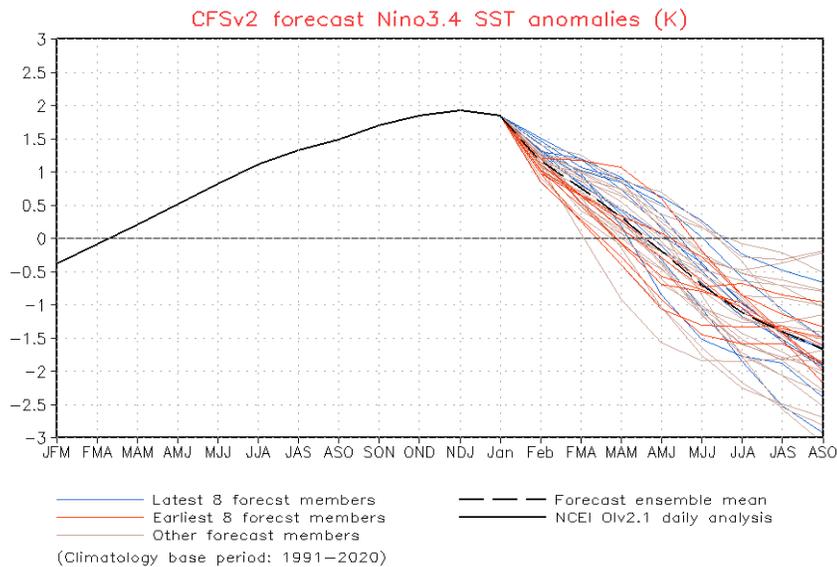
## IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanCM4i-IC3, GEM5–NEMO, NASA–GEOSS2S, GFDL\_SPEAR, COLA–RSMAS–CCSM4,) con condiciones iniciales de enero de 2024, para el Pacífico central (Niño 3.4), indican en promedio, una condición cálida moderada para febrero de 2024, mientras que para marzo se espera la condición cálida débil. Para abril y mayo se esperarían condiciones neutras, y finalmente, para los meses de junio a noviembre se esperarían condiciones de frías débiles a frías fuertes (**Tabla 6**).

**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      | EFM  | FMA  | MAM   | AMJ   | MJJ   | JJA   | JAS   | ASO   | SON   | OND   |
|-------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CFS2        | 0.99 | 0.49 | 0.03  | -0.31 | -0.55 | -0.69 | -0.80 | -0.95 | ----  | ----  |
| CanCM4i     | 1.77 | 1.57 | 1.13  | 0.49  | -0.25 | -0.90 | -1.38 | -1.63 | -1.72 | -1.76 |
| GEM5_NEMO   | 0.96 | 0.20 | -0.49 | -0.98 | -1.27 | -1.41 | -1.41 | -1.37 | -1.32 | -1.25 |
| NASA        | 1.21 | 0.45 | -0.28 | -0.68 | -0.96 | -1.23 | -1.52 | ----  | ----  | ----  |
| GFDL_SPEARE | 1.53 | 1.20 | 0.77  | 0.28  | -0.17 | -0.41 | -0.46 | -0.45 | -0.54 | -0.68 |
| COLA-CCSM4  | 1.08 | 0.53 | -0.02 | -0.60 | -1.15 | -1.65 | -2.01 | -2.23 | -2.34 | -2.38 |
| Promedio    |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
| NMME        | 1.26 | 0.74 | 0.19  | -0.30 | -0.73 | -1.05 | -1.26 | -1.33 | -1.48 | -1.52 |

La reciente publicación del modelo CFSv2, indica la condición cálida débil para el mes de marzo, condiciones neutras para abril y mayo, mientras que para los meses de junio a agosto las condiciones irían de frías débiles a frías fuertes (Figura 40).



**Figura 40.** Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSv2, para la región Niño 3.4

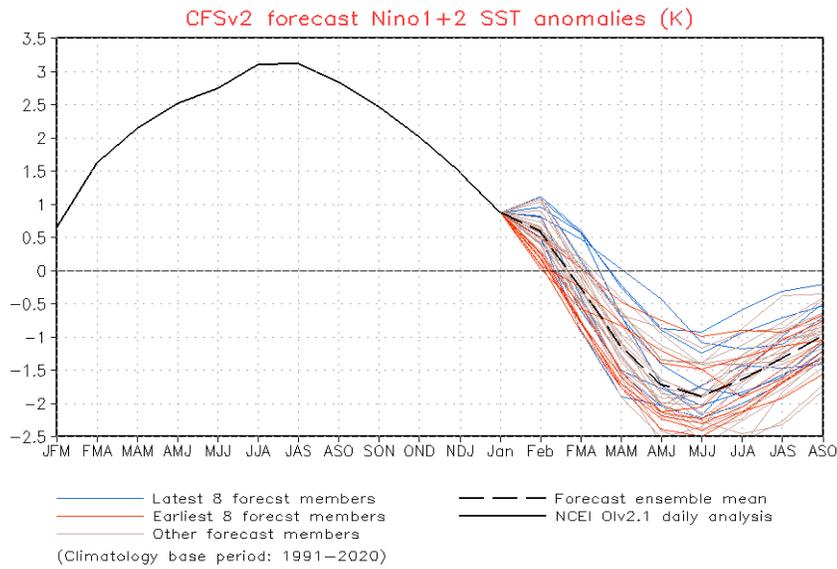
Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME, indican en promedio condiciones neutras entre febrero y noviembre (**Tabla 7**).

**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      | EFM   | FMA   | MAM   | AMJ   | MJJ   | JJA   | JAS   | ASO   | SON   | OND   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CFS2        | 0.13  | -0.36 | -1.07 | -1.64 | -1.76 | -1.41 | -1.01 | -0.72 | ----  | ----  |
| CanCM4i     | 0.95  | 0.85  | 0.82  | 0.69  | 0.43  | 0.02  | -0.28 | -0.39 | -0.38 | -0.36 |
| GEM5_NEMO   | 0.38  | 0.00  | -0.31 | -0.62 | -0.85 | -0.99 | -0.93 | -0.79 | -0.66 | -0.54 |
| NASA        | -0.06 | -0.66 | -0.92 | -0.81 | -0.76 | -0.83 | -0.92 | ----  | ----- | ----- |
| GFDL_SPEARE | 0.35  | -0.01 | -0.24 | -0.46 | -0.55 | -0.70 | -0.76 | -0.69 | -0.53 | -0.38 |
| COLA_CCISM4 | 0.43  | 0.06  | -0.48 | -1.02 | -1.56 | -1.87 | -1.94 | -1.75 | -1.61 | -1.58 |
| Promedio    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| NMME        | 0.36  | -0.02 | -0.37 | -0.64 | -0.84 | -0.96 | -0.97 | -0.87 | -0.80 | -0.72 |

La publicación más reciente del modelo CFSv2 para la región Niño 1+2, indica aún condiciones cálidas débiles para marzo, condiciones neutras entre marzo y abril de 2024, y finalmente condiciones de frías fuertes a frías débiles de mayo a setiembre (**Figura 41**).

Hay que tomar en cuenta que los pronósticos de los modelos climáticos son menos confiables desde abril para adelante, esto como consecuencia de la barrera de predictibilidad (Dan & Wei, 2012). Esta situación mejorará cuando los pronósticos se realicen a partir de mayo o junio.



**Figura 41.** Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSv2, para la región Niño 1+2

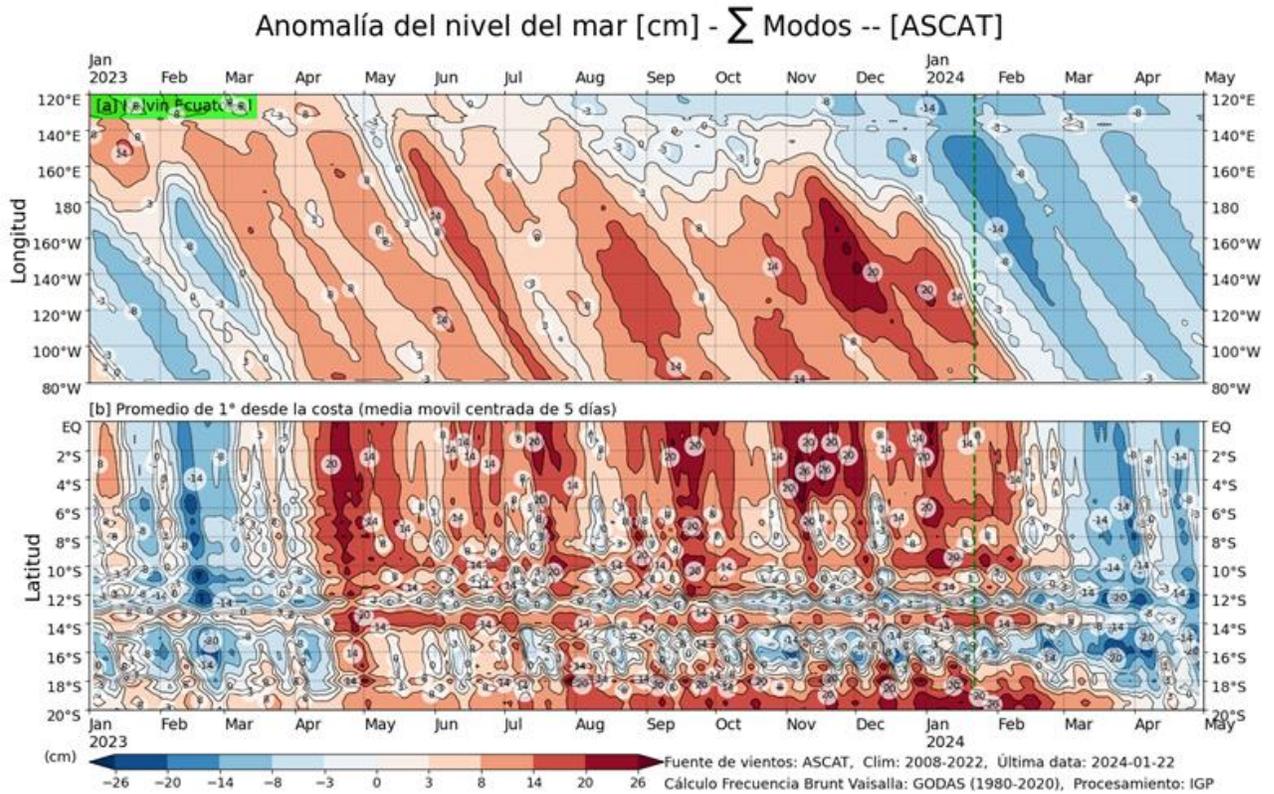
Analizando, a la fecha, las proyecciones basadas en la información de altimetría satelital (Figura 2c) y profundidad de la termoclina (Figura 2b), una nueva onda de Kelvin cálida arribaría a la costa americana a fines de enero e inicios de febrero pero con una intensidad debilitada. En el extremo occidental, no se espera una mayor actividad de ondas de Rossby frías que puedan proyectarse en ondas de Kelvin frías. Por otro lado, en la termoclina, se espera que la señal de la onda de Kelvin cálida continúe presente hasta mediados de febrero. Los pulsos de viento del este localizados en la zona oriental del Pacífico podrían proyectarse en ondas de Kelvin frías y lentas que arribarían a la costa peruana a partir de febrero.

El pronóstico del modelo de ondas del IGP —forzado para el diagnóstico tanto con vientos de ASCAT (Figura 42) como de NCEP (Figura 43), y luego con vientos igual a cero—, continúan pronosticando principalmente la presencia de ondas de Kelvin cálidas que arribarían a la costa peruana durante enero y febrero (quincena). Luego de este periodo de ondas Kelvin cálidas, se espera la presencia de ondas de Kelvin frías. Según la simulación con vientos pronosticados hasta 40 días de CFSv2 (Figura 44), no solo se observan ondas de Kelvin cálidas a lo largo de la costa peruana hasta la quincena de febrero sino también entre marzo y abril.

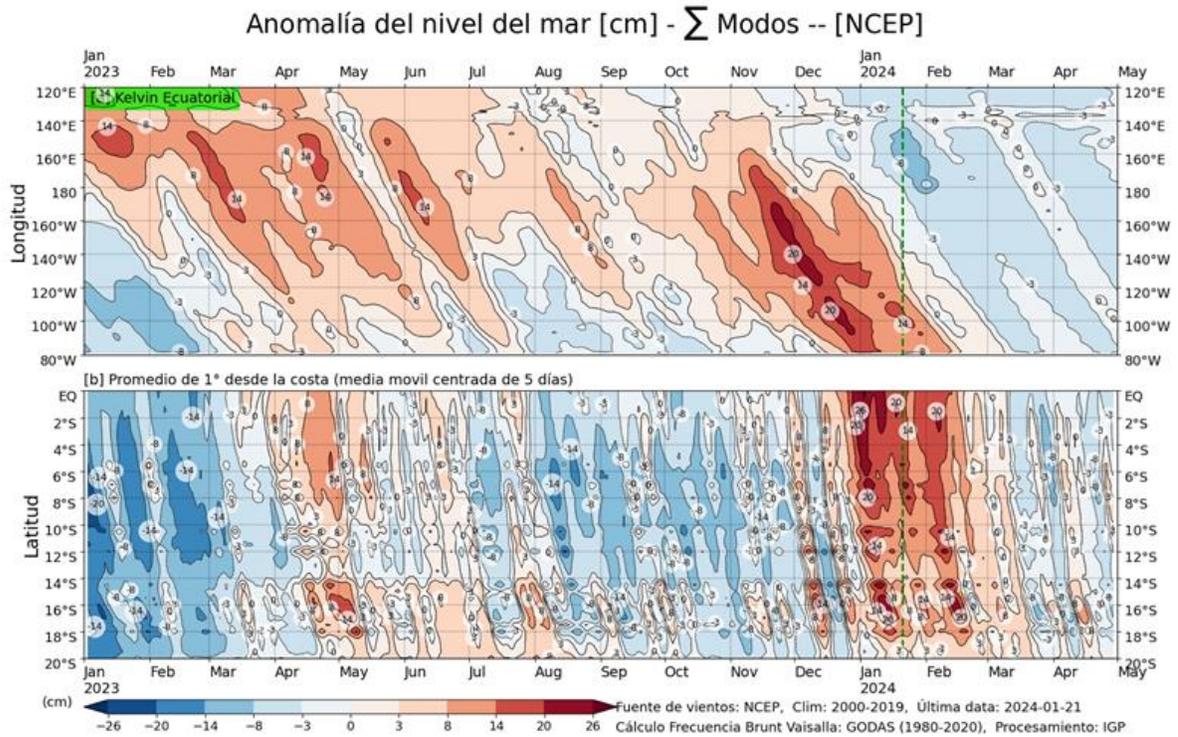
La simulación del modelo de ondas aplicado en el IMARPE, forzado con anomalías de esfuerzo zonal de viento hasta el 20 de enero 2024 y pronosticada con anomalías de esfuerzo zonal de viento igual a cero, en resumen, indica que entre enero y marzo 2024 arribarían a las costas sudamericanas dos ondas Kelvin cálidas y dos ondas Kelvin frías. Las dos ondas Kelvin cálidas (modo 1 y modo 2), generadas por las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental-central entre noviembre y diciembre 2023, llegarían entre lo que resta de enero y febrero.

Por otro lado, la onda Kelvin fría (modo 1), generada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial occidental en diciembre 2023, se ha reforzado por las anomalías de vientos del este en enero en el Pacífico ecuatorial central y llegará al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en febrero 2024. La otra onda Kelvin fría (modo 2), generada entre noviembre y diciembre 2023 en el Pacífico ecuatorial occidental, continúa su propagación hacia el este y llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en marzo 2024 (Figura 45).

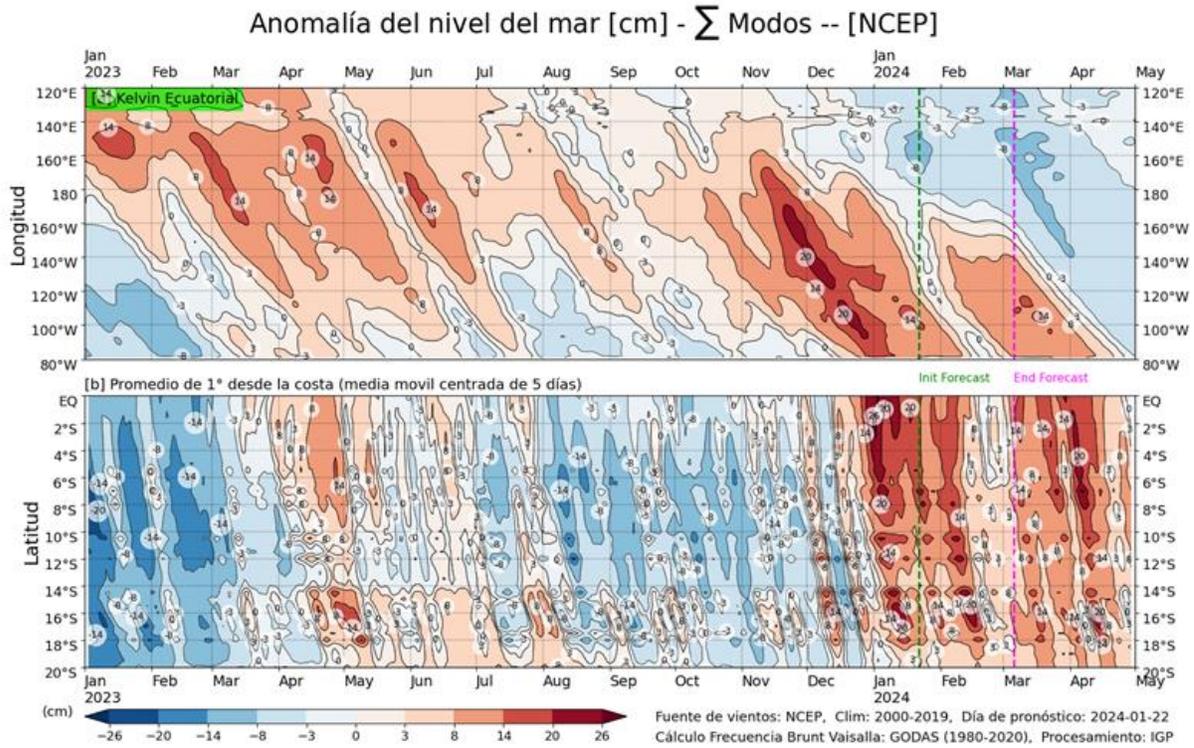
Hay que tener en cuenta que estos modelos no contienen el proceso de dispersión modal que aparentemente están influyendo a que las ondas de Kelvin cálidas están arribando a la costa peruana con poca intensidad. Asimismo, hay que considerar que los pronósticos de viento de CFSv2 cambian en intensidad, e incluso a veces en sus patrones espaciales, conforme se generan nuevos pronósticos.



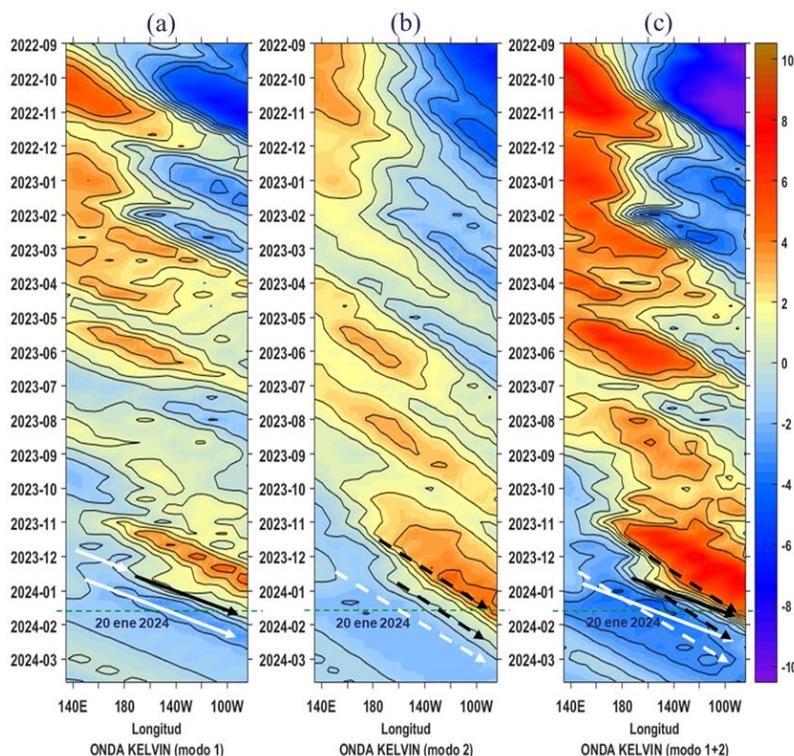
**Figura 42.** Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos de ASCAT. La línea verde entrecortada indica el inicio de la simulación del pronóstico. Fuente: IGP.



**Figura 43.** Igual que la Figura 42 pero el modelo es forzado con los vientos del reanálisis de NCEP. Fuente: IGP.



**Figura 44.** Igual que la Figura 43, pero para el pronóstico de los siguientes 42 días (entre la línea vertical verde y rosada) se usa la información de anomalías de vientos del modelo atmosférico CFSv2. Luego de la línea rosada, los vientos usados para el pronóstico fueron iguales a cero. Fuente: IGP denominada NCEP. Fuente: IGP



**Figura 45.** Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “frías” (flechas blancas). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico con el forzante de vientos climatológico. Fuente: IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo de vientos de NCEP. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

Conforme a lo expuesto, considerando el análisis de los datos observados, los resultados de los modelos de pronóstico y el juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, se espera que, en el Pacífico central, haya una mayor probabilidad de la condición cálida moderada hasta febrero de 2024, mientras que para el mes de marzo la condición más probable es cálida débil (**Tabla 8** y **Figura 46**).

**Tabla 8.** Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre febrero y julio 2024.

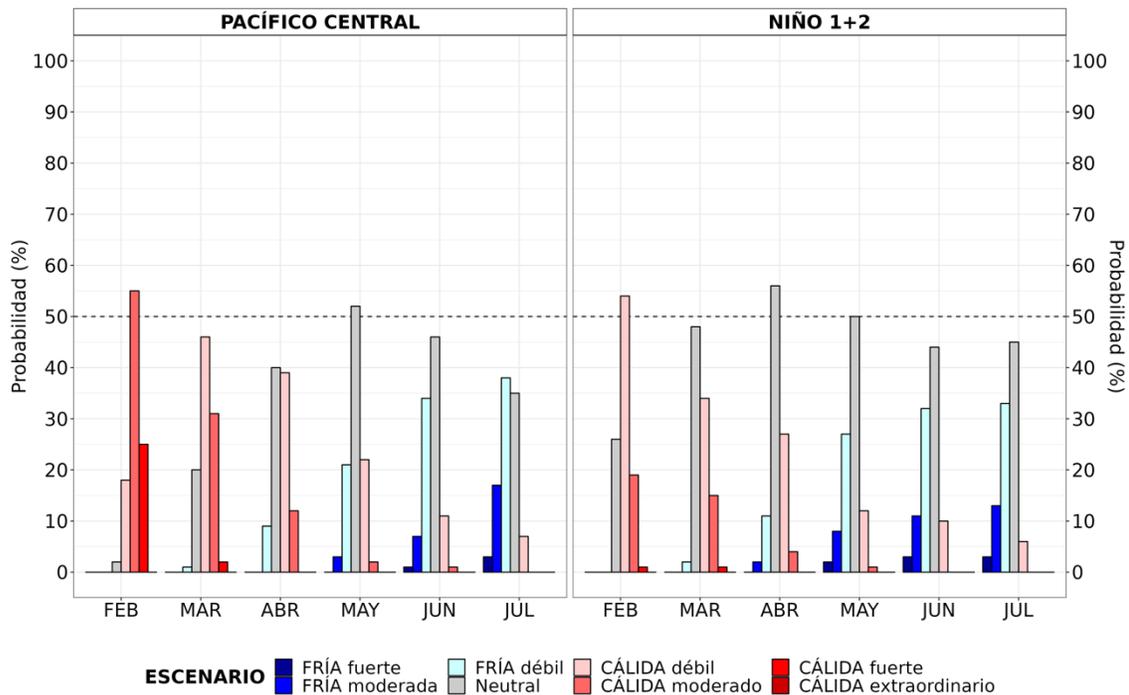
| Pacífico central  | Febrero(%) | Marzo(%) | Abril (%) | Mayo(%) | Junio (%) | Julio (%) |
|-------------------|------------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Fría fuerte       | 0          | 0        | 0         | 0       | 1         | 3         |
| Fría moderada     | 0          | 0        | 0         | 3       | 7         | 17        |
| Fría débil        | 0          | 1        | 9         | 21      | 34        | 38        |
| Neutro            | 2          | 20       | 40        | 52      | 46        | 35        |
| Cálida débil      | 18         | 46       | 39        | 22      | 11        | 7         |
| Cálida moderado   | 55         | 31       | 12        | 2       | 1         | 0         |
| Cálida fuerte     | 25         | 2        | 0         | 0       | 0         | 0         |
| Cálida muy fuerte | 0          | 0        | 0         | 0       | 0         | 0         |

Para la región Niño 1+2, es más probable la condición cálida débil para febrero, mientras que en marzo habría una transición de condiciones cálidas a condiciones neutras (**Tabla 9 y Figura 46**).

**Tabla 9.** Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre enero y junio 2024.

| Pacífico oriental     | Febrero(%) | Marzo(%) | Abril (%) | Mayo(%) | Junio (%) | Julio (%) |
|-----------------------|------------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|
| Fría fuerte           | 0          | 0        | 0         | 2       | <b>3</b>  | 3         |
| Fría moderada         | 0          | 0        | 2         | 8       | 11        | 13        |
| Fría débil            | 0          | 2        | 11        | 27      | 32        | 33        |
| Neutro                | 26         | 48       | 56        | 50      | 44        | 45        |
| Cálida débil          | 54         | 34       | 27        | 12      | 10        | 6         |
| Cálida moderado       | 19         | 15       | 4         | 1       | 0         | 0         |
| Cálida fuerte         | 1          | 1        | 0         | 0       | 0         | 0         |
| Cálida extraordinario | 0          | 0        | 0         | 0       | 0         | 0         |

**PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS**



**Figura 46.** Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre febrero y julio 2024.

El pronóstico estacional febrero-abril 2024<sup>3</sup>, en lo que resta del verano persistirían temperaturas del aire por encima de lo normal a lo largo de la costa norte y centro, principalmente. Asimismo, es más probable que las lluvias en la costa norte registren valores normales; mientras que, en la sierra norte estarían entre valores normales y sobre lo normal, sin descartar lluvias puntuales de moderada intensidad en ambos sectores. En la región andina sur del país se prevén lluvias de normal a bajo lo normal.

Entre febrero y mayo se prevén caudales de normal a sobre lo normal en los ríos de la zona noroccidental del país, con la posible ocurrencia de crecidas, principalmente, en febrero. En la zona centro-occidental, las condiciones hidrológicas serían en promedio normales, sin descartar eventos de crecidas repentinas que podrían afectar las actividades en los ríos y zonas aledañas, además de posibles activaciones de quebradas. Se prevé que los caudales de la región hidrográfica del Pacífico sur y Titicaca se encuentren en el rango de lo normal a debajo de lo normal<sup>4</sup>.

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, se espera que la anchoveta del stock norte-centro continúe con el incremento de su actividad desovante, asociada al período secundario de desove en el verano. Por otro lado, en lo que resta del verano se mantendría la disponibilidad de perico, caballa y jurel, de acuerdo a su estacionalidad. En relación con los recursos demersales, para las próximas semanas, se espera que se mantengan los niveles de captura por unidad de esfuerzo de la merluza al norte de Punta La Negra. Asimismo, es probable que el calamar gigante o pota mantenga su distribución preferencial frente a la costa norte en lo que resta del verano.

---

<sup>3</sup> Pronóstico estacional enero -marzo de 2024: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-43.pdf>

<sup>4</sup> Pronóstico hidrológico estacional a nivel nacional enero – mayo 2024:  
<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-41.pdf>

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”, ya que es más probable que El Niño costero (región Niño 1+2) continúe hasta fines de verano, como consecuencia de la evolución de El Niño en el Pacífico central y a la variabilidad de las condiciones climáticas regionales.

Conforme al juicio experto del ENFEN, basado en los datos observados, así como de los pronósticos de los modelos climáticos internacionales que se tienen hasta la fecha, en la región Niño 1+2 es más probable que las condiciones cálidas débiles continúen hasta febrero, mientras que habría una transición a condiciones neutras entre marzo y abril. A partir de mayo es más probable un escenario de condiciones neutras (seguidas de condiciones frías), por lo pronto, hasta julio.

Se recomienda a los tomadores de decisiones tener en cuenta los posibles escenarios de riesgo, de acuerdo con el pronóstico estacional vigente y las proyecciones hasta julio, con la finalidad de que se adopten las acciones que correspondan para la reducción del riesgo y la preparación para la respuesta.

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 16 de febrero de 2024

## VI. 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>
- Duan, W., & Wei C. (2012). The ‘spring predictability barrier’ for ENSO predictions and its possible mechanism: results from a fully coupled model, *aop(aop)*, doi:10.1002/joc.3513
- 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)

- 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., Tippett, M. K., Barnston, A. G., Li, S., Rosati, A., Schubert, S. D., ... Wood, E. F. (2014). The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(4), 585–601. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00050.1>
- Mosquera, K. A. (2009). Variabilidad Intra-estacional de la Onda de 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 de 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., Mogollon, R. et al. 2021. Marine heatwaves in the Humboldt current system: from 5-day localized warming to year-long El Niños. *Sci Rep* 11, 21172. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00340-4> Takahashi et al., 2014

- Quispe, J. y L. Vásquez, 2015. Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros, 2016. El Índice Térmico Costero Peruano. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe, 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>
- 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*. CNPq.



