

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



AÑO 9 N°18

INFORME TÉCNICO ENFEN

AL 22 NOVIEMBRE DE 2023

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)

Ing. Miguel Yamasaki Koizumi
Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

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, Karen León, 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

CENEPRED: Ena Jaimes y Neil Alata

Año: 9

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), 2023.

Informe Técnico ENFEN. Año 9, N°18, Al 22 noviembre de 2023, 62 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles 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: 24 de noviembre de 2023



**Diagnóstico Climático y
Previsión de El
Niño-Oscilación del Sur
en el Perú al 22 de
noviembre 2023**

Índice

I.	INTRODUCCIÓN	6
II.	MÉTODOS	6
2.1.	Variables	6
	Temperatura Superficial del Mar (TSM)	7
2.2.	Índices	7
	Índice Costero El Niño (ICEN)	7
	Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)	8
	Índices reproductivos de anchoveta	8
2.3.	Modelos y Pronósticos	8
	Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)	8
	Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia	8
	Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)	9
	Modelos Climáticos de Agencias Internacionales	9
	Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto	9
III.	CONDICIONES OBSERVADAS EN NOVIEMBRE DE 2023	10
3.1.	Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical	10
3.2.	Condiciones oceánicas y atmosféricas locales	18
3.3.	Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras	32
3.4.	Condiciones hidrológicas	42
3.5.	Condiciones agrometeorológicas	44
IV.	PERSPECTIVAS	45
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
VI.	REFERENCIAS	52
VII.	ANEXO	54

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.

MÉTODOS

Variables

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

Temperatura Superficial del Mar (TSM)

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

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

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

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

Índices

Índice Costero El Niño (ICEN)

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

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

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

Índices reproductivos de anchoveta

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

Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

El modelo representa la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se simula con dos tipos de termoclina, constante y variable. Para el diagnóstico, el modelo es forzado con esfuerzo de viento del reanalysis NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y vientos observados remotamente de ASCAT (Bentamy et al., 2008), estos últimos obtenidos de <ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/Daily/>. Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger & Menkes (1995). Para el pronóstico, el modelo continúa integrándose numéricamente en el tiempo usando dos artificios: 1) esfuerzo de viento igual a cero y 2) promedio de los últimos 30 días de la anomalía del esfuerzo de viento (Mosquera, 2009, 2014; Mosquera et al., 2010).

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia

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

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

Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)

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

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 3.4¹ y Niño 1+2², aplicando los mismos umbrales de anomalías de TSM usadas para definir las categorías El Niño y La Niña (ENFEN, 2012).

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

² 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

CONDICIONES OBSERVADAS AL 22 DE NOVIEMBRE DE 2023

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

La TSM incrementa los valores anómalos positivos en casi toda la región del Pacífico ecuatorial; sin embargo, en el Pacífico ecuatorial oriental continuó registrándose una disminución de la ATSM, aunque manteniendo la condición cálida fuerte (Figura 1 y Figura 2, Tabla 2). Según los datos del OISST semanales en la región Niño 3.4, para mediados de noviembre se registró una anomalía de 1,9°C; en Niño 3, de 2,1 °C y en Niño 1+2, de 2,0 °C (Tabla 2).

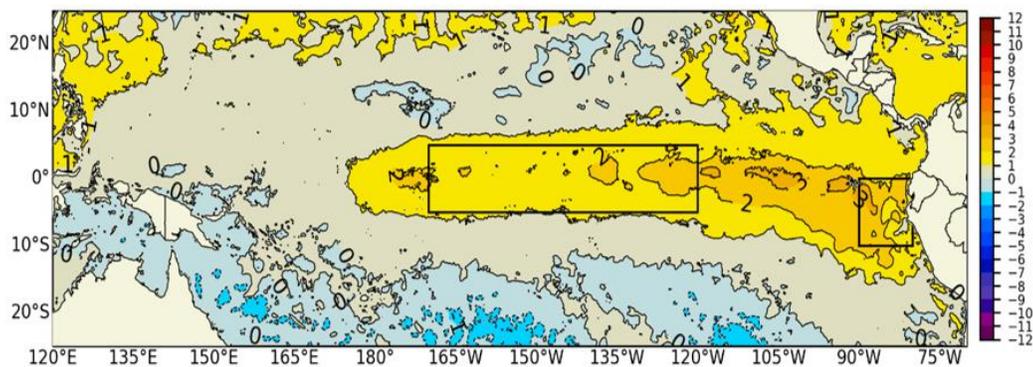


Figura 1. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico tropical del 01 - 15 de noviembre.
Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020

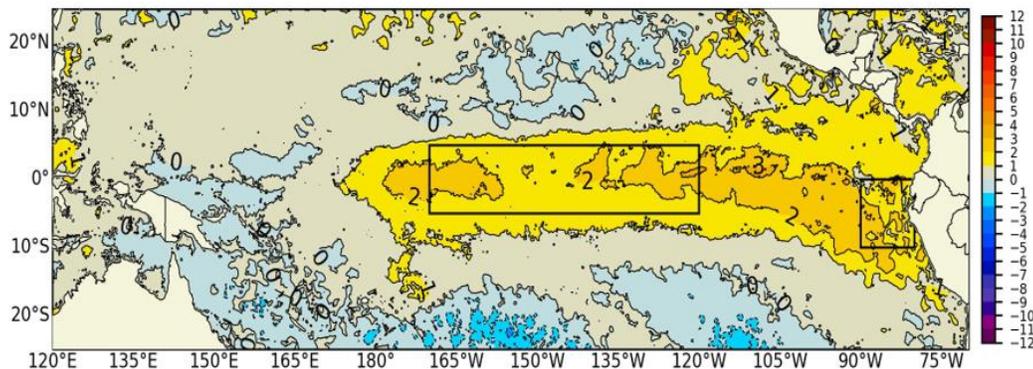


Figura 2. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 15 al 20 de noviembre de 2023.
Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020

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		
May.23	26.63	2.21	28.10	0.85	28.40	0.46	29.21	0.30	
Jun.	25.62	2.50	27.88	1.26	28.57	0.84	29.54	0.57	
Jul.	24.94	2.98	27.41	1.61	28.32	1.02	29.59	0.69	
Ago.	24.29	3.28	27.12	2.00	28.21	1.35	29.72	0.93	
Set.	23.14	2.41	27.01	2.11	28.32	1.60	29.88	1.12	
Oct. 23	23.36	2.34	27.11	2.13	28.38	1.66	29.96	1.20	

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	
18-Oct-23	23.4	2.3	27.1	2.1	28.4	1.6	30.0	1.3
25-Oct-23	23.7	2.6	27.1	2.0	28.4	1.6	29.9	1.3
01-Nov-23	23.5	2.2	27.2	2.1	28.5	1.8	30.0	1.4
08-Nov-23	23.7	2.2	27.1	2.0	28.5	1.8	30.0	1.3
15-Nov-23	23.7	2.0	27.2	2.1	28.7	1.9	30.1	1.5

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de setiembre y el ICEN temporal (ICEN-*tmp*) de octubre se ubican dentro de la condición cálida fuerte. En lo que respecta al ONI, los valores de setiembre y el temporal (ONI*tmp*) de octubre corresponden a las condiciones cálidas fuertes (Tabla 3).

Tabla 3. Valores del ONI e ICEN desde setiembre de 2022 hasta setiembre de 2023 y sus valores temporales de setiembre. Fuente: IGP

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
oct-22	-1,39	Fría Moderada	-1,00	Fría Moderada
nov-22	-1,24	Fría Moderada	-0,93	Fría Débil
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	2,7	Cálida Fuerte	1,54	Cálida Fuerte
Mes	ICEN <i>tmp</i>	Mes	ONI <i>tmp</i>	Mes
Oct-23	2.30	Cálida Fuerte	1.68	Cálida Fuerte

Según la información de la termoclina, la señal de una onda de Kelvin cálida sigue desplazándose hacia el extremo oriental, aunque con menos intensidad que las que se observaron anteriormente. El pulso de viento del oeste que se desarrolló a inicios de noviembre habría formado una nueva onda de Kelvin cálida que actualmente se localiza en 170°W (Figura 3b). En esta misma variable se aprecia una onda de Kelvin fría en la región occidental que se localiza en 170°E. En el nivel del mar, la señal de la onda de Kelvin cálida se habría debilitado al acercarse a la costa americana (Figura 3c). El paquete de ondas de Rossby frías continúa su arribo en la región occidental, mientras que el paquete cálido ha mostrado un aparente debilitamiento en su señal (Figura 4b).

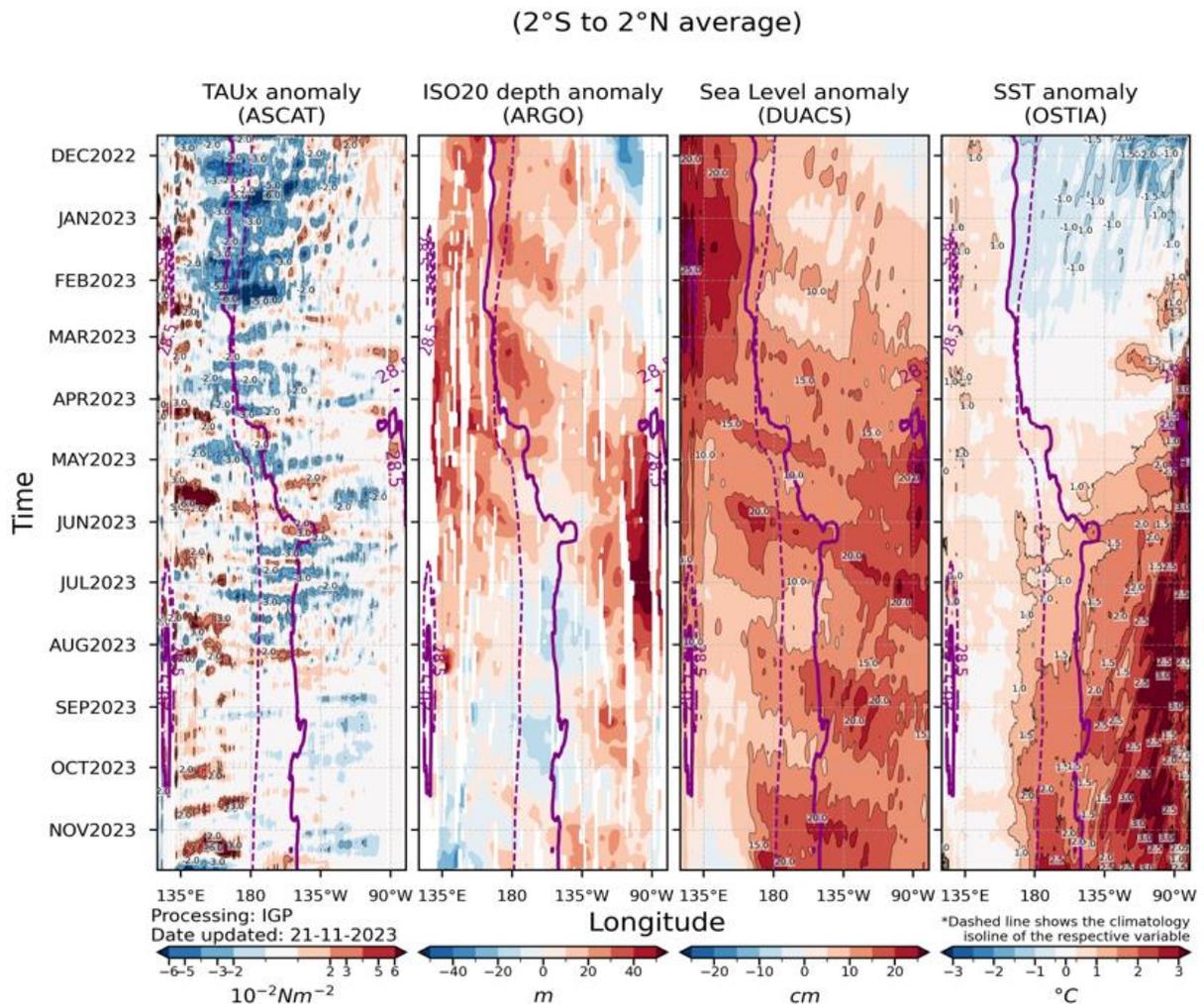


Figura 3. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP

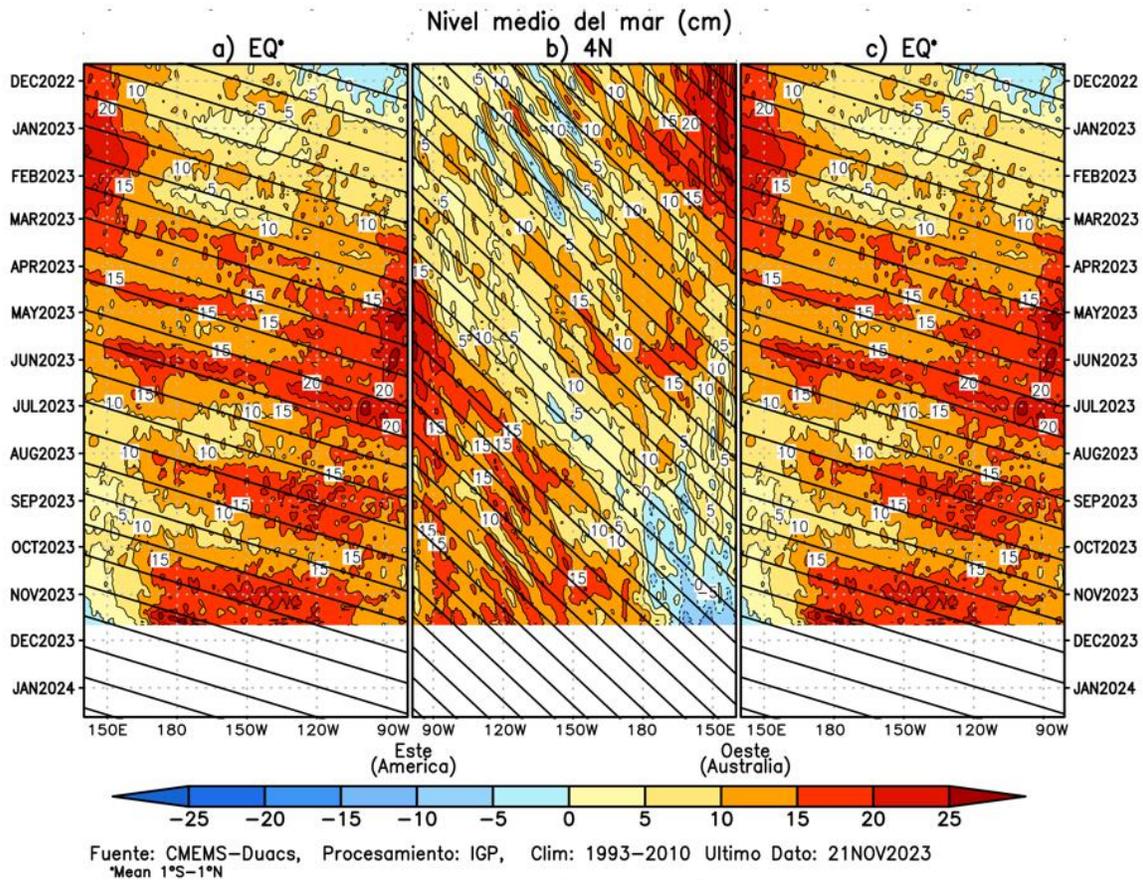


Figura 4. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS-Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°N (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras 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 el Pacífico ecuatorial, en promedio para los primeros 21 días de noviembre, continuaron observándose anomalías negativas de la presión atmosférica en el Pacífico central, extendiéndose hacia la región oriental y norte, asociado a la presencia de tormentas intensas en el hemisferio norte frente a centro América. Sobre la franja del mar continental, se mantienen anomalías positivas de presión atmosférica que favorecieron la ausencia de precipitaciones sobre la región (Figura 5d). El gradiente de presión que muestra desde el mar continental hacia el este favorece que el dominio de flujos de anomalías del oeste desde los 130°E a 130°W (Figura 5a). La media móvil del Índice de Oscilación del Sur (SOI, por sus siglas en inglés) al 18 de noviembre, alcanza el valor de -7.8, asociado a las condiciones de presión atmosférica descritas. Por otro lado, el ramal subsidente de la circulación de Walker, entre 150°E y 90°E, mostró un incremento sustancial respecto a lo observado en octubre, lo cual estaría también vinculado con la fase positiva de la MJO, estando muy activa en convección entre los 180°W-150°E (Figura 5c); mientras que sobre la región continental (Sudamérica) la célula de Walker presentó la fase subsidente asociada a la fase subsidente de la MJO (Figura 5c).

Para el promedio de los 21 días de noviembre, en niveles bajos de la tropósfera (850 hPa) predominaron anomalías positivas del oeste entre los 130°E y 130°W; (Figura 5b). En niveles de alta tropósfera de la franja tropical se observaron anomalías de flujos del este en forma predominante desde los 90°W hasta los 130°W; mientras que entre la franja de las latitudes de los 10°S a 30°S y al oeste del Perú, domina un patrón de flujos de anomalías del oeste que hace su ingreso a la región sur del Perú, propiciando deficiencia en la actividad convectiva; asimismo, el brazo subsidente de la célula de Walker (Figura 5c) favoreció cielos con escasa nubosidad e incremento de la temperatura del aire en la Amazonía.

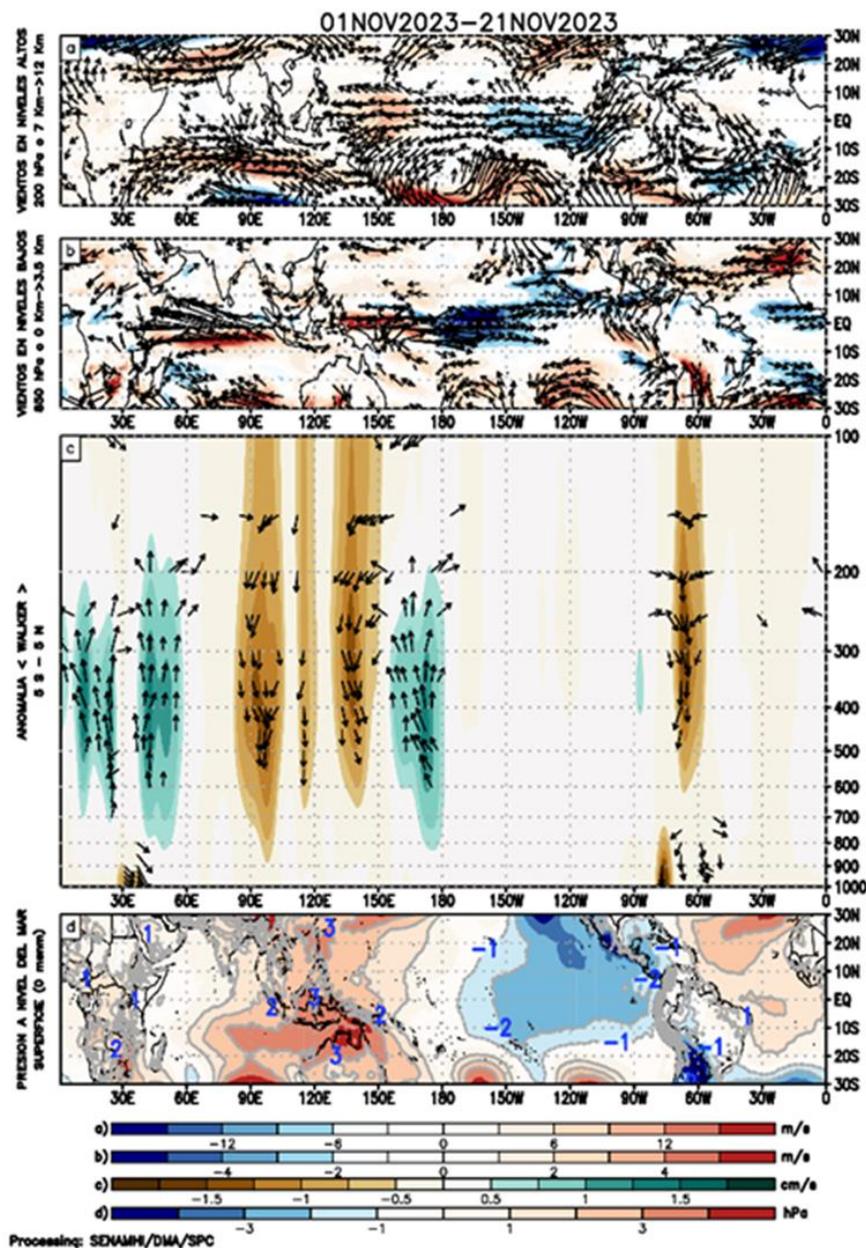


Figura 5. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) entre el 1 y el 21 de noviembre de 2023, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

Entre el 01 al 21 de noviembre, en niveles bajos de la atmósfera (capa de 1000-850 hPa), se observaron anomalías del oeste en sectores del Pacífico centro-oriental hacia el Pacífico occidental (130°E a 120°W); anomalías próximas a superficie (1000hPa) oscilaron entre 1 a 6 m/s, mientras que en niveles de 850 hPa los valores llegaron hasta los 7 m/s (Figura 6a y b). En zonas cercanas a continente se observaron anomalías ligeramente superiores a su media climática, condición que fue favorecida por la intensificación del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) ubicado al suroeste de su posición habitual con anomalías hasta de +9 hPa alrededor de su núcleo. El gradiente isobárico desde el núcleo del APS hacia la costa peruana favorece la sostenibilidad del viento costero e incluso con anomalías positivas del sureste.

Por otro lado, la MJO mostró su fase divergente en la franja ecuatorial desde 130°E hasta 170°W, su núcleo más intenso se extendió hacia el este en menor intensidad. Desde la línea de pronóstico para las próximas dos semanas (Figura 6), la fase subsidente (zona convergente en altura) se desplazaría desde los 150°W hacia la zona continental (Sudamérica) desde finales de noviembre hacia la primera semana de diciembre, lo que inhibiría actividades intensas de convección. Los modelos GFS y CFS concuerdan en el comportamiento de desplazamiento de la MJO hacia continente y su próximo dominio subsidente.

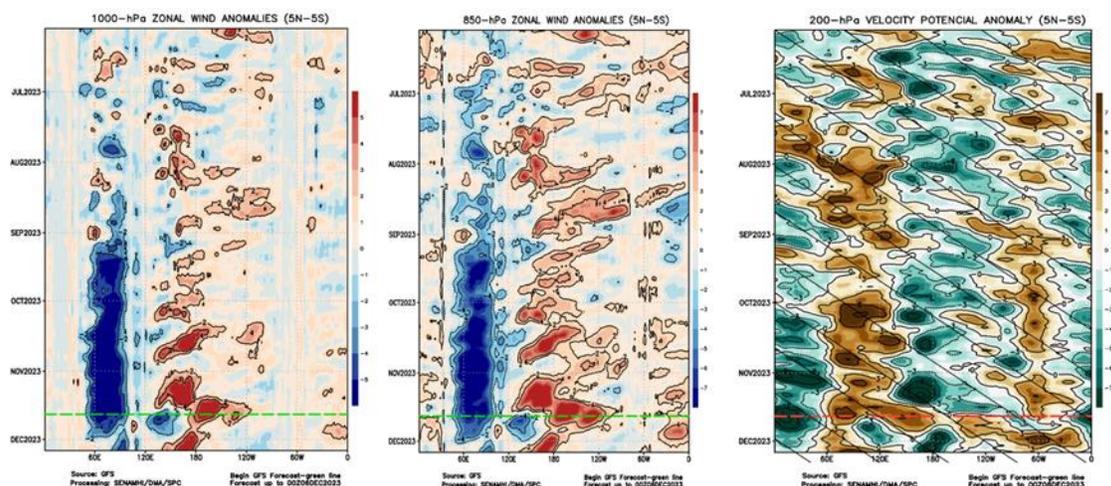


Figura 6. Anomalías promedio, entre los 5°N y 5°S entre 01 al 21 de noviembre de (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. La línea roja muestra el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para lo que va de noviembre, mostró una configuración zonal, con un núcleo hacia el suroeste de hasta 1029 hPa (38°S-110°W) extendiéndose hacia la costa oeste de Sudamérica (Figura 7), influyendo en las condiciones del viento sobre la costa. Episodios de intensificación de vientos desde la costa central de Chile hacia la costa peruana se presentarán en periodos cortos (1-3 días) durante las siguientes dos semanas (Figura 9).

El pronóstico del GFS indica que los vientos alisios para las próximas dos semanas estarían presentándose dentro de su variabilidad del sur/sureste con episodios cortos de anomalías del sur pegado a la costa del Perú; asimismo, se presentarán episodios cortos de vientos del norte (26-29 de noviembre), lo que favorecería el ingreso de humedad y aire cálido para el extremo norte de la costa peruana (Figura 8, Figura 9).

Para el trimestre SON (preliminar), el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se encontró en el rango intenso (+3,3 hPa) y se ubicó al oeste de su ubicación normal. Con respecto al trimestre ASO, hubo un fortalecimiento de la intensidad y un desplazamiento al suroeste del APS. En lo que va de noviembre, el APS se ubica en promedio en los 110,0°W y 35,0°S, desplazado al suroeste de su posición habitual, alcanzando una intensidad de 1028,8 hPa y una anomalía de +4,7 hPa (Figura 10).

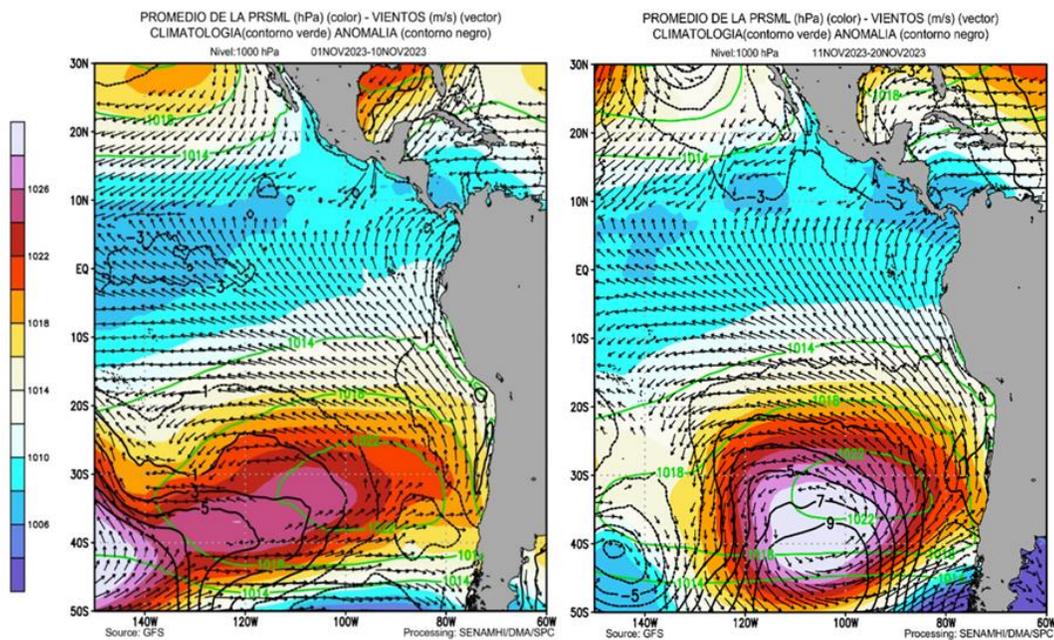


Figura 7. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (matiz de colores) entre el 01 al 10 de noviembre de 2023, a) presión atmosférica climática (línea verde) y presión actual en matiz de colores b) Anomalía de viento en 850 hPa (m/s, vectores) y anomalía de presión (línea negra). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

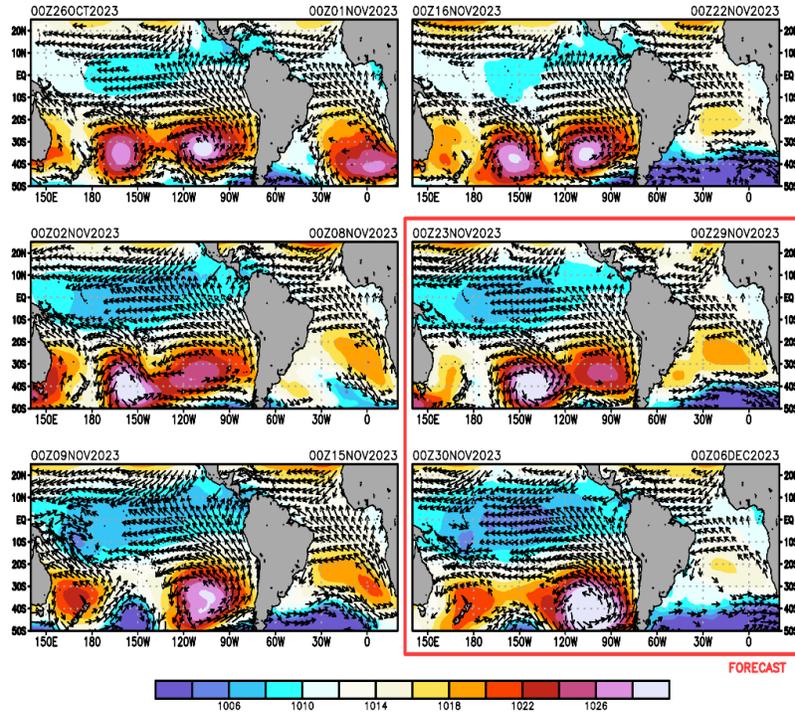


Figura 8. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: del 26 de octubre al 22 de noviembre de 2023. Pronóstico: del 23 de noviembre al 06 de diciembre de 2023. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

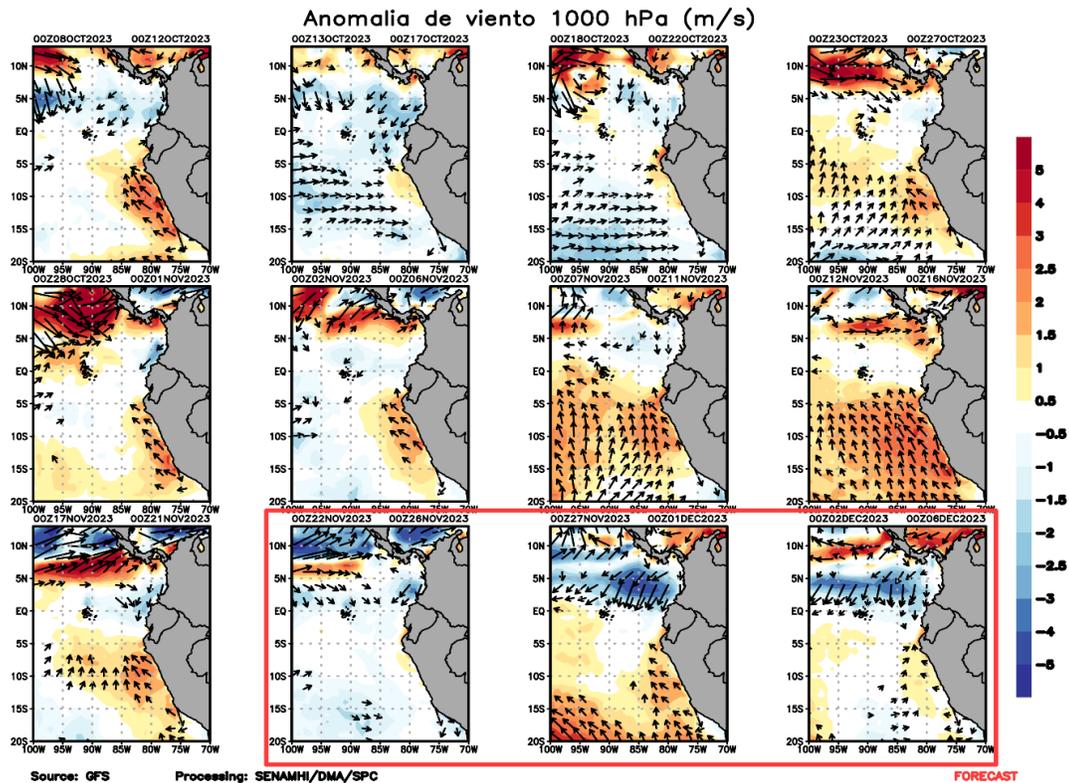


Figura 9. Anomalia pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: del 08 de octubre al 21 de noviembre de 2023. Pronóstico: del 22 de noviembre al 06 de diciembre de 2023. Procesamiento: SENAMHI.

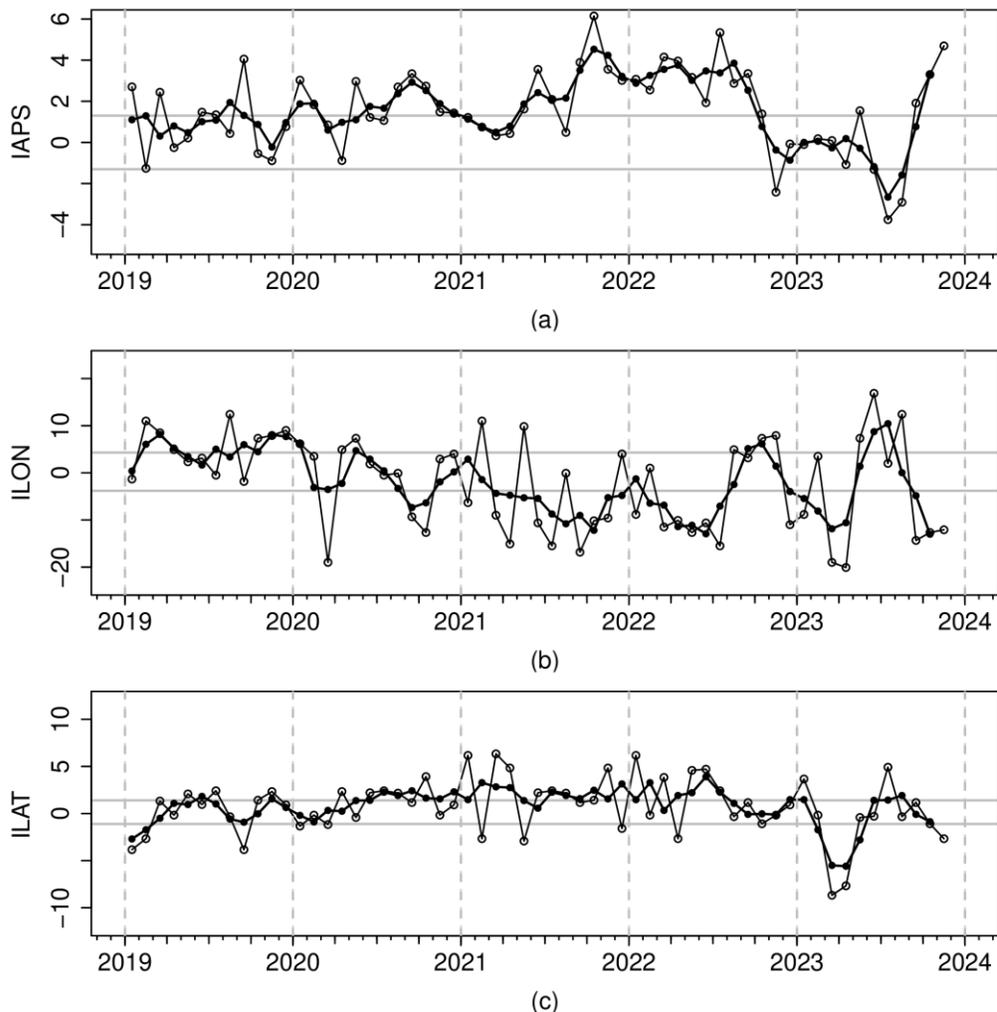


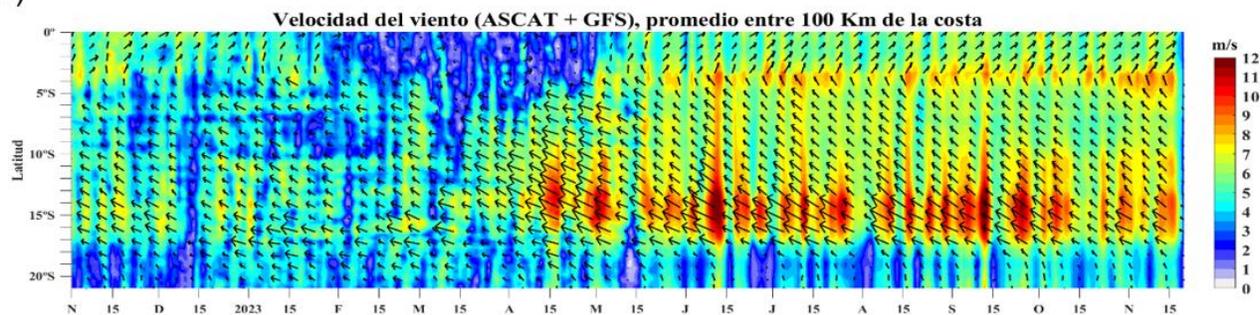
Figura 10. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre ASO 2023 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2019 hasta noviembre 2023. Climatología 1991 – 2020.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

A lo largo de la franja adyacente a la costa peruana, dentro de los 40 km y durante la última semana de octubre y lo que va de noviembre, predominaron vientos de moderados (entre $4,1$ a $6,8 \text{ m s}^{-1}$) a fuertes (mayores a $6,8 \text{ m s}^{-1}$), con anomalías de velocidades de viento (VV) en el rango positivo (mayor a $+2,0 \text{ m s}^{-1}$), las cuales han persistido desde al menos inicios del invierno a lo largo de la mayor parte del litoral peruano (Figura 11). El afloramiento costero se relacionó a este incremento del viento y presentó anomalías positivas a lo largo de la costa a partir de la tercera semana de octubre hasta la tercera de semana noviembre. El índice del afloramiento costero exhibió sus máximos pulsos frente a Talara – Paita ($400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}$), y se presentaron anomalías positivas a lo largo de la costa, superiores a lo registrado en octubre.

Respecto al bombeo de Ekman, continuaron predominando las anomalías positivas hasta la tercera semana de noviembre (Figura 12), manteniendo una tendencia ascendente coherente con la intensidad de los vientos del sudeste en la zona costera y oceánica.

a)



b)

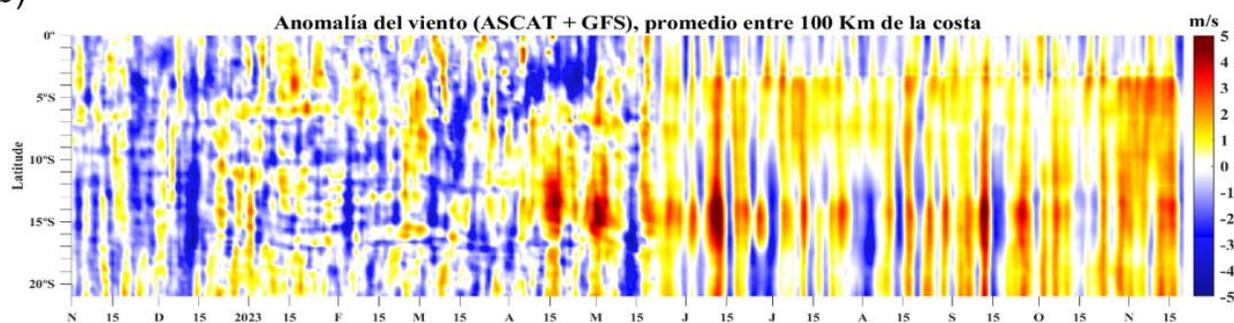


Figura 11. Viento Satelital (40 km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento ($m s^{-1}$), b) Anomalía de la velocidad del viento ($m s^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo), Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 20 de noviembre.

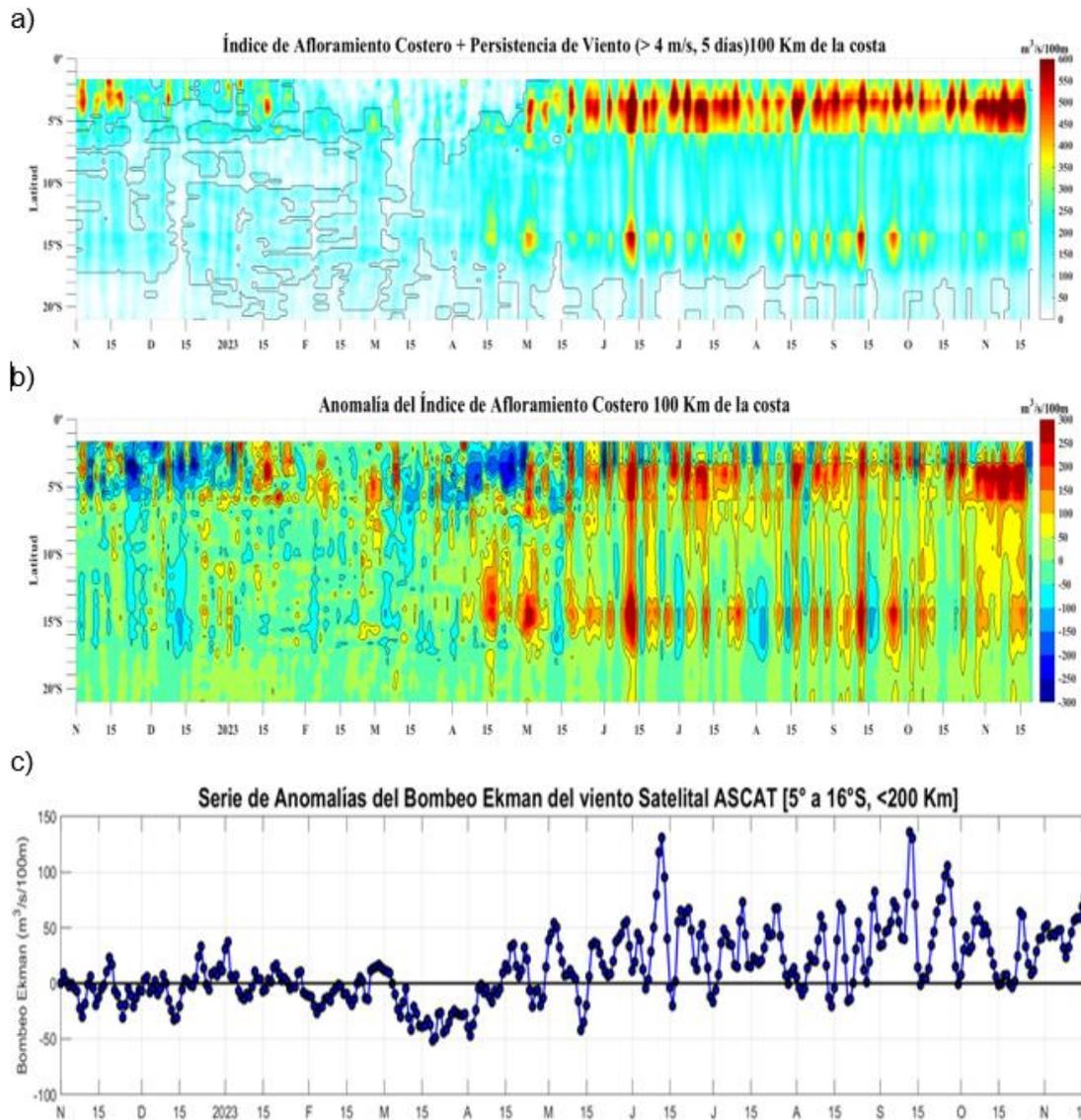


Figura 12. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($m^3 s^{-1} 100 m^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200km ($m^3 s^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 20 de noviembre.

Entre el 01 al 21, durante la segunda década de noviembre, se ha observado un leve aumento en las temperaturas a lo largo del litoral, tanto en las máximas ($0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) como en las mínimas ($0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), en comparación con la primera decadiaria.

A pesar de la configuración del Anticiclón del Pacífico Sur (APS); que ha propiciado la llegada de vientos fríos a la costa, generando un ligero descenso en la Temperatura Superficial del Mar (TSM) cerca de la costa central y sur; también se ha notado un incremento en la Radiación de Onda Larga (OLR) en los últimos 7 días.

Este aumento ha contribuido a que las temperaturas del aire en la costa peruana sigan siendo superiores a lo normal, situación que se ve reforzada por la presencia de El Niño Costero.

Este descenso en las anomalías de las temperaturas del aire se atribuye a la intensificación de los vientos del sur, provocado por el fortalecimiento del Anticiclón del Pacífico Sur (APS). Se destaca que, a pesar de esta disminución, en promedio, las temperaturas máximas han experimentado su mayor incremento en la costa norte y central, ambas con anomalías de +1,9 °C; mientras que la costa sur ha mantenido valores cercanos a su normal. Por otro lado, las temperaturas mínimas en promedio han aumentado en 2,2°C en la costa norte, +1,3 °C en la costa central y +1,2 °C en la costa sur. Cabe resaltar que nos encontramos en un contexto de El Niño Costero (Figura 13).

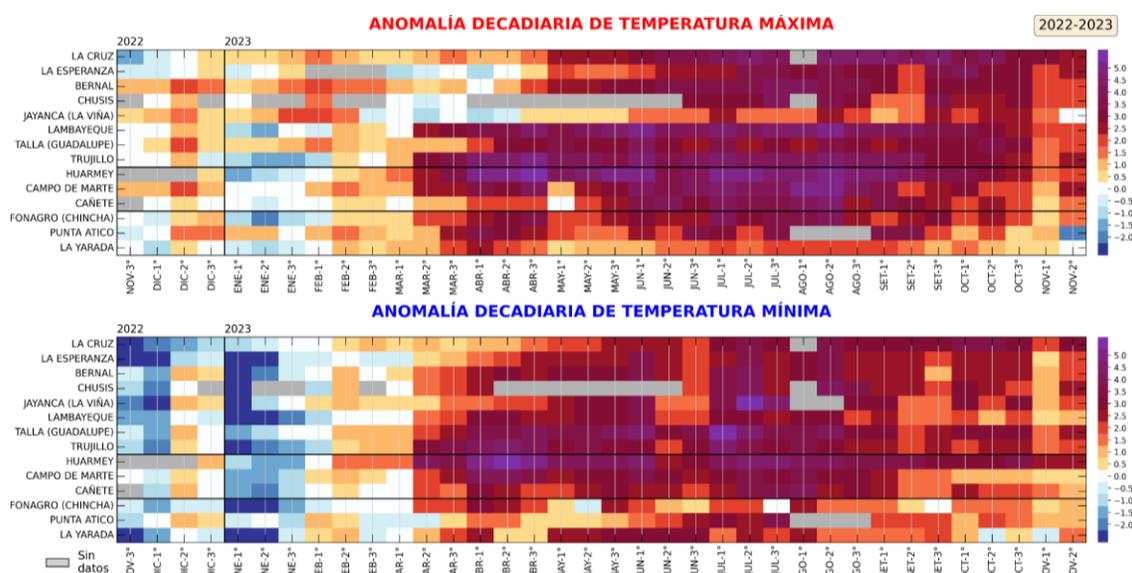


Figura 13. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

La TSM en el mar peruano disminuyó, manifestando menor intensidad de las anomalías positivas, presentando valores entre 1 °C y 2 °C frente a la costa norte y centro; mientras que en la zona sur llegaron hasta condiciones normales en la tercera semana, debido a la intensificación de los vientos y el arribo de la onda Kelvin fría (Figura 14).

A otra escala, en el litoral de Perú, la TSM continuó reflejando la tendencia a la disminución, registrando valores positivos de alrededor de 1 °C en la zona norte y sur y de 2 °C frente al centro, durante el transcurso de noviembre. Sin embargo, para mediados de noviembre, en el litoral centro se presentó un ligero calentamiento térmico. Frente al litoral de Perú se continuó registrando una condición cálida anómala, principalmente entre la isla Lobos de Afuera y Callao; mientras que frente a la zona norte y sur predomina la condición normal, e incluso se desarrollan anomalías ligeramente negativas en el litoral norte (Figura 15 y Figura 16).

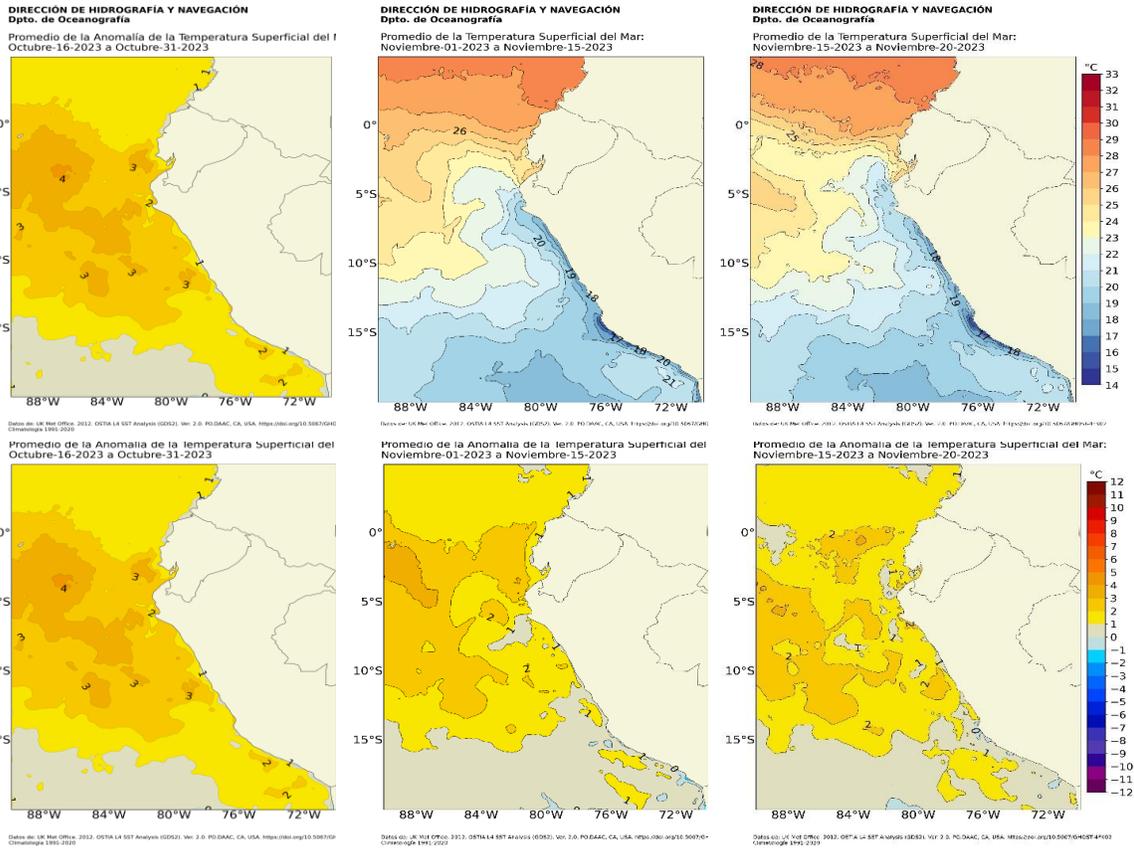


Figura 14. Distribución superficial quincenal de la temperatura y su anomalía durante octubre y noviembre 2023. Fuente: OSTIA, Climatología: 2007-2022. Elaboración: DIHIDRONAV.

El calentamiento que afecta el mar peruano continuó su desarrollo como una ola de calor marina (OCM), con una duración de 266 días al 18 de noviembre (Figura 17). Entre la segunda semana de noviembre y la tercera semana de noviembre hubo un crecimiento en la cobertura espacial de la OCM, abarcando un área de $1,50 \times 10^5 \text{ km}^2$ entre los 2°S y 15°S y dentro de las 150 mn de la costa, pero aún por debajo del 50 % de la máxima cobertura posible en dicha franja. Se mantienen varios núcleos de la OCM, uno al norte de Talara, dos núcleos puntuales frente a Sechura y a Pisco, y otros núcleos 30 mn mar adentro frente a la costa central. La anomalía acumulada al 18 de noviembre alcanzó $849,06 \text{ }^\circ\text{C días}^{-1}$, superando en más de un 180 % a lo registrado durante El Niño Costero 2017 (Pietri et al., 2021).

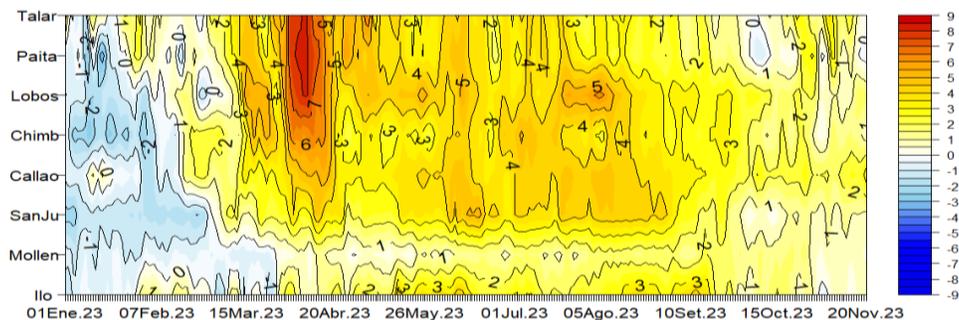


Figura 15. Diagrama Hovmöller de anomalía de TSM diaria en el litoral peruano del 01 de enero 2023 al 20 de noviembre 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV

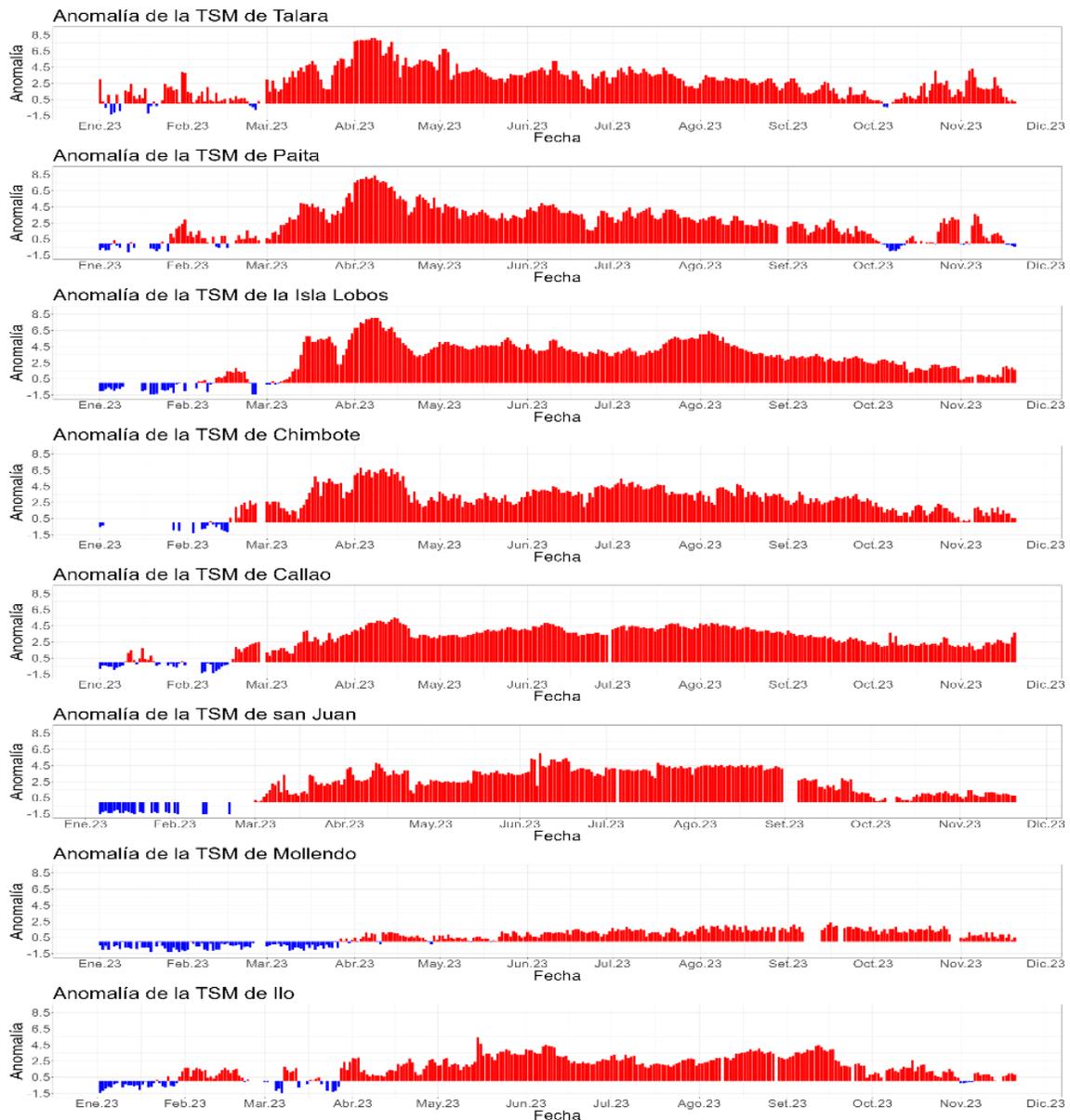


Figura 16. Anomalia de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de enero 2023 a noviembre 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

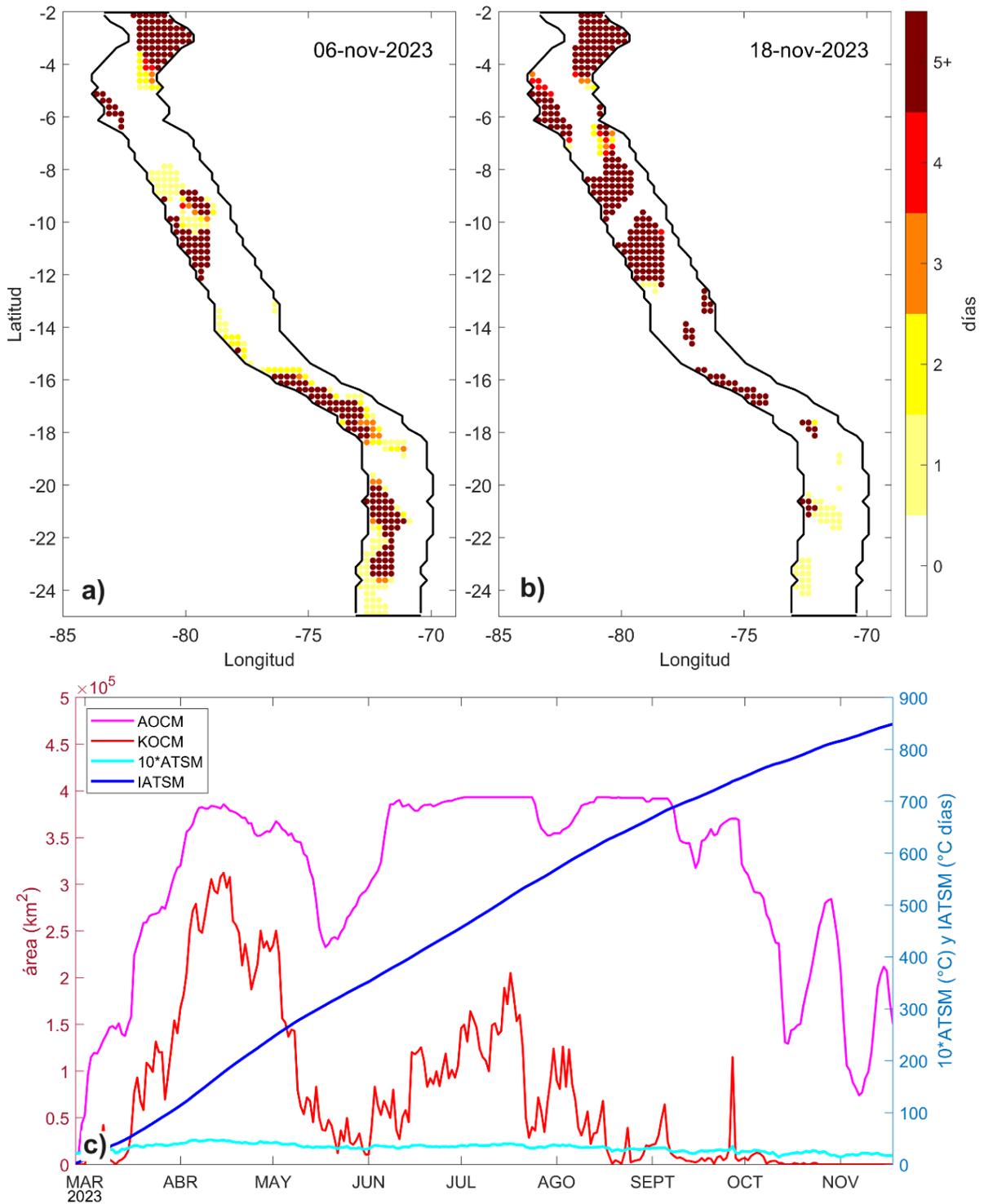


Figura 17. Extensión de la ola de calor marina (OCM) dentro de la franja de 150 millas frente a la costa el 6 de noviembre (a) y el 18 de noviembre del 2023 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 como referencia (Pietri et al., 2021); c) Series de tiempo de indicadores de la OCM para la zona entre los 2 y 15° S y dentro de las 150 mn: área de la OCM (AOCM, Km²); área de la OCM donde la ATSM > +4 °C (KOCM, Km²); 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 adyacentes a la costa, durante noviembre en general se han incrementado a lo largo de la costa, presentando valores que superaron los +15 cm de Tumbes hacia el norte. Sin embargo, durante la tercera semana de noviembre estas anomalías disminuyeron al norte de Talara, observándose en promedio valores de +13,6 cm, coincidiendo con el descenso térmico registrado en el mismo periodo y que estaría asociado a la intensificación de los vientos. Hacia el sur de Talara, las ANM muestran un valor promedio de +12,8 cm, así como la presencia de un núcleo puntual de +16,7 cm frente a Pisco (Figura 18). Mientras que, en el litoral se continúa registrando predominantemente anomalías ligeramente negativas (Figura 19, Figura 20).

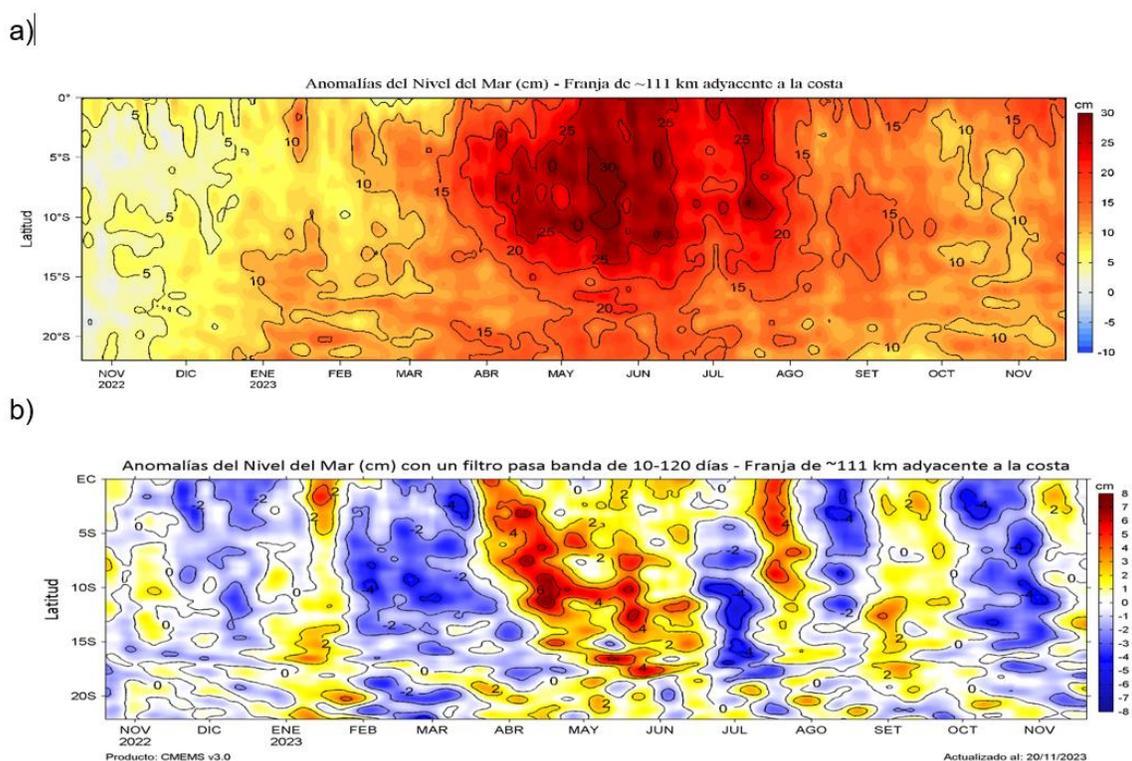


Figura 18. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 20 de noviembre 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

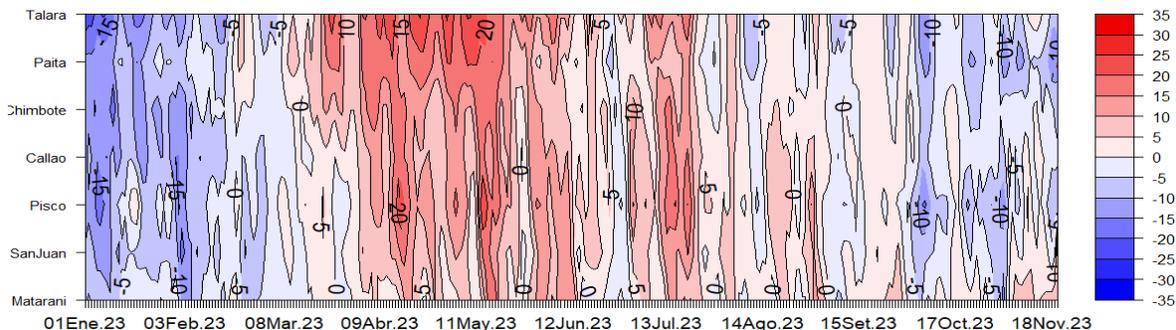


Figura 19. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM en el litoral de Perú del 01 de enero 2023 al 20 de noviembre 2023, Climatología: 1991-2020. Procesamiento: DIHIDRONAV

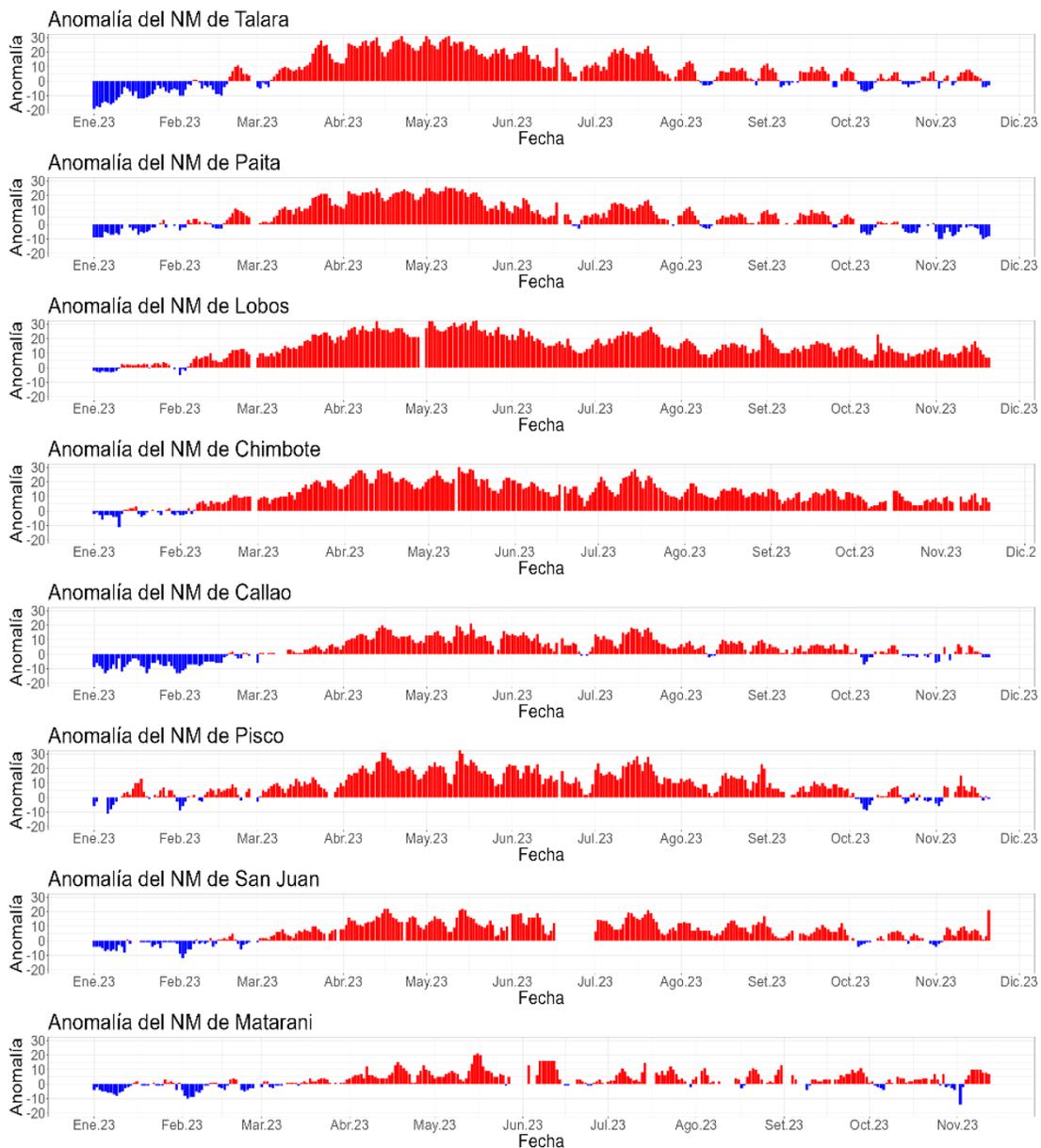


Figura 20. Anomalía de la NM diario a lo largo del litoral de Perú de enero 2023 a noviembre 2023. Fuente y procesamiento: DHN

De acuerdo con información *in situ*, de la TSM dentro de las 100 mn frente a Chicama y Punta Chao, entre el 13 y 18 de noviembre, se presentaron condiciones neutras dentro de las 20 mn; mientras que, fuera de estas, predominaron anomalías de TSM de +1,0 °C (Figura 21). Frente a Talara-Negritos, en las primeras dos semanas de noviembre se registraron anomalías de TSM entre +2,0 y +5,4 °C dentro de las 80 mn por encima de los 50 m, disminuyendo hacia el litoral (Figura 23).

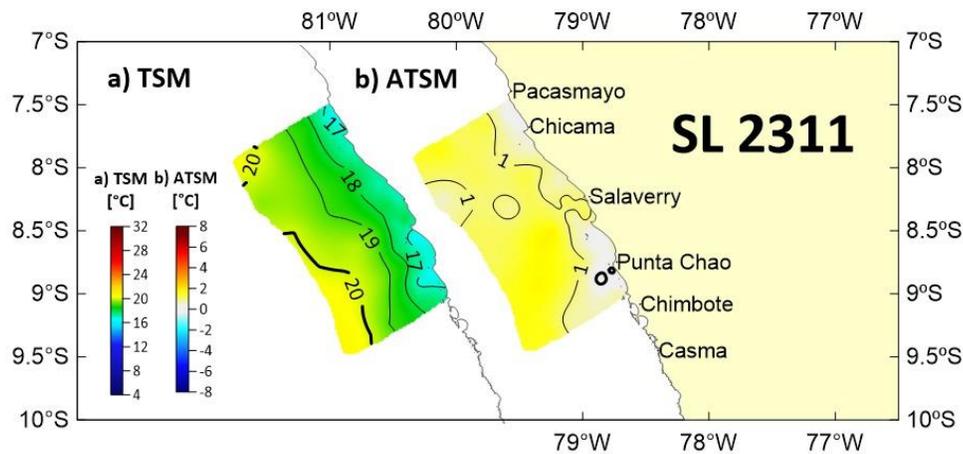
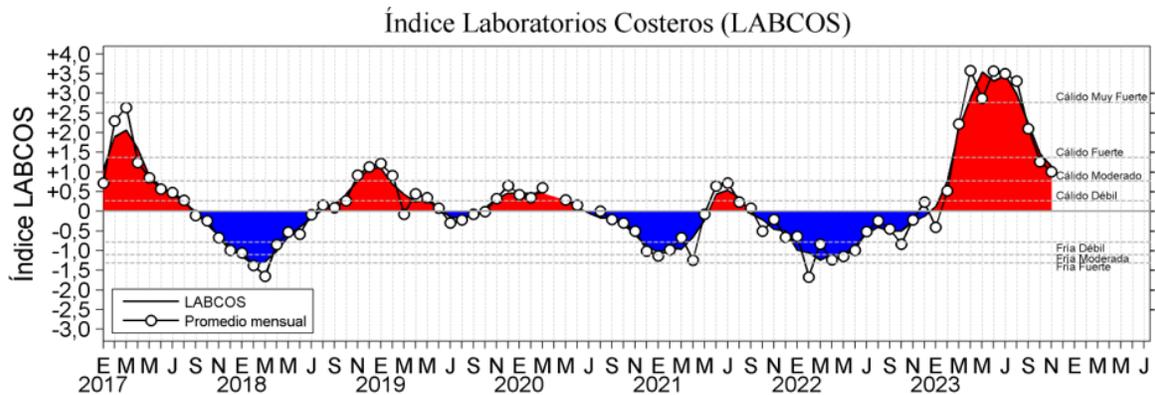


Figura 21. a) TSM (°C) y ATSM (°C), registrada durante la operación Supervivencia Larval 2311 (13-18 noviembre 2023), BIC IMARPE V

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres anomalías mensuales de TSM registradas en los muelles de IMARPE desde Paita hasta Ilo, mostró un valor temporal de $+1,14\text{ }^{\circ}\text{C}$ para noviembre 2023, exhibiendo una disminución persistente durante los últimos meses, aunque aún persiste una condición cálida dentro del rango moderado. Por su parte, el índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2018), basado en las anomalías mensuales de TSM satelitales para la banda de 40 km adyacente a la costa, presentó un valor preliminar de la primera componente de $+0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ para noviembre, indicando una condición cálida en el rango neutro (Figura 22).

a)



b)

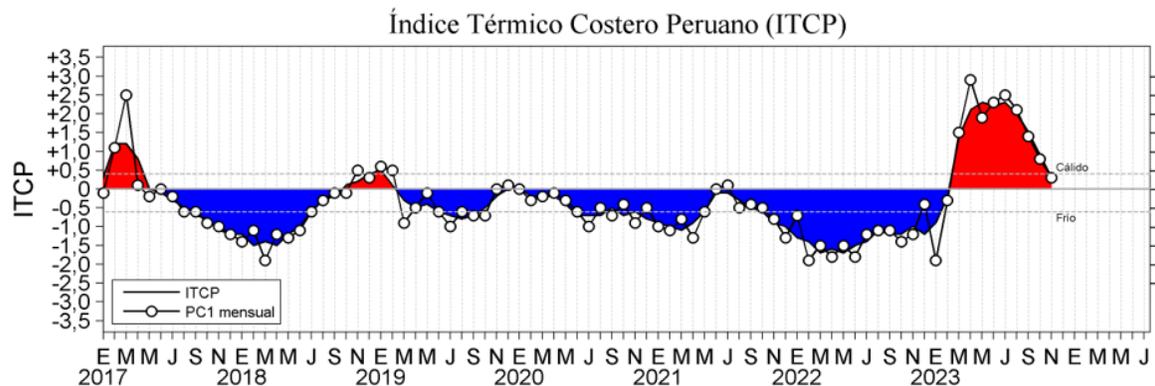


Figura 22. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2000 al 2023.

Respecto a la temperatura subsuperficial, en lo que va del mes de noviembre, frente a Tumbes y Piura se observaron anomalías de +1 °C a +4 °C, principalmente dentro de las 30 mn y sobre los 150 m de profundidad; además, entre los 100 y 500 m de profundidad se observaron núcleos entre -0,5 °C a +1 °C (Figura 23 y Figura 25). Frente a las costas, entre Chicama y Chimbote, dentro de las 50 mn, se observaron anomalías de +0,5 °C a +2 °C sobre los 200 m de profundidad (Figura 24). Cabe indicar que, considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte, en lo que va del mes de noviembre se ha observado sobre los 150 m de profundidad una atenuación de las anomalías positivas respecto al otoño e invierno; sin embargo, las anomalías térmicas superiores a +2 °C se expandieron nuevamente hasta los 75 m de profundidad, lo cual indica un incremento respecto a octubre. Este tipo de variabilidad también se observó durante El Niño 2015-2016 (Figura 25 y Figura 26).

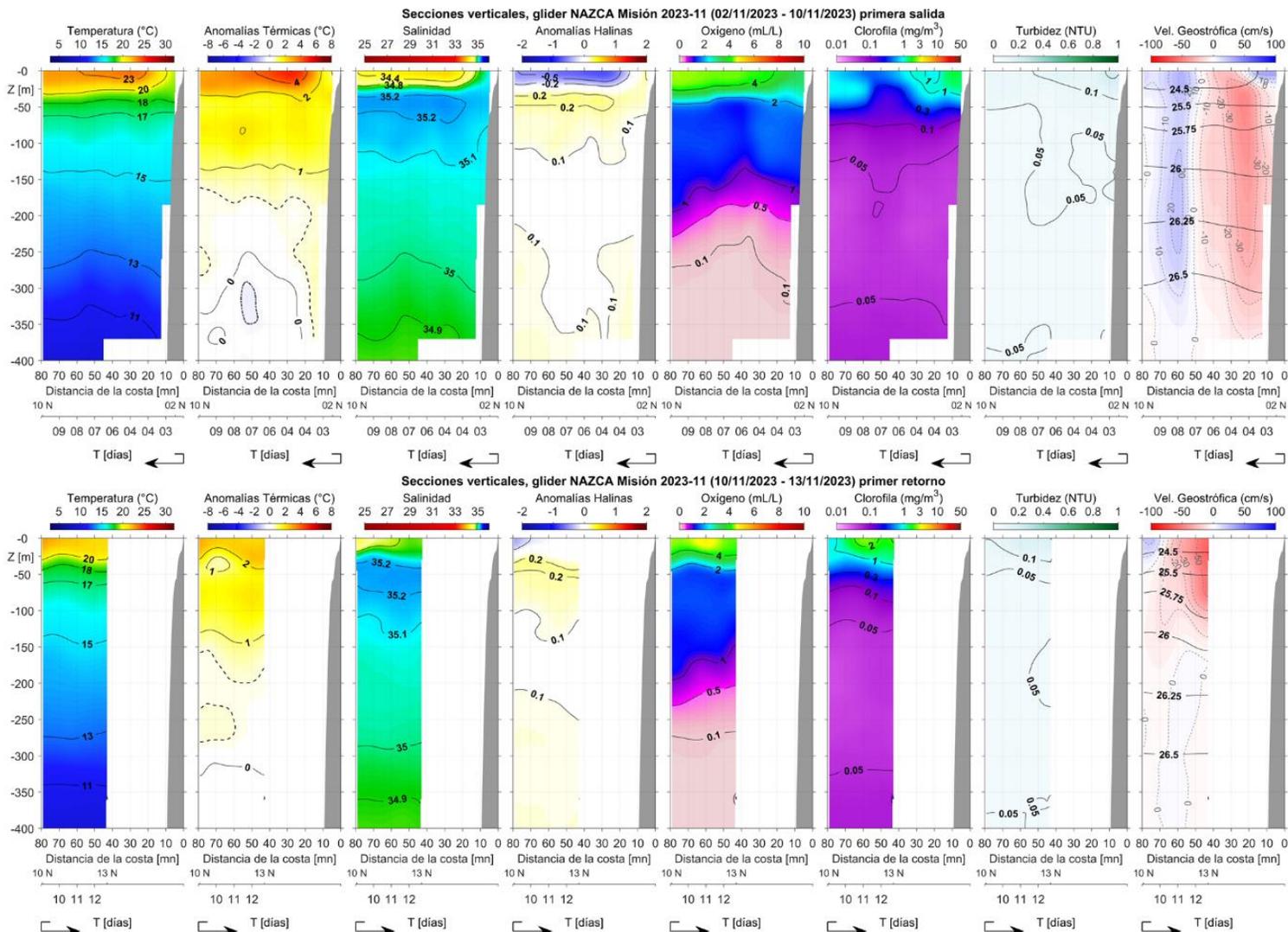
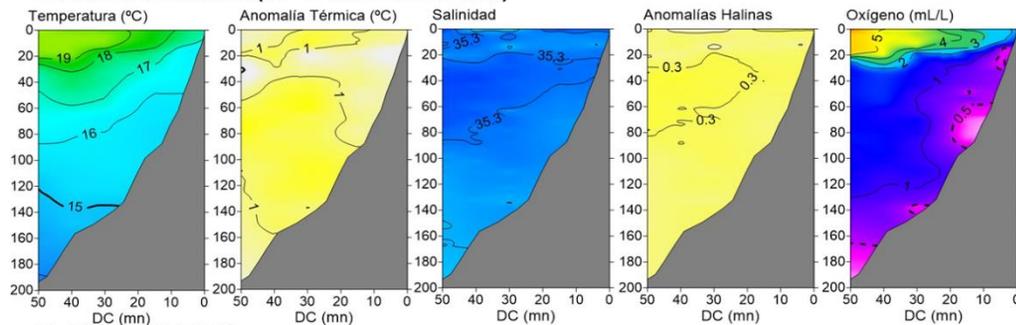
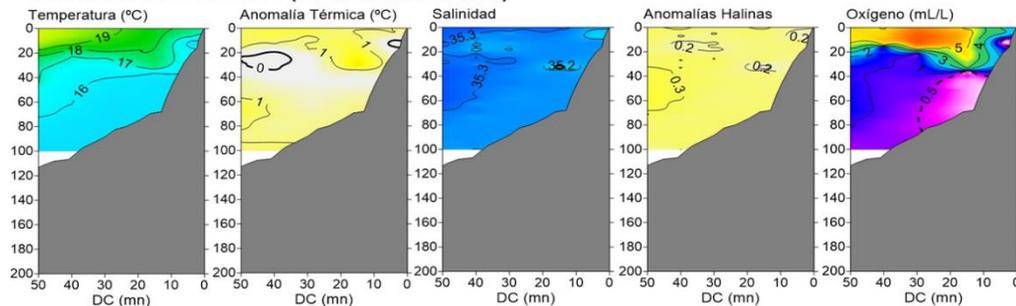


Figura 23. Sección vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, oxígeno (mL L^{-1}), clorofila (mg m^{-3}) y turbidez (NTU); así como, (b) corrientes marinas (cm s^{-1}) integradas del glider Mochica en su recorrido frente a Negritos – Talara, registrados del 02 al 13 de noviembre.

SL 2311 IMARPE V
SECCIÓN CHICAMA (16-17 noviembre 2023)



SL 2311 IMARPE V
SECCIÓN SALAVERRY (15 noviembre 2023)



SL 2311 IMARPE V
SECCIÓN CHIMBOTE (13-14 noviembre 2023)

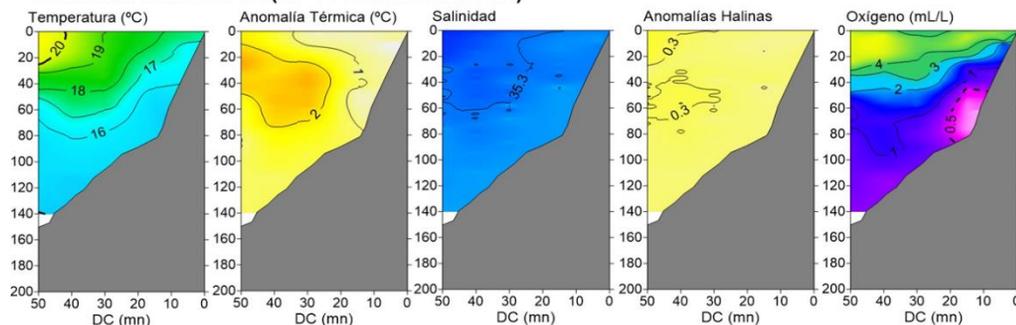


Figura 24. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Chicama, Salaverry y Chimbote dentro de las 50 mn, entre el 13 y 17 de noviembre de 2023. Climatología: 1991-2020.

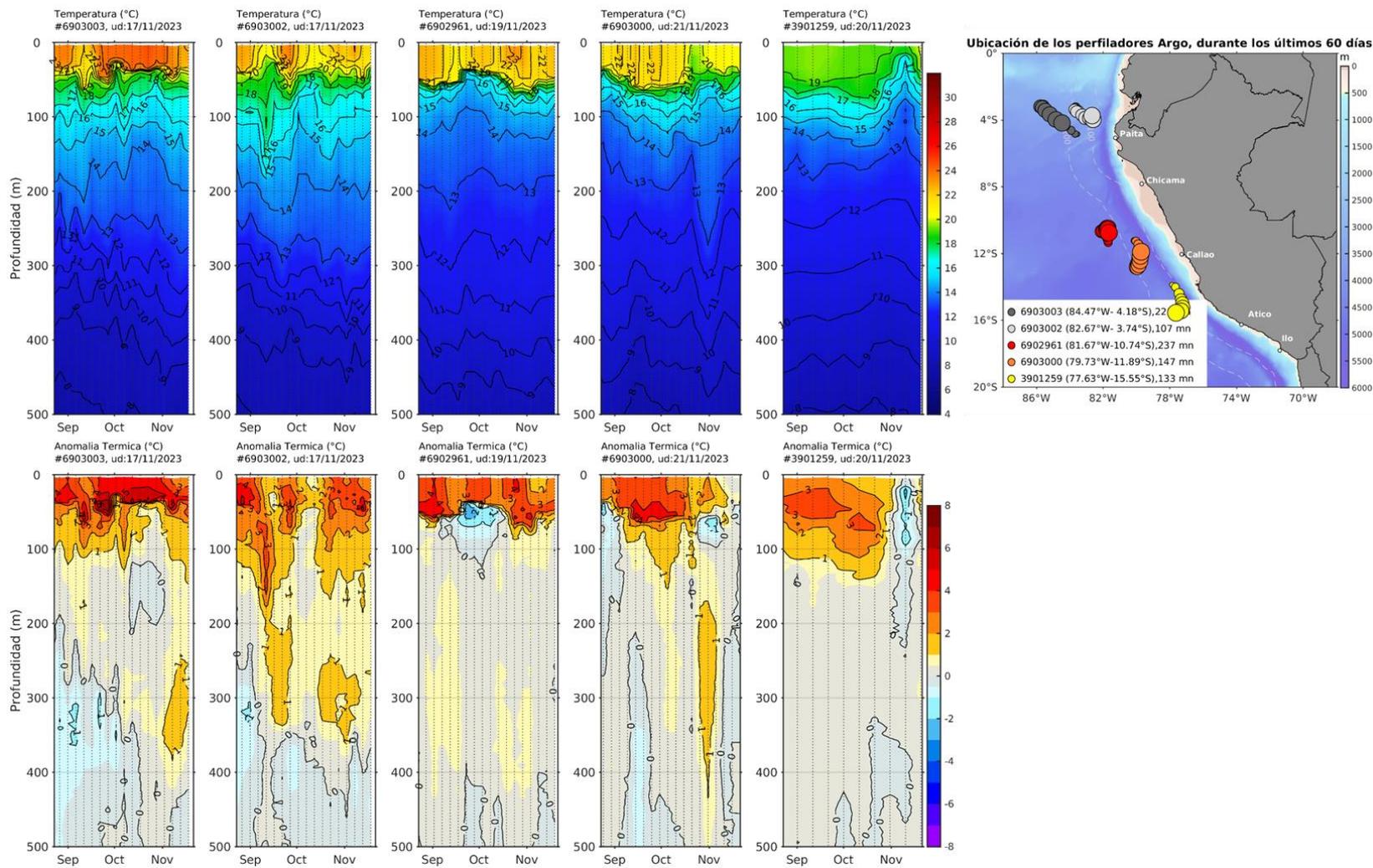


Figura 25. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (octubre-noviembre). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

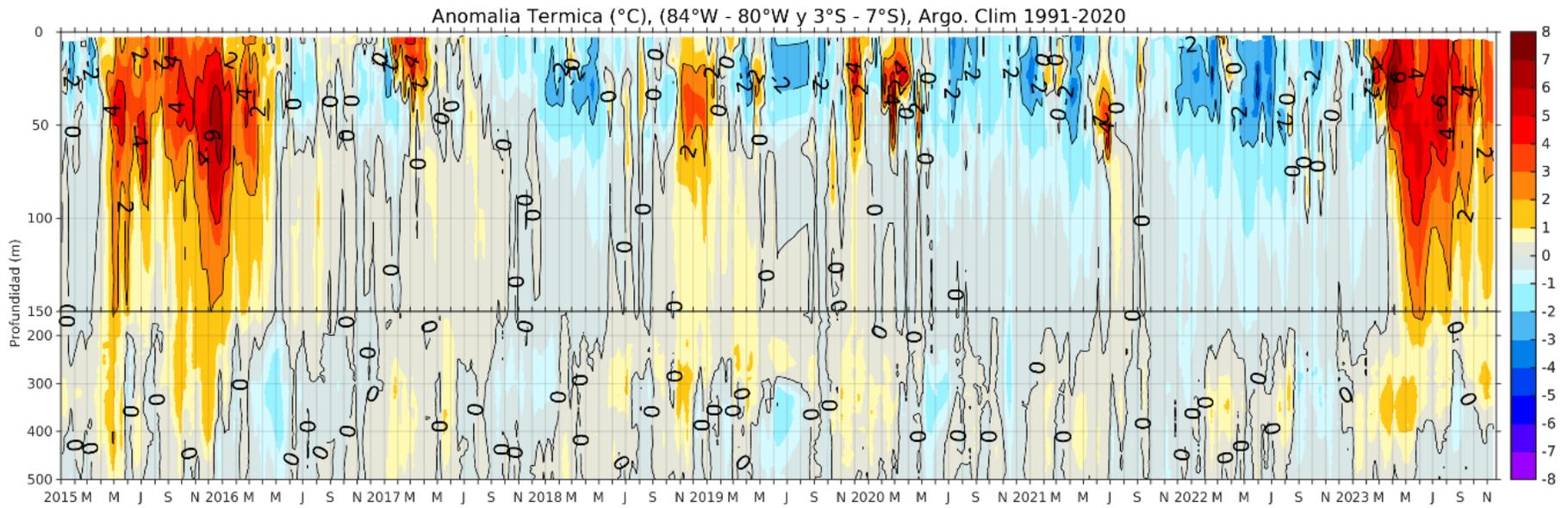


Figura 26. Anomalia térmica en base a los perfiladores ARGO, frente a la zona norte; climatología: 1991- 2020.

El pronóstico de TSM a 30 mn, según el modelo MERCATOR frente a la costa norte en el mar peruano (Paita) indica un calentamiento hasta el 29 de noviembre, incrementándose sobre los primeros 50 m de profundidad y profundizándose las isotermas sobre los primeros 250m, lo cual generaría anomalías positivas de 3 °C sobre los 50 m y de 1 °C entre los 200 m y 300 m de profundidad. A 100 millas de Paita se espera que la temperatura se mantenga hasta el 29 de noviembre con anomalías entre 1 °C y 3 °C sobre los 150 m de profundidad (Figura 27).

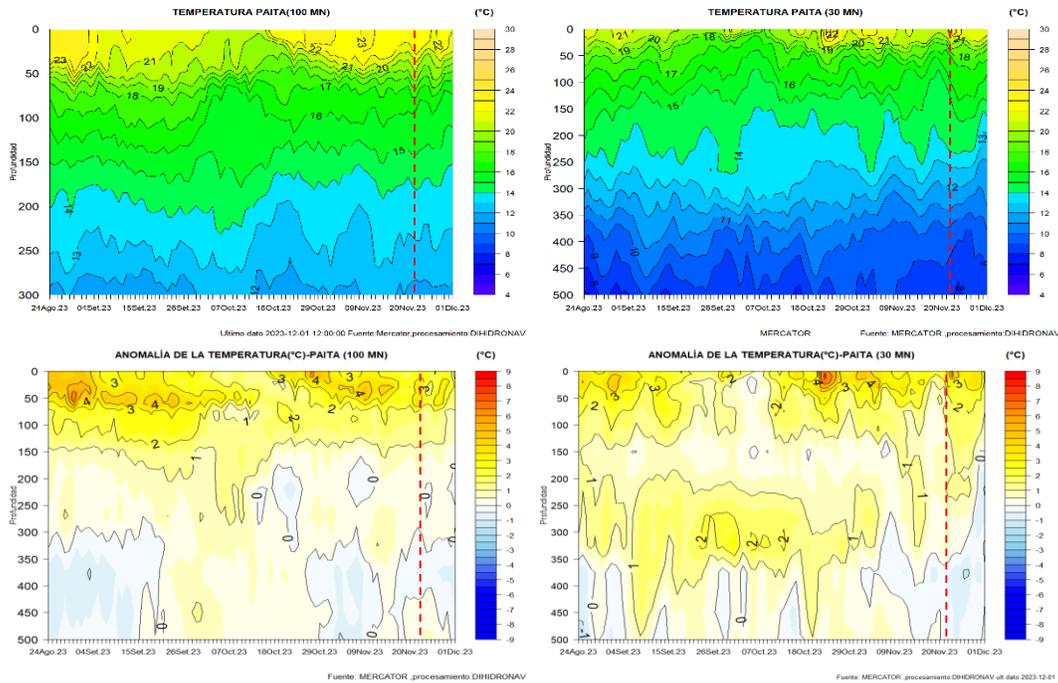


Figura 27. Pronóstico de temperatura subsuperficial del mar y su anomalía hasta los 500m de profundidad frente a Paita a 100 mn (a) y 30 mn (b). La línea discontinua roja del 23 de noviembre indica el inicio del pronóstico. Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

La salinidad superficial del mar (SSM) en noviembre mostró el desplazamiento de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES, $33,8 < S < 34,8$) durante la primera semana de noviembre, hasta la zona entre Talara y Paita sobre los 20 m de acuerdo con la información *in situ* (Figura 23, Figura 29) y hasta Punta Falsa según MERCATOR (Figura 11). Posteriormente, estas mismas aguas se habrían replegado hacia el norte y mar afuera, permitiendo el incremento de la influencia de las aguas costeras frías (ACF) hasta las 60 mn de Negritos (Talara) a partir del 11 de noviembre (Figura 23), así como frente a Paita de acuerdo a la estación costera de Paita del IMARPE y el modelo MERCATOR (Figura 30). A 100 mn de Tumbes sobre los 20 m, las AES redujeron su influencia, destacando un ligero incremento en sus valores, asociado al acercamiento de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS, $S > 35,1$) (Figura 29). Entre Punta Falsa y Chimbote, prevaleció el acercamiento de las ASS hacia la costa, aunque con una menor intensidad frente a Punta Falsa, donde ocurrió mezcla con las ACF (Figura 30).

Hacia el sur, se mantuvieron amplias zonas con la presencia de ACF dentro de las 100 mn y el predominio de las ASS sobre los 80 m, por fuera de las 100 mn entre Huacho y Callao (Figura 28 y Figura 29).

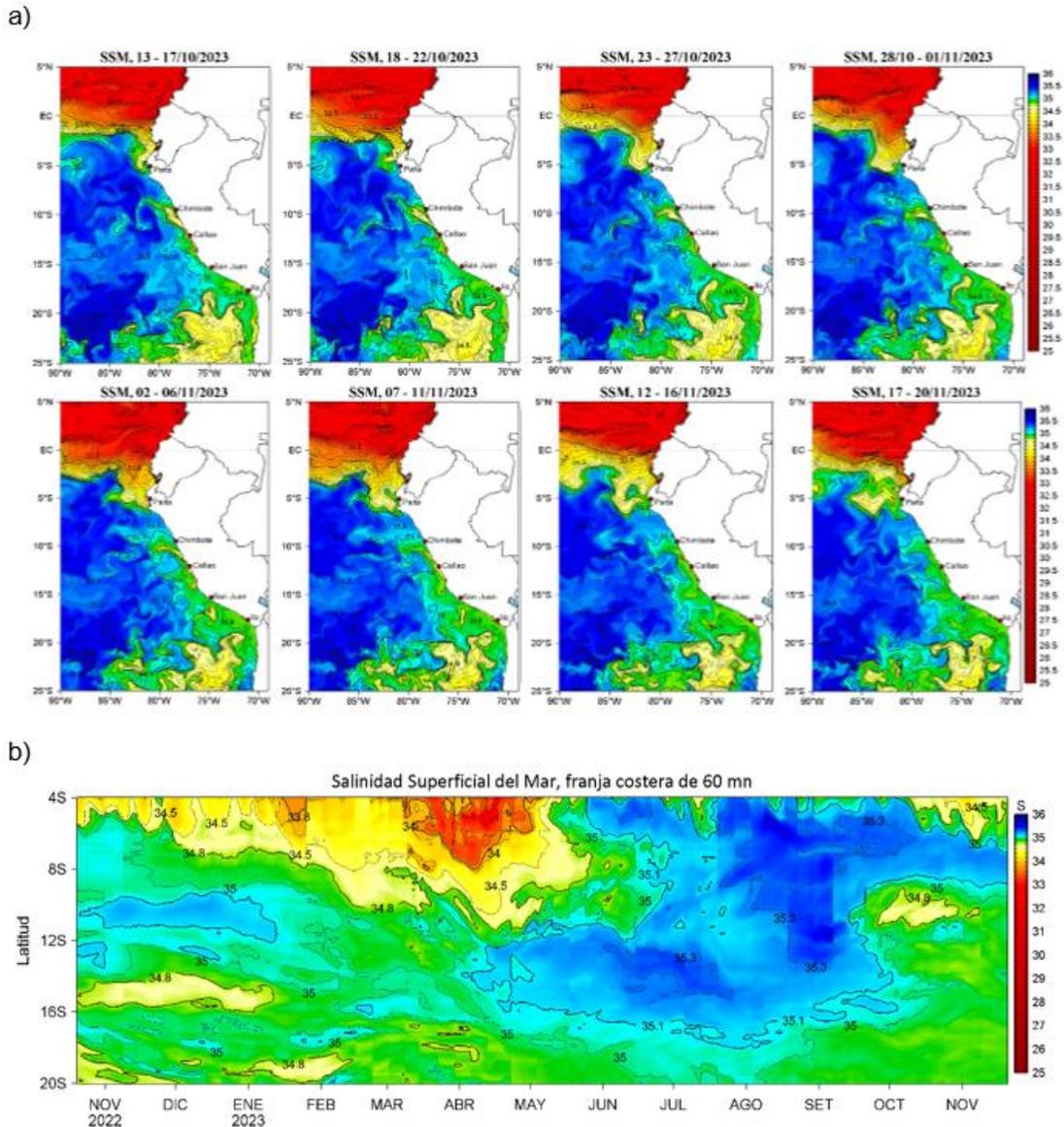


Figura 28. (a) Distribución quincenal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de 7 de setiembre y 9 de octubre del 2023. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 20 de noviembre de 2023. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHF/M/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

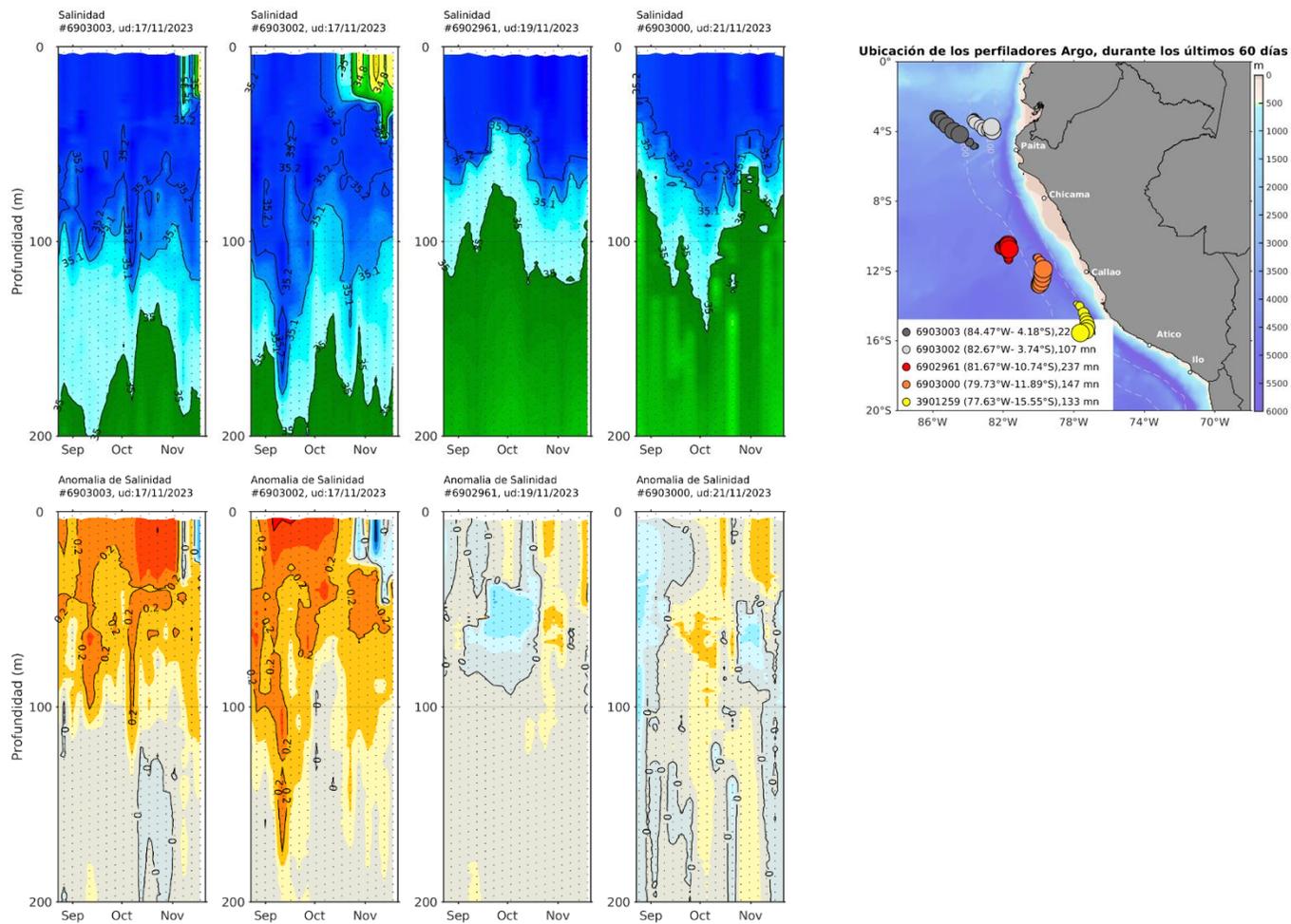


Figura 29. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Dominguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

Respecto al oxígeno disuelto (OD), la primera semana de noviembre frente a Talara y dentro de las 80 mn se observaron concentraciones entre 2 a 4 mL L⁻¹ sobre los 50 m y el límite superior de la Zona de Mínima de Oxígeno (ZMO) se ubicó a los 200 m de profundidad, siendo esta ligeramente más somera a lo observado durante inicios de octubre, cuando se ubicó entre los 250 a 300 m de profundidad (Figura 23). Entre Chicama y Chimbote, a mediados de noviembre las concentraciones de OD entre 2 a 4 mL L⁻¹ se ubicaron por encima de los 20 m de profundidad y la ZMO se encontró más somera respecto a la costa norte, ubicándose el límite superior de la ZMO a los 25 m en Chicama, mientras que, en Salaverry y Chimbote se ubicó entre los 40 a 50 m de profundidad. Cabe recalcar que, frente a Salaverry, aguas con valores de oxígeno superiores a 5 mL L⁻¹ se acercaron hacia la costa, hasta las 10 mn y sobre los 20 m de profundidad (Figura 24).

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, en lo que va de noviembre presentó predominantemente concentraciones de 3 µg L⁻¹ dentro de las 60 mn a lo largo de la costa peruana con núcleos de 10 µg L⁻¹ principalmente frente a San José, Entre Chicama y Chimbote y entre Callao y Pisco, lo cual ha representado un incremento significativo respecto a octubre, propio de su estacionalidad (Figura 30 y Figura 31). Estas concentraciones se encuentran asociadas a anomalías positivas principalmente entre +1 y +4 µg L⁻¹ a lo largo de la costa peruana dentro de las 60 mn, a excepción frente a Chimbote y San Juan que han presentado anomalías negativas de -1 µg L⁻¹ (Figura 30). Este incremento también ha sido registrado frente a Callao por observaciones in situ, donde concentraciones mayores a 5 µg L⁻¹ se han profundizado de 10 a 30 m de profundidad entre fines de octubre e inicios de noviembre (Figura 32).

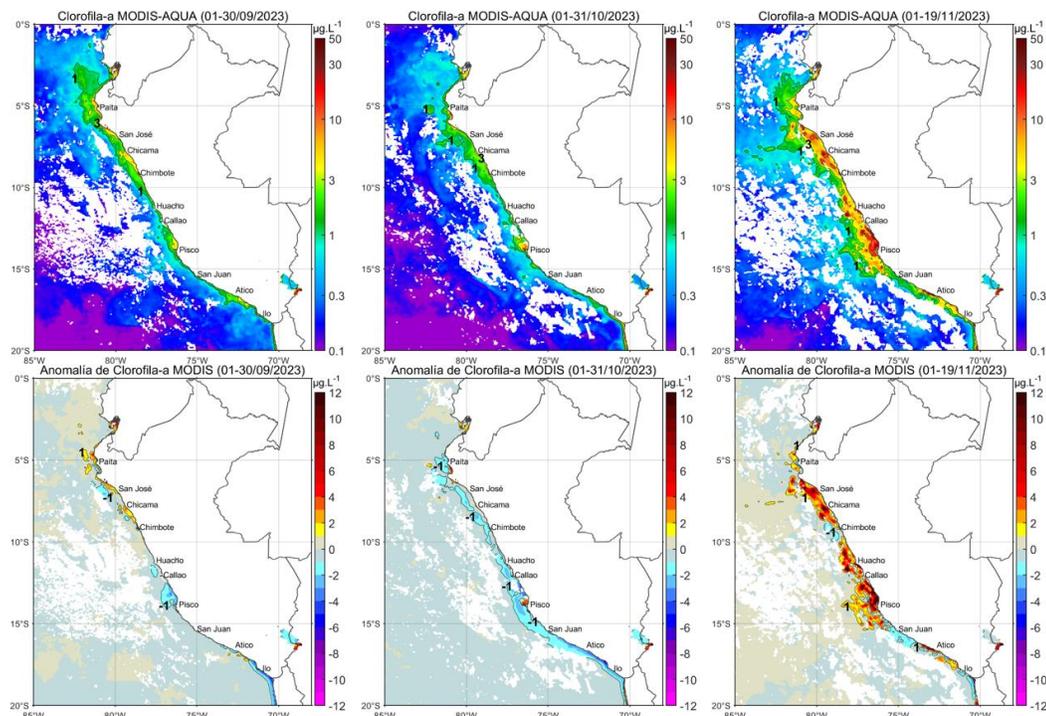


Figura 30. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital (µg L⁻¹, panel superior) y su anomalía (µg L⁻¹, panel inferior), durante agosto, setiembre y lo que va de noviembre de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

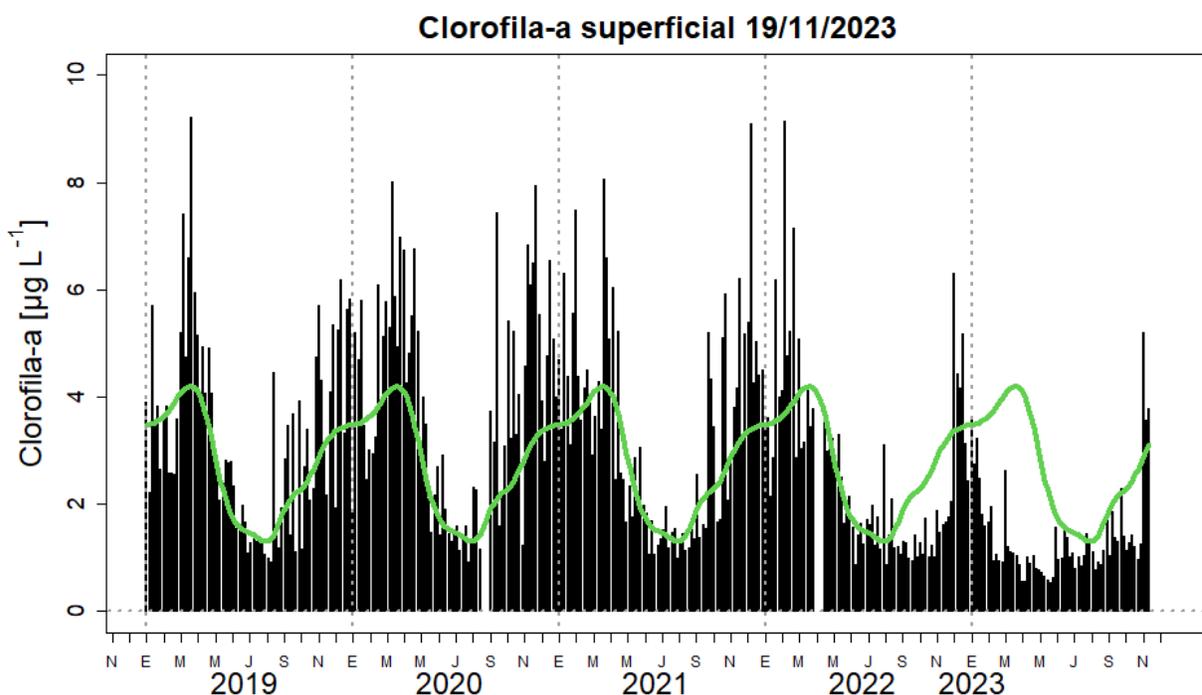


Figura 31. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWiFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4° S - 16° S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

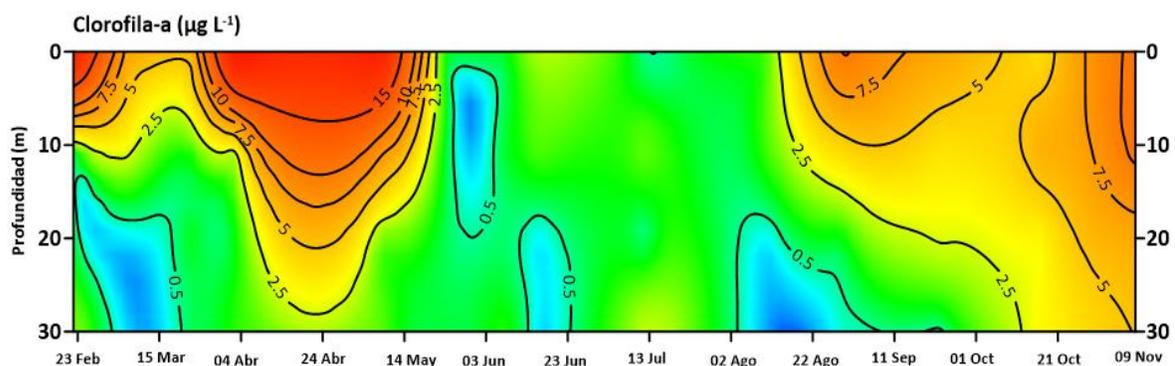


Figura 32. Distribución de Clorofila-a ($\mu\text{g L}^{-1}$), en el Punto Fijo Callao y durante el periodo febrero a noviembre 2023.

Respecto a los recursos pelágicos pesqueros, con el inicio de la Segunda Temporada de pesca de anchoveta 2023 en la región norte – centro, el recurso se distribuyó en núcleos de concentración desde Chicama ($5^{\circ}30'\text{ S}$) hasta Pisco ($13^{\circ}00'\text{ S}$) dentro de las 60 mn de costa, observando las mayores abundancias de Chicama/Malabrido a Chimbote en el norte y de Chancay a Callao en el centro, principalmente dentro de las 30 mn (Figura 33). La estructura de tallas varió de 7,0 a 16,5 cm longitud total (LT) y porcentaje de juveniles de 40,7 %, menor a lo registrado durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de recursos pelágicos (59 %). La mayor presencia de juveniles (78 %) se registró frente a Paita (Figura 34). Los indicadores reproductivos de anchoveta del *stock* norte-centro, al 31 de octubre, mostraron una disminución de la actividad reproductiva, indicando la declinación de su periodo principal de desove (Figura 35).

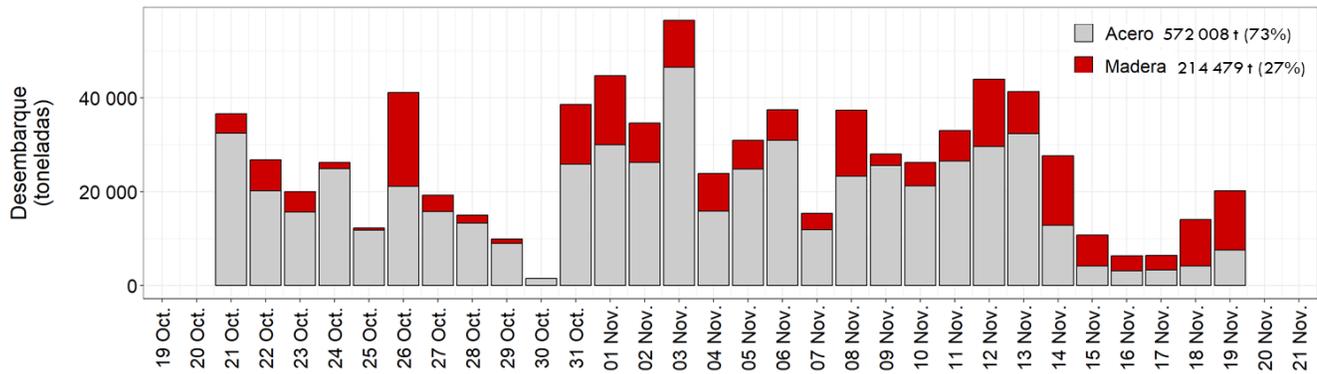


Figura 33. Distribución de anchoveta durante la segunda temporada de pesca de la región Norte – Centro 2023.

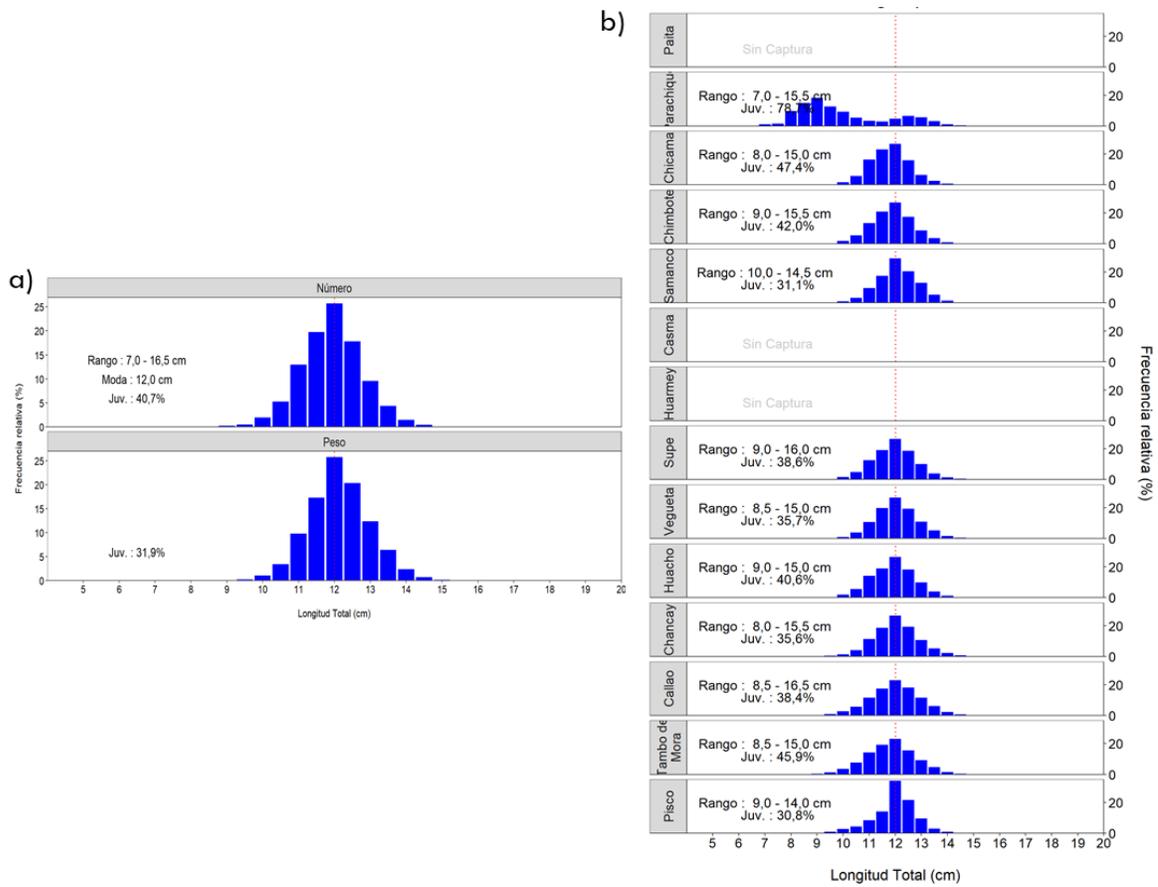


Figura 34. Estructura de tallas de anchoveta a) total y b) según grado latitudinal durante la segunda temporada de pesca de la región Norte – Centro 2023.

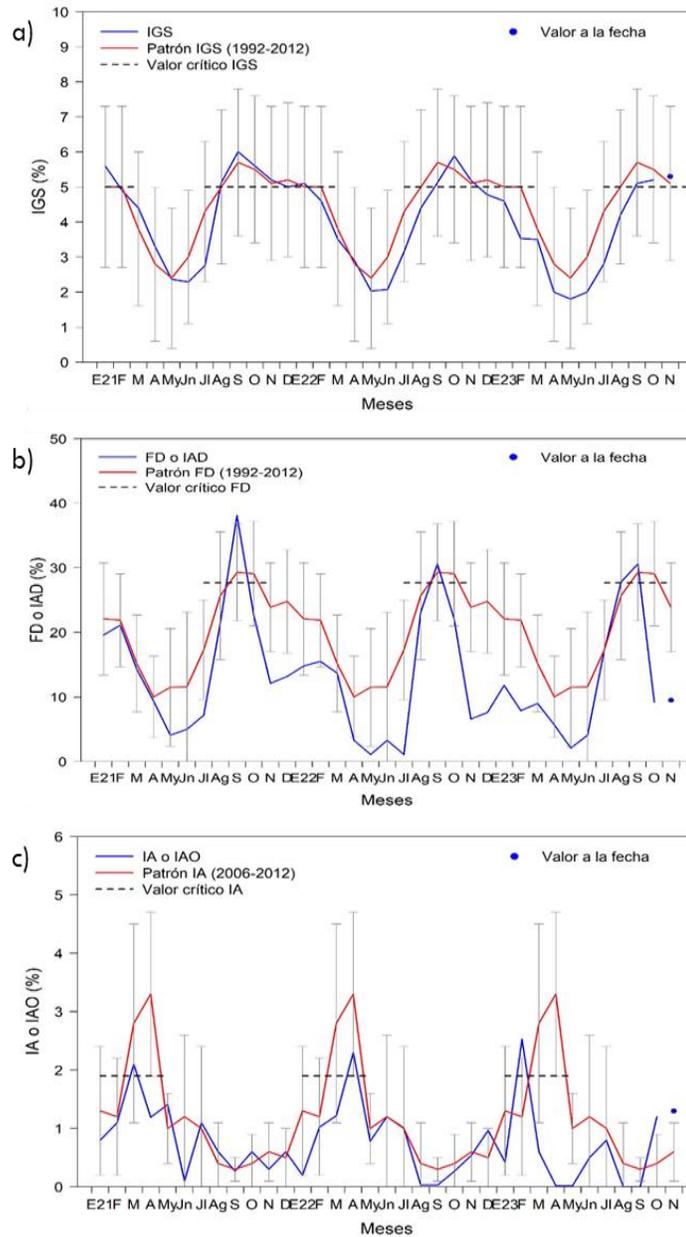


Figura 35. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, c) Índice de atresia de la anchoveta. Periodo enero 2021 a noviembre 2023.

En el caso de las especies transzonales, el jurel (*Trachurus murphyi*), en la región sur, se registró hasta las 85 mn de costa; mientras que el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), en los 10 primeros días de noviembre, mantuvo su cobertura desde Punta Sal (Piura) a Los Palos (Ilo) dentro de las 60 mn de costa. La captura de caballa (*Scomber japonicus peruanus*) formó parte de la captura incidental de jurel, bonito y anchoveta (Figura 36). En cuanto a la condición reproductiva, el bonito mantiene importantes procesos de maduración gonadal y desove, de acuerdo con lo esperado para época. El pez oceánico perico (*Coryphaena hippurus*) amplió su distribución en octubre, en los extremos norte y sur, respecto a setiembre; mientras que la especie norteña *Scomberomorus sierra* «sierra» desde mayo presenta una ampliación de su distribución hacia la zona central siendo accesible a la flota artesanal (Figura 37).

En Lambayeque se registró la interacción de la pesquería con la tortuga marina pico de loro (*Lepidochelys olivacea*). La tortuga marina pico de loro, es una especie oceánica y que amplía su rango de distribución hacía la costa al aumentar la TSM, lo cual se ha registrado previamente en años El Niño del 1997-1998.

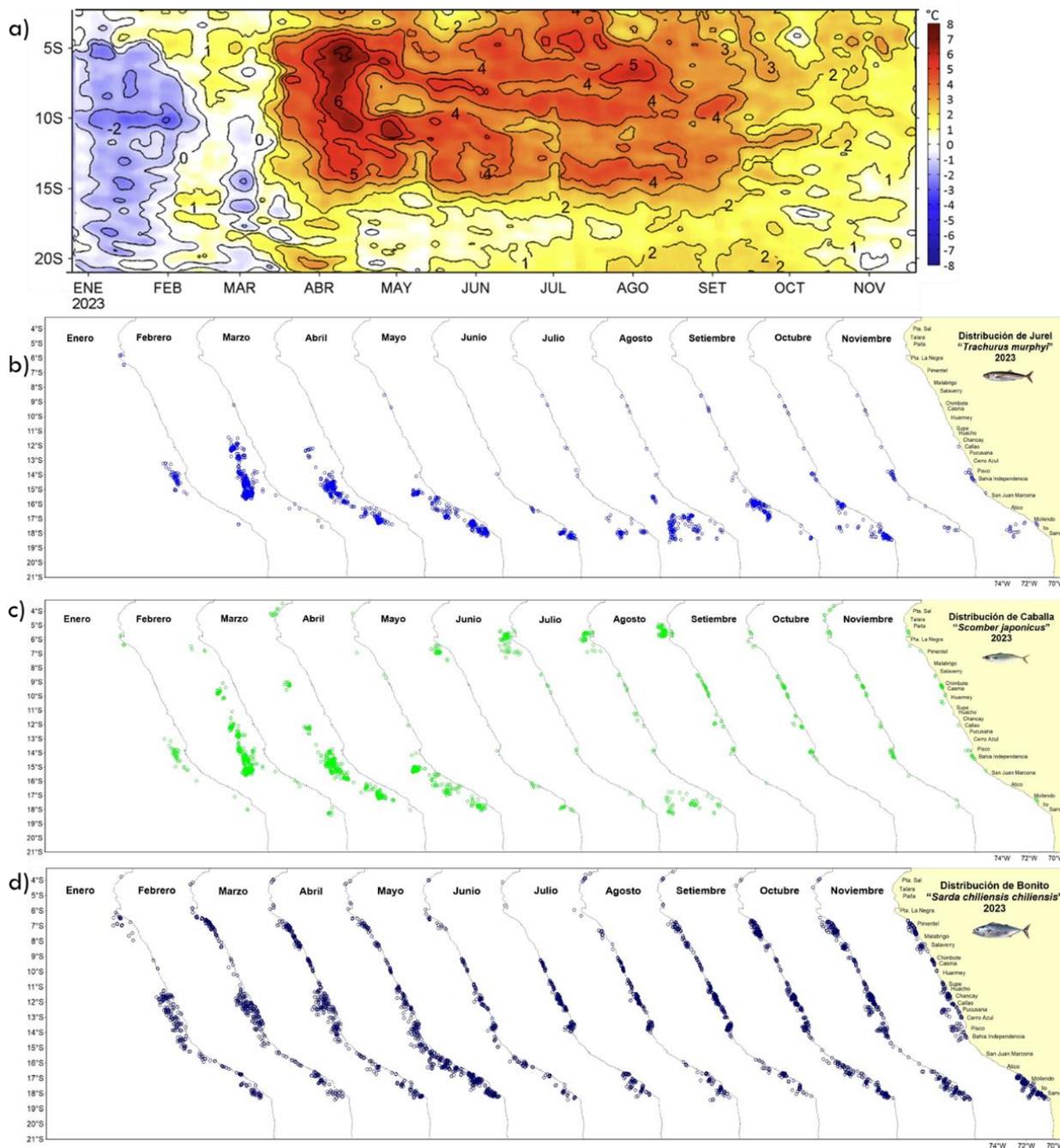


Figura 36. Distribución mensual de recursos transzonales con relación a las condiciones ambientales a) anomalías térmicas, b) jurel, b) caballa y c) bonito durante enero – noviembre 2023.

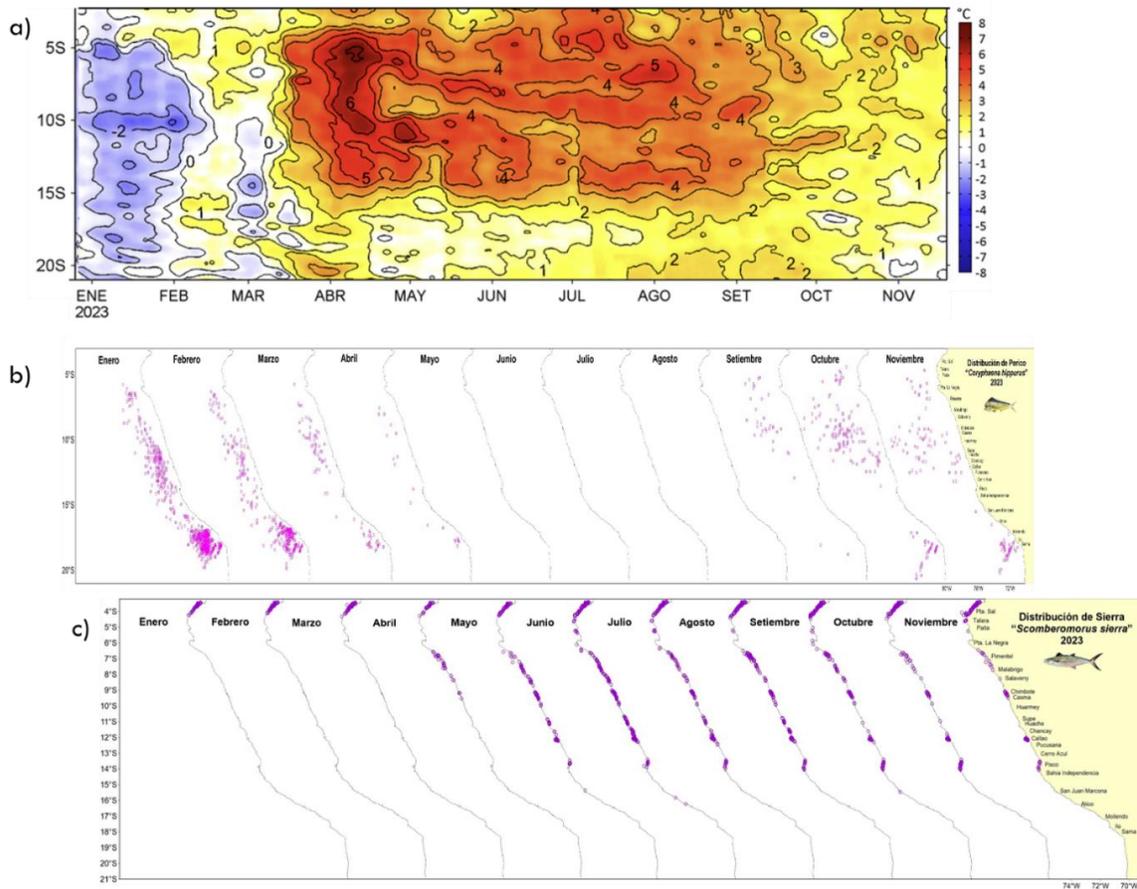


Figura 37. Distribución mensual del recurso oceánico y norteño con relación a las condiciones ambientales a) anomalías térmicas, b) perico y c) sierra durante enero – noviembre 2023.

Respecto a los recursos demersales, del 01 al 14 de noviembre, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló en el área comprendida desde el extremo norte del litoral peruano hasta el norte de Punta La Negra. La población de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) presentó dos núcleos de concentración, el principal en la sub-área “C”, donde se estimaron los mayores valores de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) y el segundo al sur de Puerto Pizarro (sub-área “A”) (Figura 38). En general, los valores de la CPUE siguen considerándose bajos para esta pesquería, lo cual podría deberse a una profundización y cambios en la distribución del recurso, alejándose del alcance de la pesquería industrial (Figura 39). Por otro lado, se observó que se mantiene el incremento de los individuos de menor tamaño observado la quincena anterior, los cuales aún se encuentran desde el extremo norte hasta los 6°S (Figura 40), sin embargo, en una menor magnitud que lo observado en el mes de octubre.

Se observó disminución de los desembarques de los recursos calamar gigante, calamar común (*Doryteuthis gahi*), pulpo (*Octopus mimus*), concha de abanico (*Argopecten purpurate*) y langostino (*Penaeus californiensis*). El calamar gigante se encontró distribuido entre el extremo norte (03°30’S) y sur de Talara, mostrando las mayores concentraciones frente a Punta Sal, con escasa presencia en la zona sur (Figura 41).

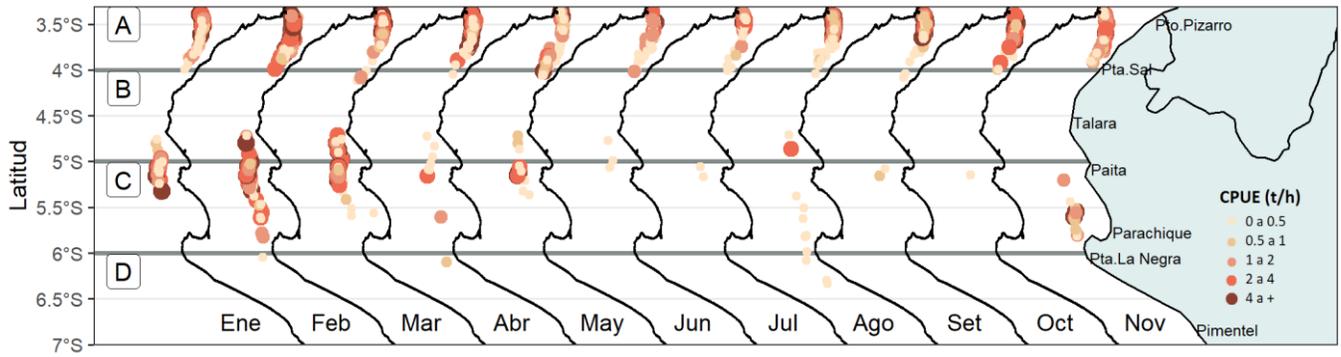


Figura 38. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en t h⁻¹) por lance de pesca entre los meses de enero al 19 de noviembre de 2023 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

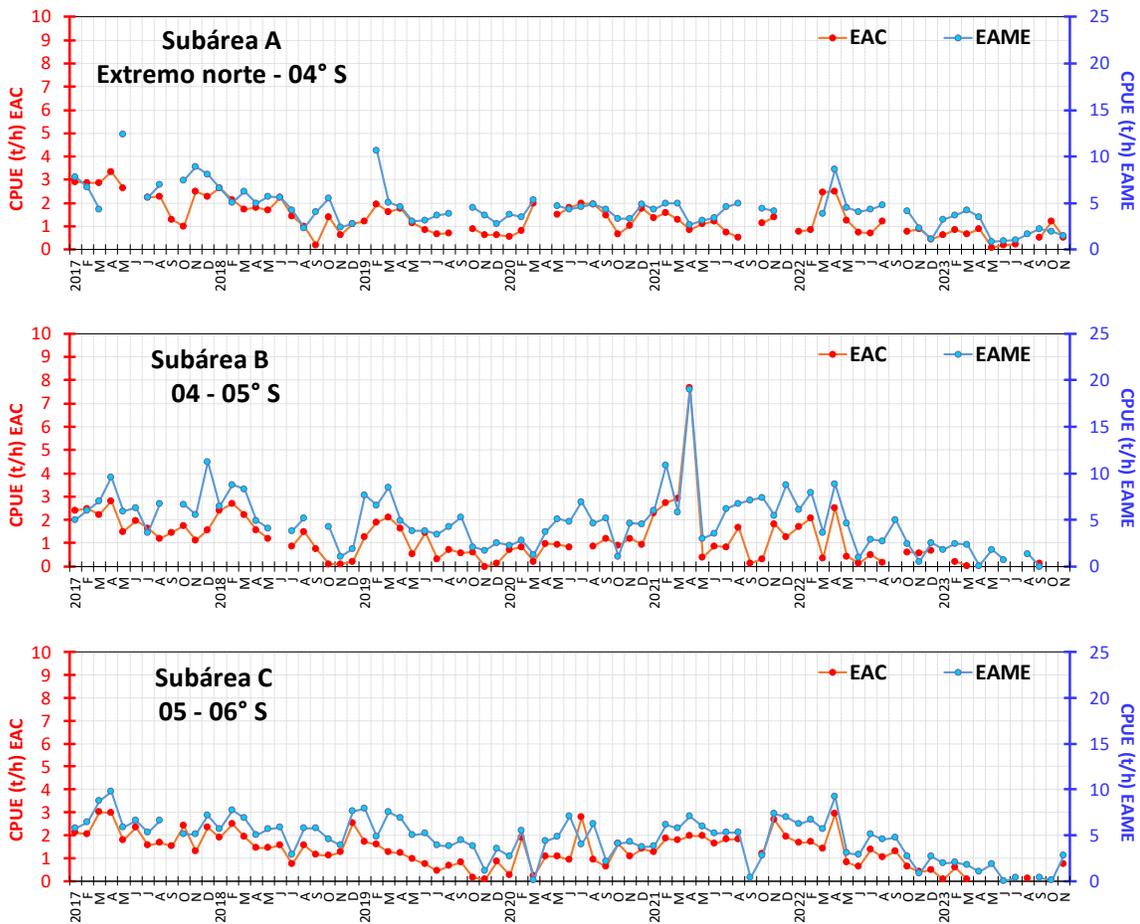


Figura 39. CPUE mensual (t/h) por subárea de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

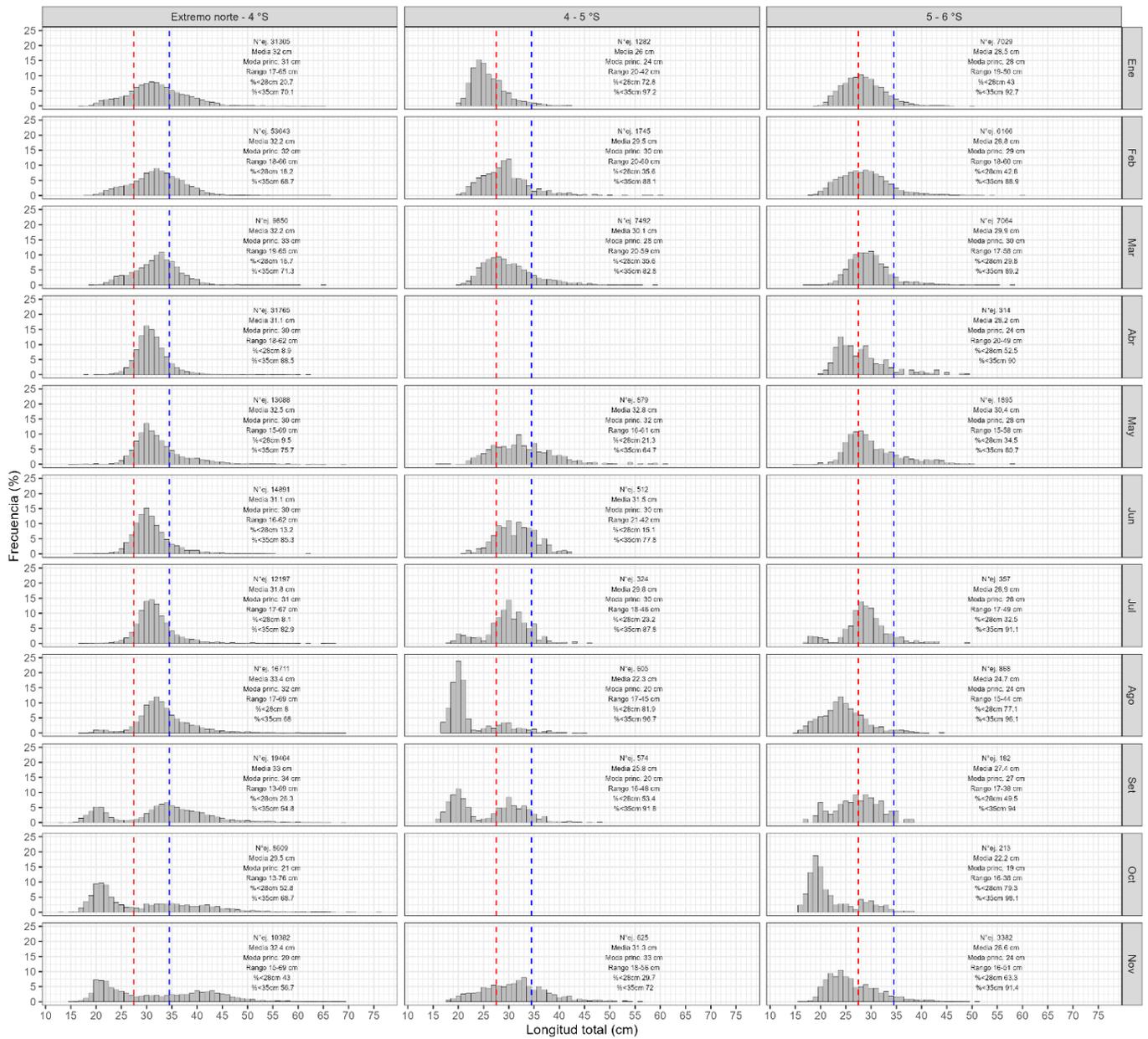


Figura 40. Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) entre los meses de enero a octubre y del 1 al 19 de noviembre 2023 (de izquierda a derecha), capturada por la flota industrial de arrastre.

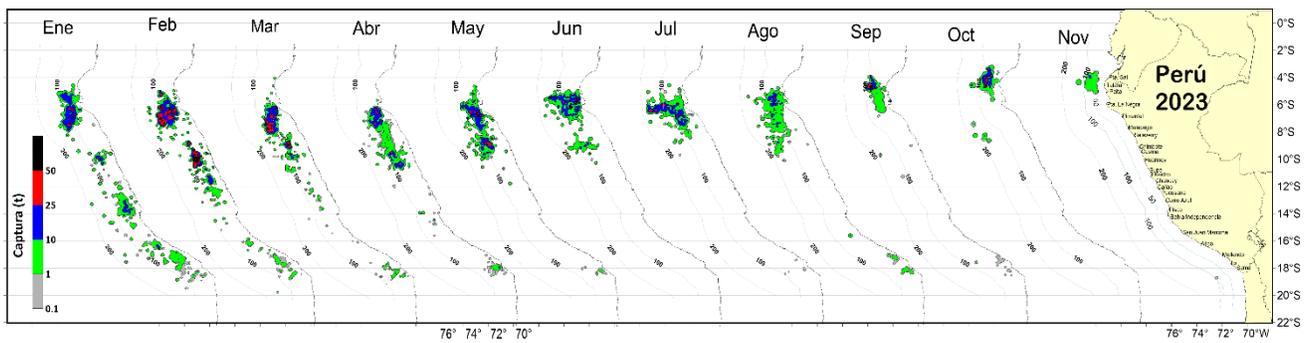


Figura 41. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero a noviembre 2023.

3.4. Condiciones hidrológicas

En lo que va de noviembre (hasta el día 20), el río Tumbes, Chira y Piura presentan condiciones normales a ligeramente por encima de lo normal; mientras que los ríos desde Motupe hasta el río Pisco presentan caudales sobre lo normal de forma muy notoria hasta el 15 de noviembre; a excepción del río Rímac, que sigue su patrón normal y el río Chillón, el cual si bien ha tenido una pequeña crecida, no ha influenciado en la anomalía global del mes, la cual es ligeramente. En relación a los ríos de la costa Sur, de Ocoña a Caplina, predominan caudales normales, a excepción de los ríos de Camaná, Locumba y Caplina, en las cuales se presentaron ligeras anomalías negativas.

En las cuencas de la vertiente del Titicaca predominan caudales muy por debajo de lo normal, al igual que los ríos de la cuenca del Marañón. Por otro lado, los ríos del Huallaga, Mantaro y Urubamba continúan con una tendencia a la normalización según la época de inicio de incremento del flujo de los ríos. El río Amazonas incrementó sus caudales de forma notoria, pero aún permaneciendo dentro del rango de anomalías ligeramente por debajo de lo normal (ver Tabla 4).

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del país al 20 de noviembre del 2023

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalía (%)
		Nov							
Pacífico Norte	Tumbes Cabo Inga	17.5	15.2	15.9	15.5			16.0	27.9
	Tumbes El Tigre	22.0	19.1	18.6				19.9	32.9
	Chira (ardilla)	18.2	5.0	11.0	31.3			16.4	-27.0
	Chira (Puente Suallana)	5.0	5.0	5.0	5.0			5.0	0.0
	Piura	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0
	Quiroz	14.4	8.3	7.7	10.2			10.1	23.2
	Motupe	0.9	0.8	0.7	1.0			0.8	58.2
	La Leche	1.1	1.0	6.8	18.0			6.7	300.3
	Chancay Lambayeque	8.1	10.7	16.7	46.4			20.5	23.4
	Zaña	29.7	27.0	25.4	47.6			32.4	935.2
	Jequetepeque	8.2	7.1	4.7	22.7			10.7	91.3
	Chicama (Salinar)	9.1	6.1	3.8	15.0			8.5	15.4
	Chicama (Tambo)	7.6	6.9	5.6	15.4			8.9	215.7
	Moche	0.8	0.7	0.0	3.0			1.1	14.2
	Santa	78.8	79.8	89.0	226.7			23.3	37.2
Pacífico Centro	Pativilca	20.0	21.3	22.6	30.0			23.5	7.7
	Huaura	11.2	11.8	12.6	36.0			17.9	68.4
	Huaral	3.4	3.8	4.3	17.1			7.2	22.3
	Chillón	2.0	2.1	2.1	3.2			2.4	-17.9
	Rímac	14.1	16.7	18.9	19.0			17.1	-4.8
	Lurín	3.0	1.9	1.6	1.1			1.9	299.1
	Mala	4.9	6.6	4.7	4.0			5.1	139.6
	Cañete	14.0	15.4	15.1	16.8			15.4	4.8
	San Juan	2.8	3.0	2.7	3.7			3.0	58.2

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalía (%)
		Nov							
	Pisco	12.6	13.1	11.1	9.4			11.6	106.9
Pacífico Sur	Ica	7.1	7.2	6.6	7.3			7.1	-3.0
	Acari	0.5	1.5	0.7	0.5			0.8	0.5
	Yauca	0.2	0.1	1.8	0.4			0.6	136.0
	Ocoña	32.5	34.5	37.8	37.3			35.5	9.8
	Camana	18.9	21.3	24.4	22.0			21.7	-18.6
	Chili	7.8	8.3	8.4	8.2			8.2	6.2
	Socabaya	0.1	0.1	0.1	0.1			0.1	-9.6
	Huaracane	0.1	0.1	0.1	0.1			0.1	-133.0
	Torata	1.2	1.3	1.3	1.2			1.3	9.6
	Tumilaca	0.5	0.5	0.5	0.5			0.5	8.9
	Locumba	1.3	1.3	1.3	1.3			1.3	-41.5
	Sama	0.8	0.7	0.7	0.8			0.8	80.9
	Caplina	0.3	0.4	0.4	0.4			0.4	-17.4
Titicaca	Huancane	1.1	1.1	1.3	1.6			1.3	-56.0
	Ramis	5.3	5.0	5.0	5.1			5.1	-62.4
	Ilave	3.3	2.6	3.9	4.4			3.5	-31.3
	Coata	4.1	2.5	4.8	5.0			4.1	-38.2
Marañón	Marañón (Coral Quemado)	122.4	132.6	134.7	282.2			168.0	-129.7
	Marañón (Cumba)	178.5	165.2	146.2	284.9			193.7	-43.1
	Crisnejas (Puente)	4.3	2.6	2.1	33.7			10.6	-32.3
	Crisnejas (Jesus Tunel)	1.0	0.7	1.0	3.5			1.5	-38.3
Huallaga	Sisa	37.0	31.9	17.9	14.6			25.4	28.5
	Huallaga (Huacybamba)	616.9	786.0		1205.0			869.3	-0.4
	Huallaga (Tocache)	1996.8	1761.3	1746.3	2130.3			1908.7	22.8
	Huallaga (Tingo María)	269.2	274.5	374.2	383.2			325.3	-20.4
	Huallaga (Taruca)	31.5	32.2	40.4	56.4			40.1	-19.3
Mantaro	Mantaro (Pongor)	101.9	111.2	95.6	116.1			106.2	6.4
	Mantaro (La Mejorada)	72.3	79.3	88.0	92.4			83.0	-13.9
	Mantaro (Stuart)	26.8	32.1	36.0	46.8			35.4	-39.8
	Mantaro (Chulec)	37.1	37.7	39.2	36.4			37.6	-17.3
Pampas	Pampas	48.6	70.5	66.1	59.0			61.0	30.8
Apurímac	Apurímac	66.5	65.1	71.6	79.1			70.6	6.6
Urubamba	Urubamba (Km 105)	37.5	43.4	42.2	47.9			42.8	-17.8
	Paucartambo	21.7	22.8	22.9	25.7			23.3	0.7
	Pisac	26.0	32.2	28.8	30.4			29.4	-25.3
Ríos Navegables	Madre de Dios	1279.5	3813.2	2169.5	2387.0			2412.3	-33.8
	Ucayali (msnm)	140.2	140.1	141.0	141.2			140.6	-0.3
	Napo	1320.9	1810.4	2341.1	2946.2			2104.7	-60.7
	Marañón (San Regis)	9194.9	12468.0	14050.0	14234.0			12486.7	-11.8
	Amazonas (Tanshiyacu)	10374.7	13081.5	17046.6	18397.5			14725.1	-36.6

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

Los principales embalses del país al 21/11/2023 se encuentran al 46,5 % de la capacidad hidráulica nacional, cabe mencionar que todos los embalses siguen con una tendencia descendente, disminuyendo así las reservas para afrontar el siguiente año hidrológico 2023 – 2024, a excepción del embalse Jarumas ubicada en la región de Tacna, que se encuentra al 87,7 % de su capacidad, mientras los embalses en la sierra centro y sierra sur continúan en sus niveles mínimos históricos, resaltando entre ellas el Lago Junín (con 9,3 % de su capacidad) y Sibinicocha (Con 28,1 % de su capacidad) (ver Tabla 5).

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 08 noviembre del 2023

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	21-Nov	Piura	445.5	118.5	26.6
	San Lorenzo	21-Nov	Piura	195.6	64.0	32.7
	Tinajones	21-Nov	Lambayeque	331.6	249.9	75.4
	Gallito Ciego	21-Nov	La Libertad	366.1	265.7	72.6
	SUB TOTAL			1338.7	698.1	52.1
Costa - Centro	Viconga	21-Nov	Lima	30.0	3.7	12.3
	Sistema Rímac	15-Nov	Lima, Junín	282.4	129.7	45.9
	Choclococha	21-Nov	Ica	131.1	60.0	45.8
	Ccaracocha	21-Nov	Ica	40.0	19.4	48.5
	SUB TOTAL			483.5	212.8	44.0
Costa - Sur	Condorama	21-Nov	Arequipa	259.0	106.9	41.3
	El Pañe	21-Nov	Arequipa	99.6	38.9	39.1
	Dique Los Españoles	21-Nov	Arequipa	9.1	4.2	46.2
	Pillones	21-Nov	Arequipa	78.5	19.9	25.4
	El Frayle	21-Nov	Arequipa	127.2	54.0	42.4
	Aguada Blanca	21-Nov	Arequipa	30.4	11.4	37.5
	Chalhuanca	21-Nov	Arequipa	25.0	13.1	52.4
	Bamputaño	21-Nov	Arequipa	40.0	5.6	14.0
	Pasto Grande	21-Nov	Moquegua	200.0	121.2	60.6
	Paucarani	21-Nov	Tacna	10.5	3.1	29.5
	Laguna Aricota	21-Nov	Tacna	280.0	183.7	65.6
	Jarumas	21-Nov	Tacna	13.0	11.4	87.7
SUB TOTAL			1172.4	573.4	48.9	
Sierra - Centro	Cuchoquesera	21-Nov	Ayacucho	80.0	19.6	24.5
	Lago Junín	21-Nov	Junin	441.0	42.1	9.5
	SUB TOTAL			521.0	61.7	11.8
Sierra - Sur	Lagunillas	21-Nov	Puno	585.1	382.0	65.3
	Sibinicocha	21-Nov	Cusco	110.0	30.9	28.1
	SUB TOTAL			695.1	412.9	59.4
Situación Nacional			-	4,210.69	1,958.83	46.5

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos
Elaborado: ANA

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas de Alto Piura, las temperaturas cálidas continuaron favorables para la fase de fructificación del mango Edward. En las zonas productoras de Lambayeque, las condiciones térmicas diurnas y nocturnas de normales a ligeramente cálidas favorecieron el crecimiento de frutos del mango Kent, principalmente en las plantaciones que lograron floraciones significativas. En cuanto al cultivo de arroz, en los valles La Leche y Zaña (Lambayeque) las temperaturas cálidas fueron favorables para las fases reproductivas y maduración del grano, así como para las actividades de trasplante en la zona de Jequetepeque (La Libertad); sin embargo, en el valle La Leche (Puchaca) las lluvias reportadas incrementaron el riesgo fitosanitario para los arrozales de la zona. En la costa sur, para las plantaciones de olivo de la Yarada (Tacna), las temperaturas del aire en torno a sus normales, promovieron la fase de fructificación (Figura 7).

En las zonas de Alto Piura, las temperaturas cálidas continuaron favorables para la fase de fructificación del mango Edward. En las zonas productoras de Lambayeque, las condiciones térmicas diurnas y nocturnas de normales a ligeramente cálidas favorecieron el crecimiento de frutos del mango Kent, principalmente en las plantaciones que lograron floraciones significativas. En cuanto al cultivo de arroz, en los valles La Leche y Zaña (Lambayeque) las temperaturas cálidas fueron favorables para las fases reproductivas y maduración del grano, así como para las actividades de trasplante en la zona de Jequetepeque (La Libertad); sin embargo, en el valle La Leche (Puchaca), las lluvias reportadas incrementaron el riesgo fitosanitario para los arrozales de la zona. En la costa sur, para las plantaciones de olivo de la Yarada (Tacna), las temperaturas del aire en torno a sus normales, promovieron la fase de fructificación (Figura 42).

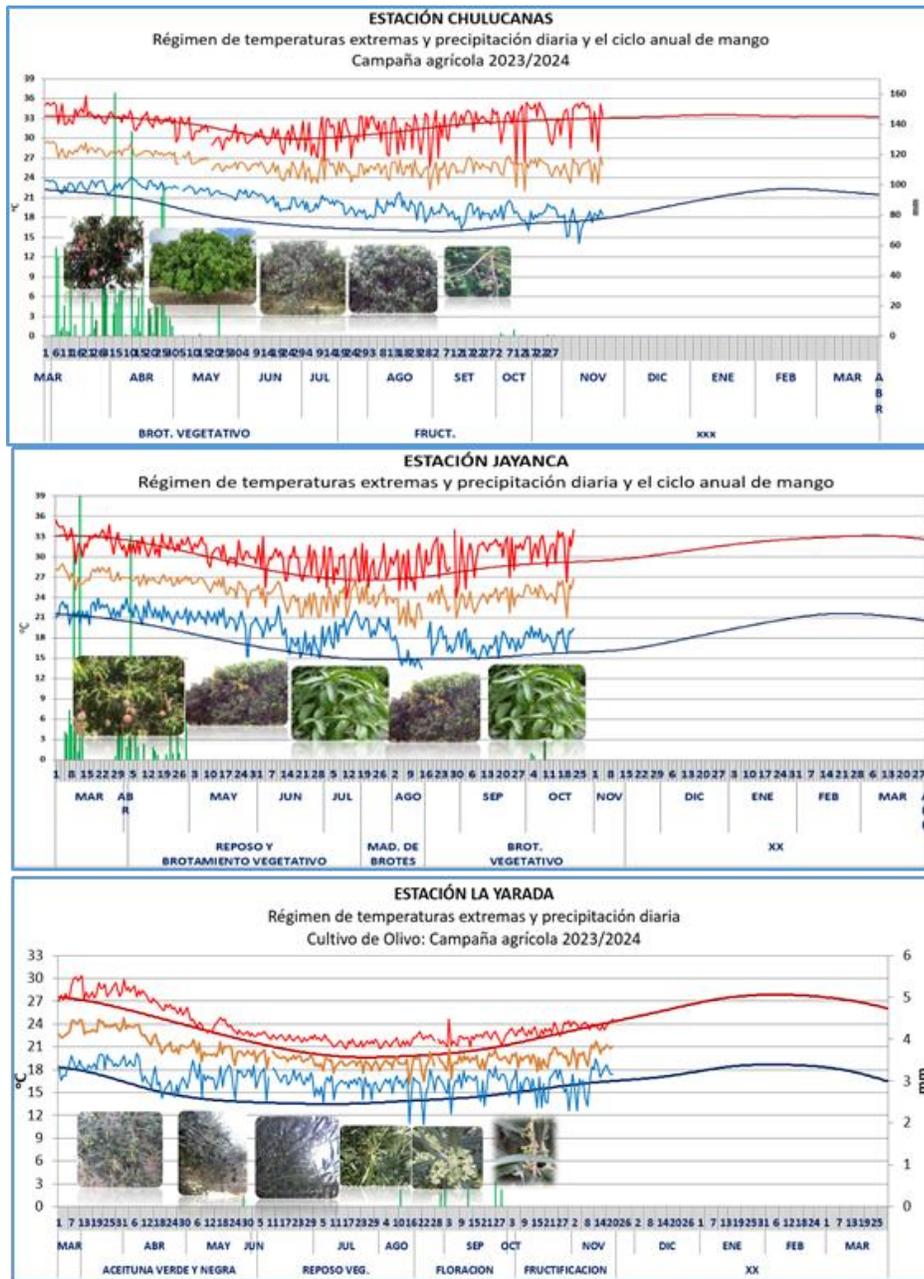


Figura 42. Monitoreo agrometeorológico del mango y olivo campañas agrícolas 2023/2024 en las estaciones de Jayanca, Chulucanas y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanCM4i-IC3, GEM5–NEMO, NASA–GEOSS2S, GFDL_SPEAR y COLA–RSMAS–CCSM4), con condiciones iniciales de noviembre de 2023, para el Pacífico central (Niño 3.4), indican en promedio, la condición cálida fuerte hasta febrero de 2024, mientras que para marzo y abril se esperarían condiciones de cálidas moderadas. Finalmente, se desarrollarían condiciones de cálida débil a neutras de mayo a agosto. (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	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFS2	1.59	1.65	1.59	1.43	1.27	1.11	0.81	0.40	----	----
CanCM4i	1.83	2.03	2.20	2.30	2.19	1.84	1.25	0.55	-0.24	-0.84
GEM5_NEMO	1.69	1.63	1.42	1.14	0.74	0.29	-0.18	-0.59	-0.90	-1.09
NASA	1.90	2.03	2.01	1.76	1.26	0.71	0.23	----	----	----
GFDL_SPEARE	1.82	1.95	1.96	1.82	1.58	1.30	0.97	0.62	0.35	0.28
COLA	1.41	1.42	1.37	1.25	1.12	1.00	0.90	0.76	0.60	0.41
Promedio										
NMME	1.71	1.78	1.76	1.62	1.36	1.04	0.66	0.35	-0.05	-0.31

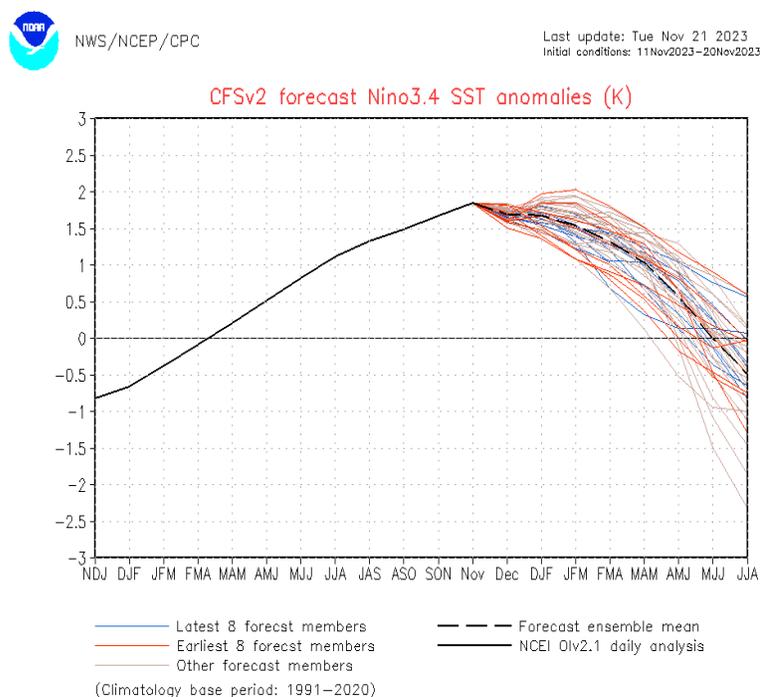


Figura 43. Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSv2, para la región Niño 3.4

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME, indican en promedio, la condición cálida fuerte para noviembre, condiciones cálidas moderadas de diciembre a febrero de 2024, condiciones cálidas débiles de marzo a junio. Finalmente, para julio y agosto se esperan condiciones neutras (Tabla 7). Asimismo, la reciente publicación del pronóstico del modelo CFSv2, indica condiciones cálidas moderadas para diciembre y enero de 2024; mientras que para febrero y marzo se esperan condiciones cálidas débiles; y desde abril a julio, condiciones neutras (Figura 44).

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	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFS2	1.11	1.24	1.29	1.31	1.14	0.83	0.39	0.01	----	----
CanCM4i	1.88	1.59	1.58	1.64	1.73	1.89	1.82	1.41	0.76	0.32
GEM5_NEMO	1.64	1.29	0.84	0.43	0.07	-0.08	-0.18	-0.31	-0.56	-0.78
NASA	1.59	1.17	0.85	0.52	0.32	0.19	0.16	----	----	----
GFDL_SPEARE	2.28	2.05	1.71	1.36	1.20	1.20	1.09	0.80	0.49	0.33
COLA	1.55	1.46	1.37	1.22	1.00	0.74	0.57	0.39	0.24	0.12
Promedio										
NMME	1.67	1.47	1.27	1.08	0.91	0.79	0.64	0.46	0.23	0.00

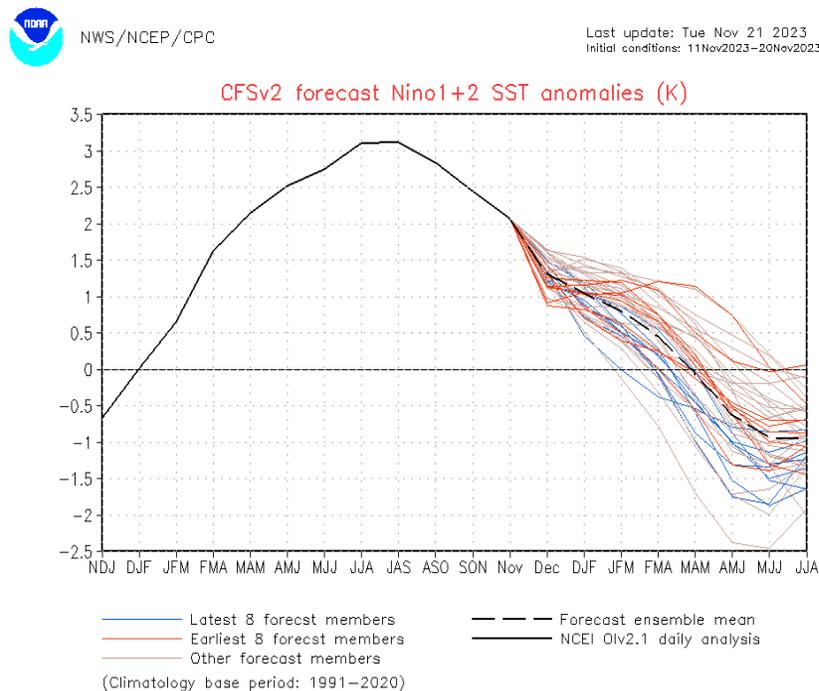


Figura 44. Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSv2, para la región Niño 1+2

Analizando las proyecciones basados en la información de altimetría satelital (Figura 3c) y profundidad de termoclina (Figura 3b), se espera aún la presencia de ondas de Kelvin cálidas en la costa peruana durante los siguientes meses, aunque con menor intensidad a la observada en el otoño e invierno de este año. Esta disminución de la señal se podría deber a la mayor inclinación que ha mostrado la termoclina, en promedio, durante los siguientes meses y, además, a la distancia entre la zona de formación y la costa americana. Asimismo, las ondas de Rossby frías en el extremo occidental continuarían reflejándose como ondas de Kelvin frías durante diciembre, esto según la información de altimetría que se tiene hasta la fecha (Figura 4b). Hay que añadir a estas ondas de Kelvin frías, aquella que se formaría como consecuencia del pulso de viento del este en la región occidental (Figura 3a).

El pronóstico del modelo de ondas del IGP, forzado para el diagnóstico tanto de vientos de ASCAT (Figura 45) y de NCEP (Figura 46), y luego con vientos igual a cero, muestra a lo largo de la costa peruana la presencia de ondas de Kelvin cálidas hasta inicios de febrero. Finalmente, la simulación con vientos pronosticados de CFSv2 (Figura 47), con vientos pronosticados hasta 40 días de CFSv2, también se observan ondas de Kelvin cálidas a lo largo de la costa peruana hasta febrero. Hay que tener en cuenta que estos modelos no contienen el proceso de dispersión modal que aparentemente estaría influyendo a que las ondas de Kelvin cálidas arriben a la costa peruana con poca intensidad.

Según la simulación de ondas de Kelvin ecuatoriales (OKE) del IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 18 de noviembre 2023 y pronosticada con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos igual a cero, indica que, entre noviembre 2023 y enero 2024 se espera la llegada a las costas sudamericanas de cuatro OKE cálidas. Entre noviembre y diciembre 2023, se espera la llegada de una OKE cálida (modo 1), generada por las anomalías de vientos del oeste entre setiembre y octubre 2023. En diciembre 2023, se espera la llegada de dos OKEs cálidas (modo 1 y modo 2), generadas por las anomalías de vientos del oeste entre setiembre y octubre en el Pacífico ecuatorial occidental. En enero 2024, se espera la llegada de otra OKE cálida (modo 2), generada por las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico ecuatorial occidental en noviembre (Figura 48).

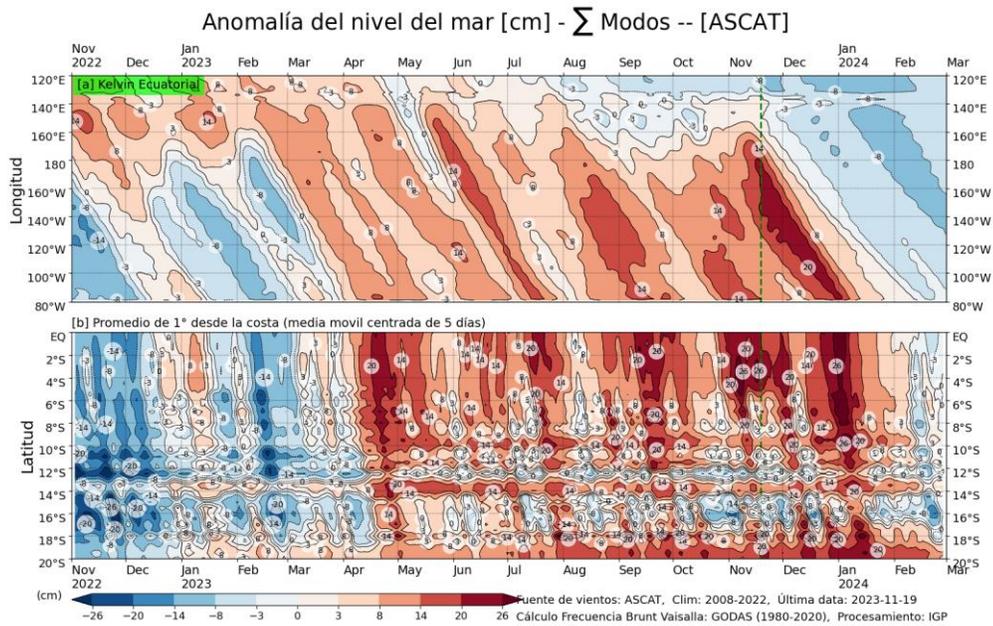


Figura 45. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos de ASCAT. La línea verde entrecortada indica el inicio de la simulación del pronóstico. Fuente: IGP.

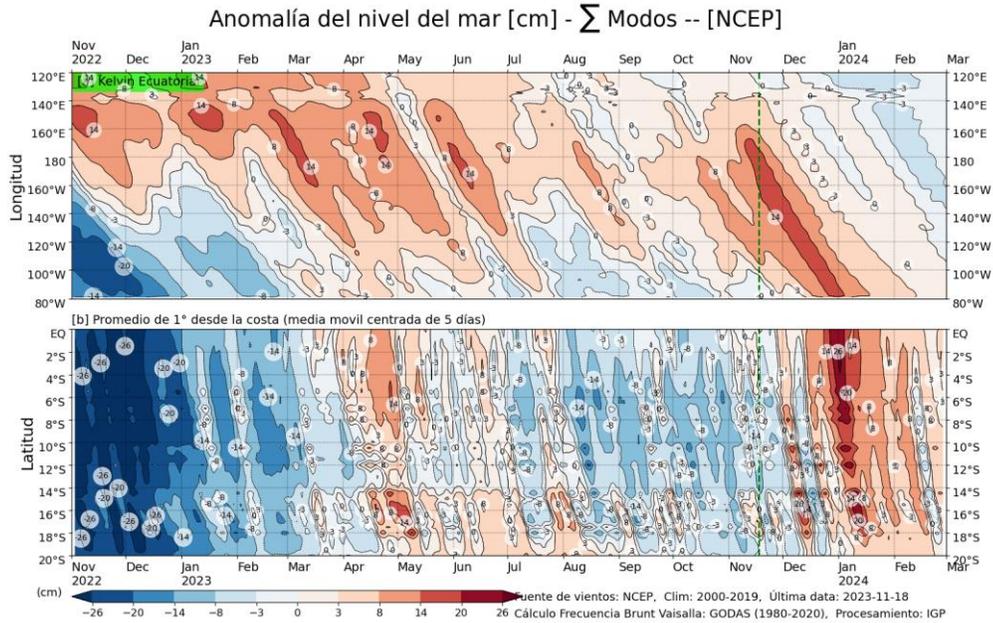


Figura 46. Igual que la Figura 45 pero el modelo es forzado con los vientos del reanálisis de NCEP. Fuente: IGP.

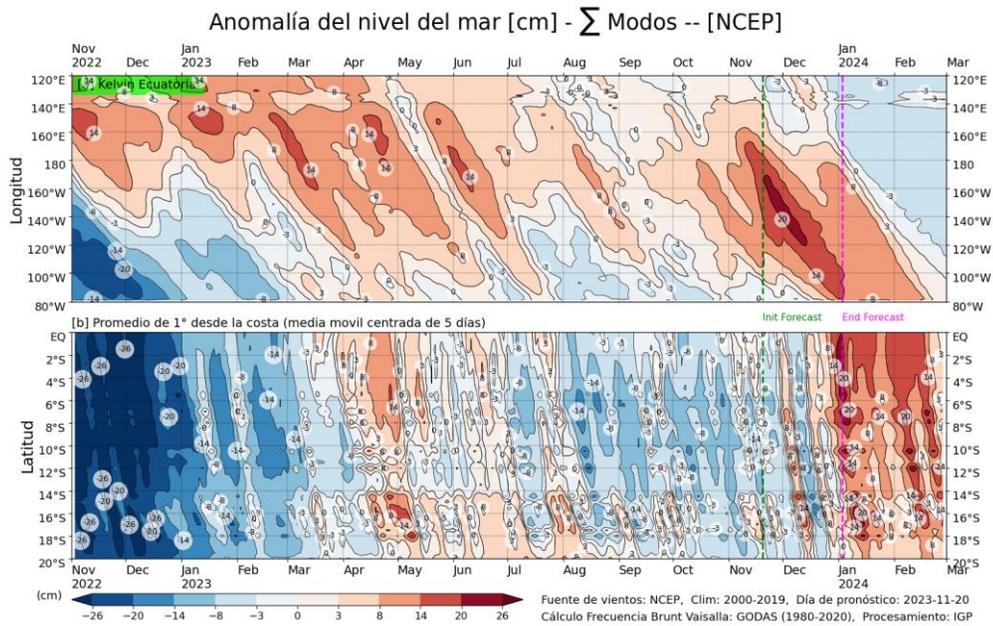


Figura 47. Igual que la Figura 46, pero para el pronóstico de los siguientes 42 días (entre la línea vertical verde y rosada) se usa la información de anomalías de vientos del modelo atmosférico CFSv2. Luego de la línea rosada, los vientos usados para el pronóstico fueron iguales a cero. Fuente: IGP denominada NCEP. Fuente: IGP

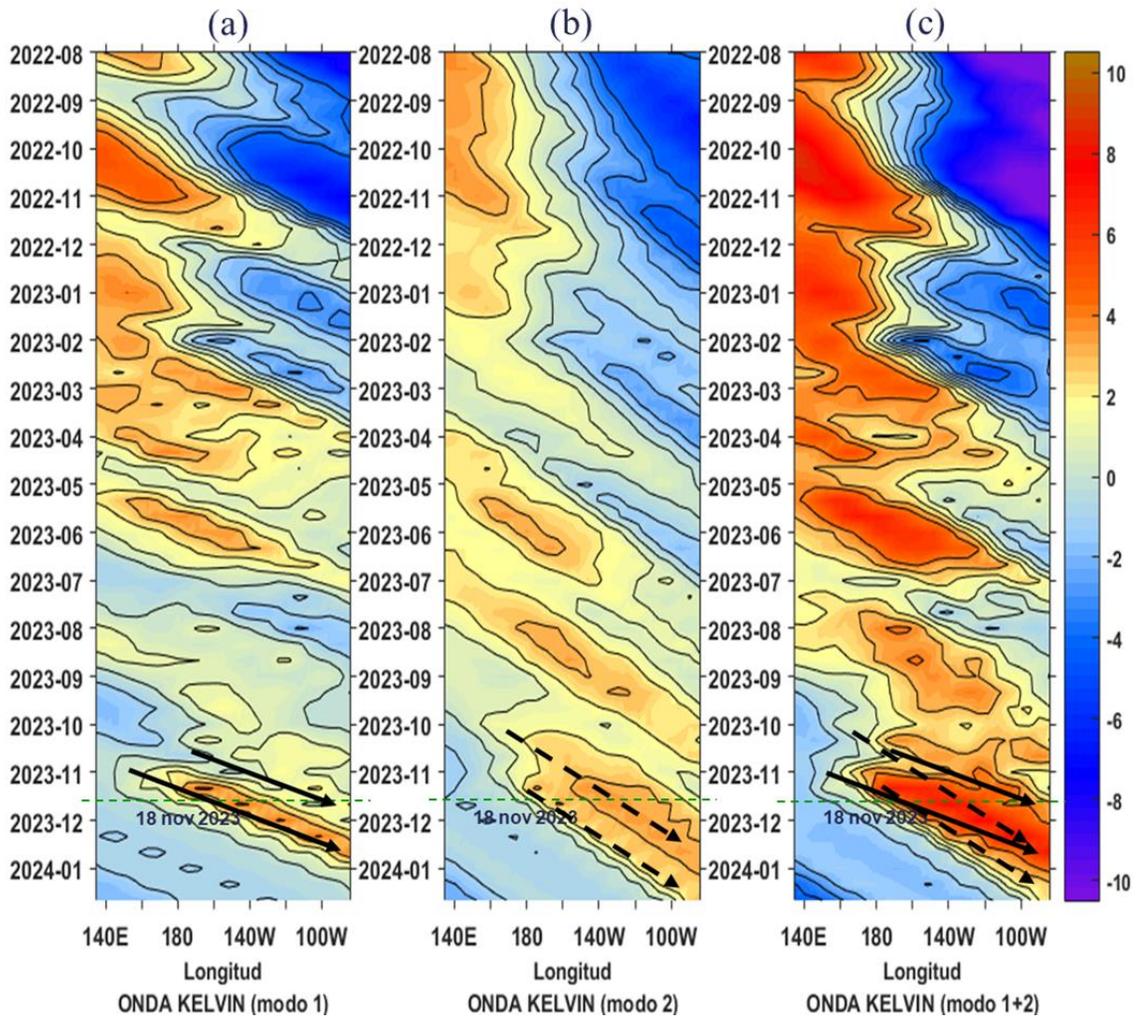


Figura 48. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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.

De acuerdo 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 esperaría para el Pacífico central, mayor probabilidad de condiciones entre cálida moderada y cálida fuerte, hasta marzo de 2024 (Tabla 8 y Figura 49). Para el verano 2023-2024, el evento alcanzaría la magnitud cálida fuerte (Tabla 10).

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

Pacífico central	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero(%)	Marzo(%)	Abril(%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	1
Neutro	0	0	0	1	5
Cálida débil	0	0	2	9	25
Cálida moderado	8	11	28	42	45
Cálida fuerte	78	79	63	46	24
Cálida muy fuerte	14	10	7	2	0

Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones cálidas fuertes hasta enero de 2024, seguidas de condiciones cálidas moderadas entre febrero y abril, (Tabla 9 y Figura 49). Finalmente, para el verano 2023-2024 la mayor probabilidad corresponde a El Niño de magnitud fuerte. (Tabla 11).

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

Pacífico oriental	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero(%)	Marzo(%)	Abril(%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	1
Neutro	0	0	2	6	17
Cálida débil	0	3	10	15	32
Cálida moderado	40	44	46	40	37
Cálida fuerte	59	52	41	38	13
Cálida extraordinario	1	1	1	1	0

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

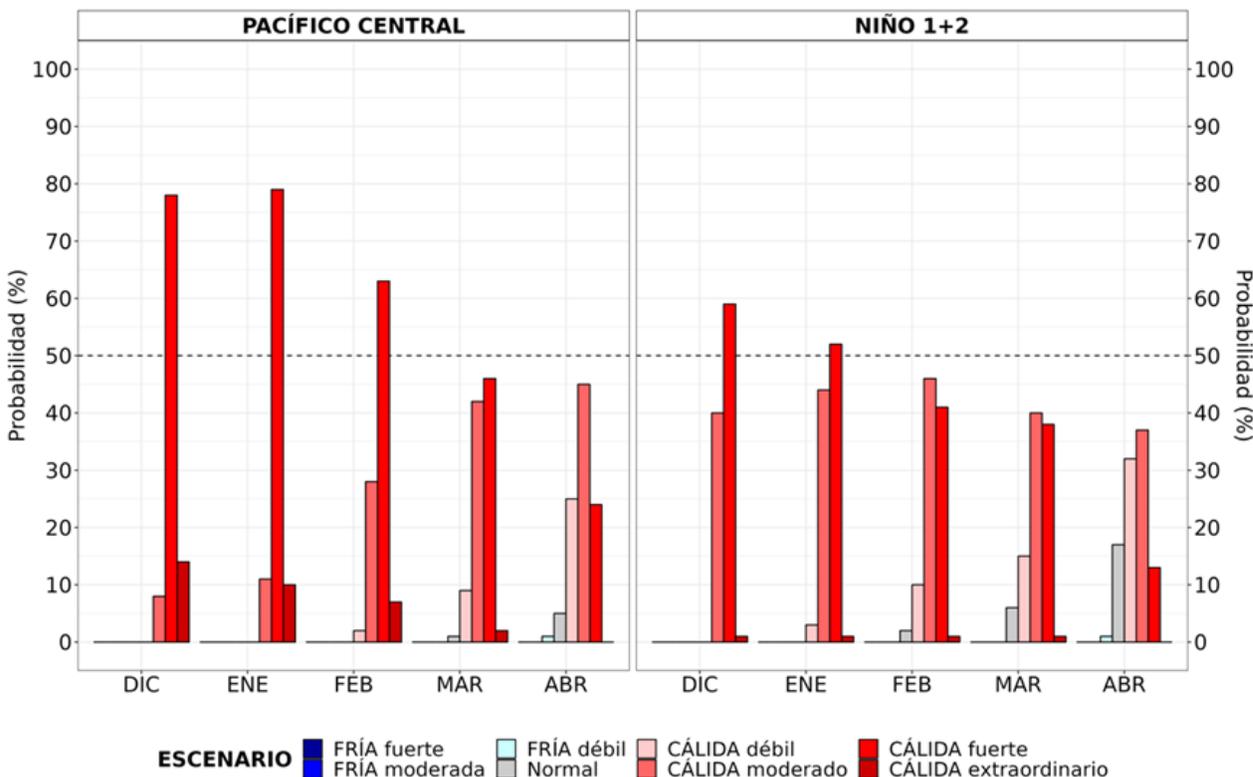


Figura 49. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre diciembre y abril 2024.

Tabla 10. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) para el verano diciembre 2023-marzo 2024

Magnitud del evento diciembre 2023-marzo 2024	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	0
La Niña Débil	0
Neutro	0
El Niño Débil	4
El Niño Moderado	31
El Niño Fuerte	60
El Niño Muy fuerte	5

Tabla 11. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña costeros (región Niño 1+2, frente a la costa norte y centro del Perú) para el verano diciembre 2023-marzo 2024.

Magnitud del evento diciembre 2023-marzo 2024	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	0
La Niña Débil	0
Neutro	5
El Niño Débil	17
El Niño Moderado	38
El Niño Fuerte	39
El Niño Extraordinario	1

Según el pronóstico estacional diciembre 2023 – febrero 2024³, persistirían las condiciones cálidas de la temperatura del aire a lo largo de la costa. Es más probable que las lluvias superen sus valores acumulados normales en la costa norte, costa centro y sierra norte. Para el verano de 2024, es más probable lluvias por encima de lo normal en la costa norte y central, así como en la sierra norte; no se descarta lluvias muy fuertes en estos sectores⁴. Considerando el escenario de El Niño en el Pacífico central, se prevé lluvias por debajo de lo normal en la región andina, particularmente en la sierra sur oriental⁵.

Los caudales y niveles de los principales ríos del país presentarían predominantemente valores entre debajo de lo normal y normal para noviembre; mientras que en la zona noroccidental del país se prevé caudales por encima de lo normal hacia diciembre. En lo que resta del año el nivel del lago Titicaca se mantendría con una tendencia descendente; asimismo, los caudales de los principales ríos afluentes al lago Titicaca se espera que presenten valores por debajo de lo normal⁶.

Para el verano de 2024, bajo el escenario de El Niño, es probable que se presenten caudales por encima de lo normal en la zona noroccidental del país, con la ocurrencia de crecidas; sin descartar, además, crecidas repentinas en la región hidrográfica del Pacífico centro. Por otro lado, se prevé un escenario de caudales por debajo de lo normal en la región hidrográfica del Pacífico sur y Titicaca.

³ Pronóstico estacional noviembre 2023-enero de 2024: www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-40.pdf

⁴ Escenario probabilístico de lluvias para el verano (enero-marzo) 2024: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-13.pdf>

⁵ “Lluvias muy fuertes” se definen como el percentil 95% de la precipitación diaria; “Lluvias extremas” se definen como el percentil 99 % de la precipitación diaria. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-6.pdf>

⁶ Pronóstico hidrológico estacional a nivel nacional noviembre 2023-marzo 2024: <https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02694SENA-39.pdf>

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, para las próximas semanas, se espera que la distribución del stock norte-centro de la anchoveta se mantenga principalmente dentro de las 40 mn. Continuará la disponibilidad del perico a lo largo del litoral. En cuanto al proceso reproductivo del bonito, de acuerdo a su patrón histórico, la actividad de maduración y desove estaría declinando en las próximas semanas. En lo que respecta a los recursos demersales, se prevé que en las próximas semanas se mantenga la baja disponibilidad de merluza en las áreas de pesca de la flota industrial. Asimismo, se espera que el calamar gigante o pota mantenga su accesibilidad a la pesquería, especialmente frente a la costa norte.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”, ya que se espera que El Niño costero (región Niño 1+2) continúe por lo menos hasta inicios de otoño de 2024, como consecuencia de la evolución de El Niño en el Pacífico central.

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 fuertes se mantengan hasta enero. Para el siguiente verano, en promedio, las magnitudes más probables de El Niño costero son fuerte (39 %) y moderada (38 %).

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4) se espera que El Niño continúe hasta mediados de otoño de 2024, alcanzando su máxima intensidad entre fines de este año e inicios del 2024. Las magnitudes más probables de El Niño en el Pacífico central para el verano son fuerte (60 %) y moderada (31 %)

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 para el verano de 2024, 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 15 de diciembre de 2023.

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>
- 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
- 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.

VII. ANEXO

Anexo 1: Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe

VARIABLE	FUENTE																PROCESAMIENTO	OBSERVACIONES				
	Observaciones <i>in situ</i>								Satélite/Reanálisis						Modelos							
	Estaciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	Programa Bitácoras de Pesca (BBP)	Seguimiento de Pesquerías	Monitoreo de islas, puntas, playas, estuarios, etc.	Alerta de fauna marina varada	Estaciones de observación fenológica/Cultivo	ESRL/NOAA	GPM	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS			TRMM-3B42	SeaWiFS + MODIS	GFS	MERCATOR Ocean
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																						
Radiación de Onda Larga										X											IGP	* http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif
Presión Atmosférica												X									SENAMHI	
Vientos												X	X						X		IGP/IMARPE	
Temperatura del Aire	X		X																		SENAMHI	
Precipitación	X										X										SENAMHI	
Precipitación estimada																	X				SENAMHI/IGP	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																						
Temperatura del Mar	X	X	X	X	X							X			X						DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Periodo climatológico: 1981-2010, *Anomalías de OSTIA, son calculadas en base a una climatología de 30 años, proveniente de datos de Pathfinder,
Nivel medio del Mar	X															X					DIHIDRONAV/IMARPE	*Disponible desde 1993 a la actualidad, Periodo climatológico: 1993-2012, Frecuencia diaria,
Salinidad		X	X	X															X		DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Periodo climatológico: 1981-2010,

