

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 9 N°15

12 OCTUBRE 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

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez LazoJefe,
Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

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 Rosas Benancio
Presidenta Ejecutivo, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

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

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: Tania Ita, Karen León, Yury Escajadillo, , Grinia Avalos, Nelson Quispe, 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 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°15, al 12 octubre de 2023, 56 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: 13 de octubre de 2023



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú al 12 de octubre 2023

Índice

I.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	6
II.	<u>MÉTODOS</u>	6
2.1.	<u>Variables</u>	6
	<u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u>	7
2.2.	<u>Índices</u>	7
	<u>Índice Costero El Niño (ICEN)</u>	7
	<u>Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</u>	8
	<u>Índices reproductivos de anchoveta</u>	8
2.3.	<u>Modelos y Pronósticos</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)</u>	8
	<u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u>	9
	<u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u>	9
	<u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u>	9
III.	<u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 12 DE OCTUBRE DE 2023</u>	10
3.1.	<u>Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u>	10
3.2.	<u>Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u>	18
3.3.	<u>Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u>	32
3.4.	<u>Condiciones hidrológicas</u>	42
3.5.	<u>Condiciones agrometeorológicas</u>	44
IV.	<u>PERSPECTIVAS</u>	45
V.	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	51
VI.	<u>REFERENCIAS</u>	52
VII.	<u>ANEXO</u>	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

2.1. Variables

Las principales variables utilizadas en este informe están clasificadas en: atmosféricas, oceanográficas, hidrológicas y biológicas-pesqueras. En el Anexo 1 se detallan las variables monitoreadas y presentadas en este informe, por el grupo de trabajo científico-técnico de la Comisión Multisectorial del ENFEN, indicando la fuente de la información (*in situ*, satelital, 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 $1/4^\circ$.

2.2. 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.

2.3. Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

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

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia

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

(2017). El análisis de la OKE se realiza con los modos baroclínicos modo 1 y modo 2, los que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, para una mayor contribución en la anomalía del nivel del mar.

Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)

Este modelo, al igual que los anteriores, se utiliza para simular principalmente el desarrollo de las ondas Kelvin en el Pacífico ecuatorial y frente a la costa peruana. Para esto, siguiendo la metodología de Dewitte et al. (1999) se obtienen los coeficientes de proyección y velocidades características de cada modo baroclínico del *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

III. CONDICIONES OBSERVADAS AL 12 DE OCTUBRE DE 2023

3.1. Condiciones océano-atmosféricas en el Pacífico tropical

La TSM y su anomalía han disminuido ligeramente en el Pacífico ecuatorial central y oriental en la última quincena de setiembre y de lo que va de octubre; en tanto que en la región occidental, en promedio, se mantiene con valores similares al mes de agosto (**Figura 1, Figura 2**). A pesar de la disminución de las anomalías en estas últimas semanas, los datos ERSSTv5 de setiembre registraron el mayor calentamiento en la región Niño 3, con anomalía de 2.13°C, mientras que los datos semanales de OISTT registraron 1.9°C para la primera semana de octubre (ligeramente menor respecto a la última quincena de setiembre). Por otro lado, frente a la costa de Sudamérica (Niño 1+2) la anomalía fue de 2.8°C y 2.6°C en la última quincena de setiembre y primera semana de octubre, respectivamente. (**Tabla 1 y Tabla 2**).

Durante la última quincena de setiembre y la primera semana de octubre, en promedio, las condiciones se mantienen en cálidas fuertes en las regiones Niño 3.4 y Niño 1+2 (**Tabla 1 y Tabla 2**).

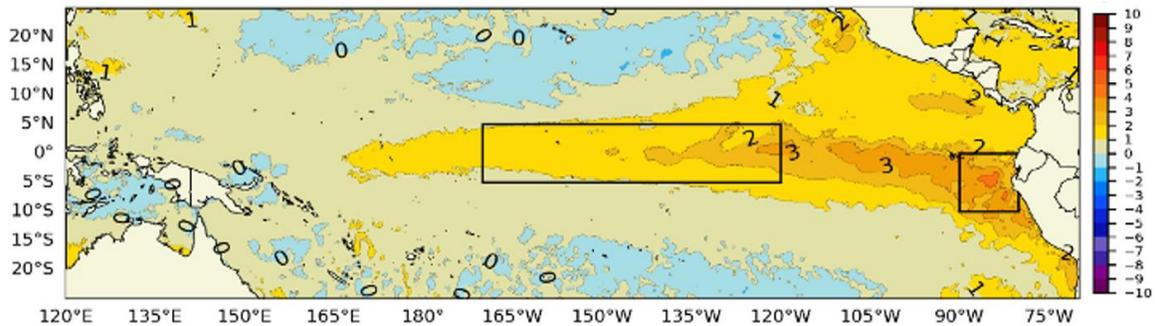


Figura 1. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico tropical del 16 al 30 de setiembre. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

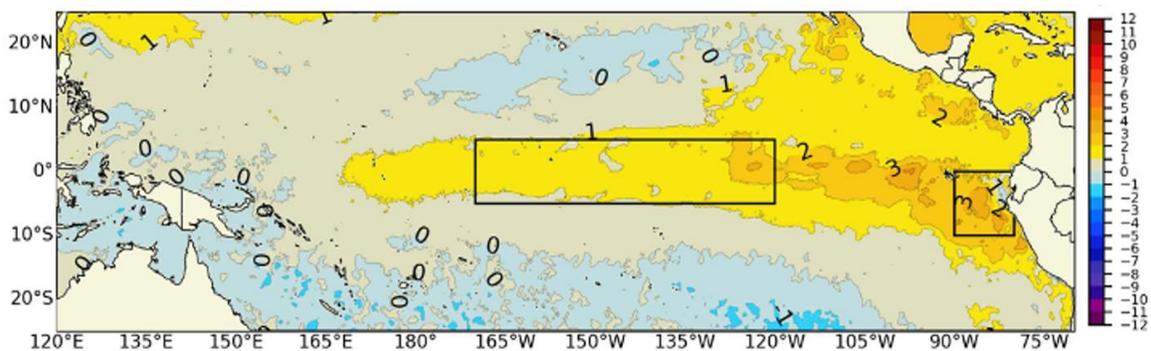


Figura 2. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 01 al 09 de octubre de 2023. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV

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	
Abr.23	28.15	2.62	28.06	0.47	27.96	0.14	28.75	0.12
May.	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	1.03	29.59	0.69
Ago.	24.33	3.32	27.09	1.97	28.16	1.31	29.69	0.90
Sep.23	23.22	2.49	27.04	2.13	28.31	1.59	29.84	1.08

Tabla 2. Valores semanales (centrados 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	
06-Set-23	23.6	2.9	27.0	2.2	28.3	1.6	29.7	1.1
13-Set-23	23.3	2.6	27.1	2.2	28.3	1.6	29.8	1.1
20-Set-23	23.5	2.8	27.0	2.1	28.3	1.7	29.9	1.2
27-Set-23	23.5	2.8	27.0	2.0	28.1	1.5	29.8	1.1
04-Oct-23	23.5	2.6	26.8	1.9	28.2	1.5	29.8	1.2

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de agosto y el ICEN temporal (ICEN- tmp) de setiembre se ubican dentro de la condición cálida fuerte. Por otro lado, los valores del ONI de agosto y el temporal (ONItmp) de setiembre se mantienen en la condición cálida moderada (**Tabla 3**).

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
set-22	-1,12	Fría Débil	-1,03	Fría Moderada
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
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
set-23	2.60	Cálida Fuerte	-1.48	Cálida Moderada

Según la información de la termoclina, se observa la presencia de una onda de Kelvin

cálida muy lenta aproximándose a la costa peruana, la cual se localiza en 95°W, aproximadamente. En la misma variable se sigue observando una onda de Kelvin fría localizada en 120°W (**Figura 3**). En el nivel del mar se observa la señal de una onda de Kelvin cálida en 140°W. Según los datos de altimetría, la intensidad de la onda de Rossby cálida localizada en 170°W habría disminuido, mientras que un paquete de ondas de Rossby frías se aproxima al extremo occidental (**Figura 4**).

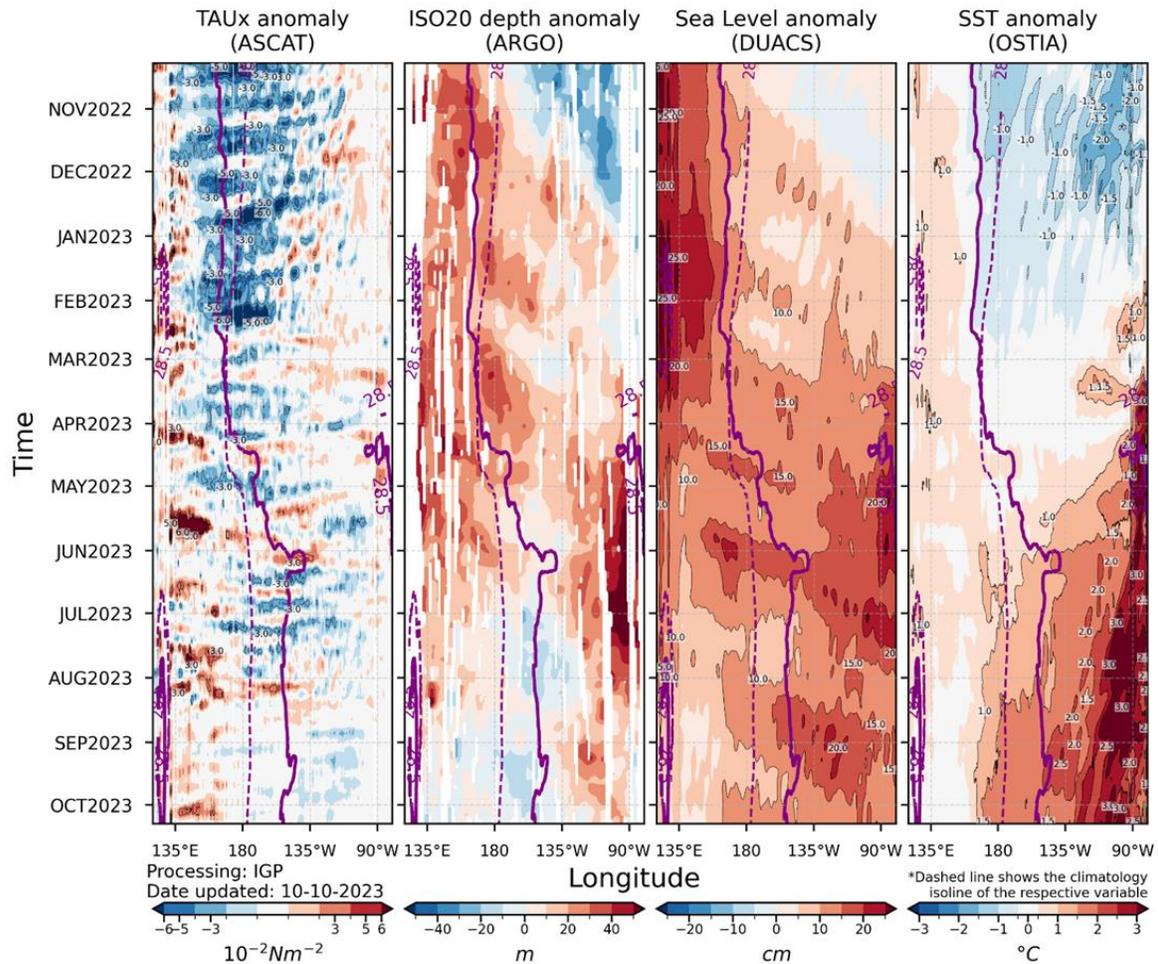


Figura 3. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP

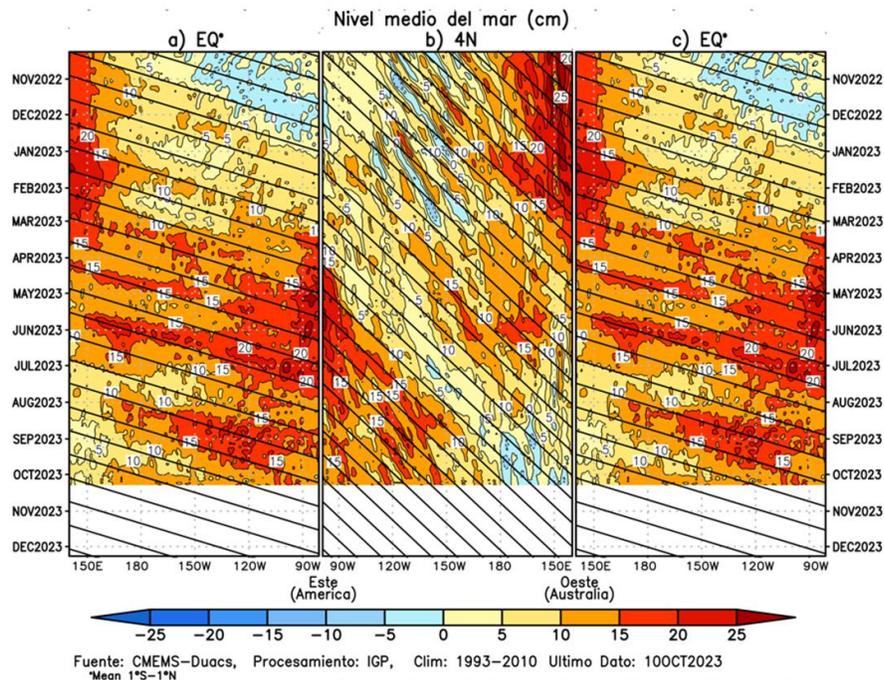


Figura 4. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS-Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°N (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras 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 setiembre, continuaron observándose anomalías negativas de la presión atmosférica en el Pacífico central y oriental, y anomalías positivas sobre el continente marítimo y Australia, mostrando un debilitamiento del gradiente de presión horizontal y una distribución característica de condiciones El Niño (**Figura 5d**). La media móvil del Índice de Oscilación del Sur (SOI, por sus siglas en inglés) al 07 de octubre alcanza el valor de -13.2³, asociado a las condiciones de presión atmosférica descritas. Además, el ramal subsidente de la circulación de Walker sobre el continente marítimo mostró un ligero incremento respecto a lo observado en setiembre, lo cual estaría también vinculado con la fase positiva del Dipolo del Océano Índico (IOD, por sus siglas en inglés) IOD⁴ (**Figura 5c**).

Para la última quincena de setiembre en niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), se observaron, en promedio, anomalías positivas del oeste entre los 150° E y 150° W; no obstante, en la zona del Pacífico ecuatorial desde la línea de cambio de fecha hacia el este se observaron condiciones dentro de su variabilidad climática; mientras en zonas cercanas hacia el continente se observaron ligeras anomalías del este hacia finales del mes, incluso una intensificación de los vientos alisios del sureste frente a Sudamérica (**Figura 5b**). En niveles altos de la tropósfera se observaron anomalías de vientos del oeste sobre el Pacífico centro-oriental y anomalías del este entre los

³ Southern Oscillation Index-30 day moving SOI: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/#tabs=Pacific-Ocean&pacific=SOI>

⁴ Indian Ocean Dipole: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/indices.shtml?bookmark=iod>

140° W al oeste de la línea de cambio de fecha (**Figura 5a**).

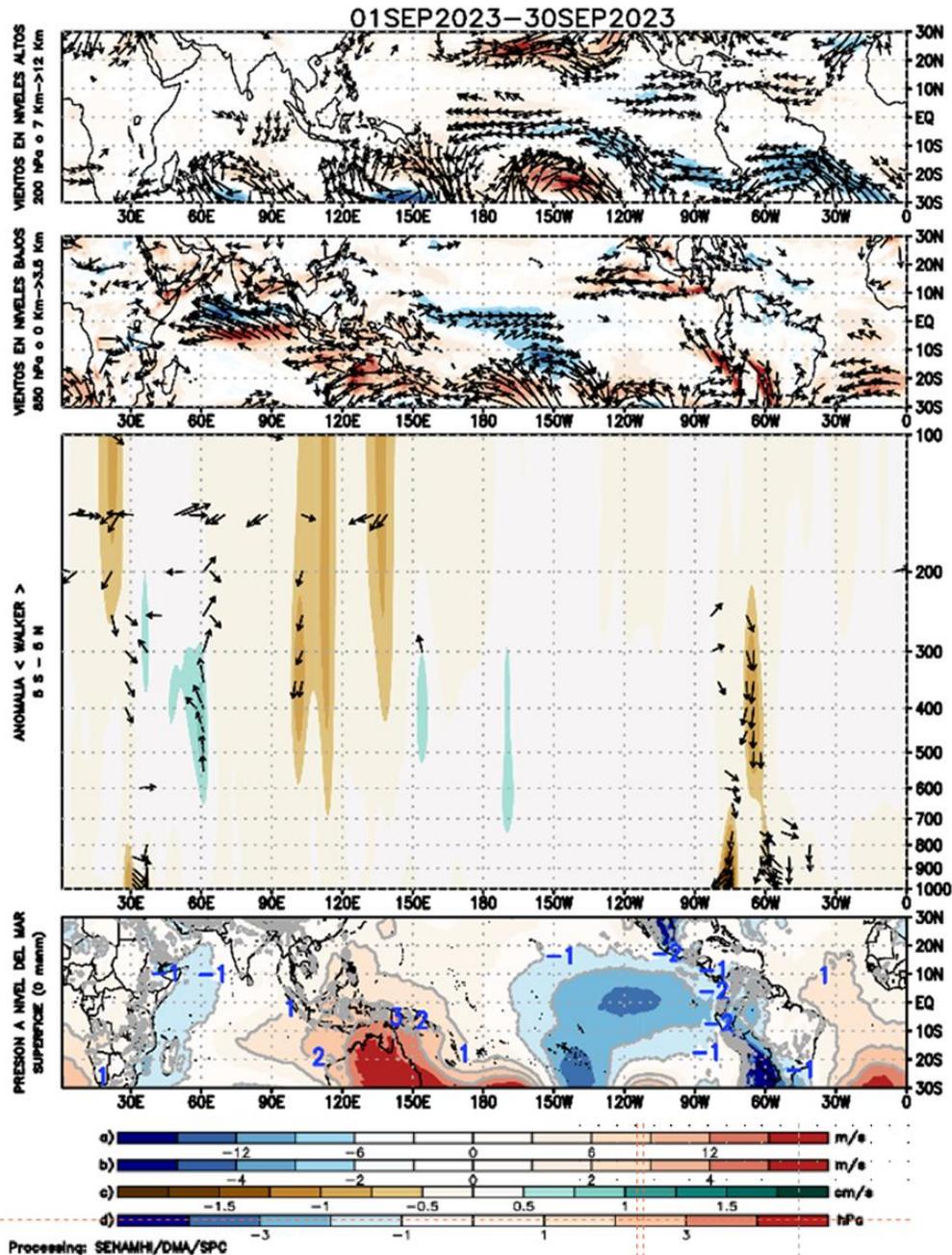


Figura 5. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) entre el 1-30 de setiembre de 2023, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

En setiembre, 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 (120°W a 120°E) y anomalías próximas a superficie (1000hPa) oscilaron entre 2 a 5 m/s; mientras que en niveles de 850hPa los valores llegaron hasta los 7m/s (**Figura 6 a y b**). En zonas cercanas a continente se observaron anomalías ligeramente superiores a su media climática, condición que fue favorecida por un Anticiclón del Pacífico Sur (APS) ligeramente al suroeste de su posición

habitual e intensificado. Hacia el mar continental, se observaron anomalías intensas del este vinculadas al patrón atmosférico de la fase positiva del IOD (**Figura 6 a y b**). De acuerdo a las proyecciones del modelo Global Forecast System (GFS) y al Climate Forecast System (CFS) se espera que las anomalías del este sobre el mar continental se mantengan fortalecidas para las próximas 2 semanas. Ambos modelos coinciden en mostrar flujos intensos del este.

Por otro lado, la MJO sobre la región del mar continental hizo su aparición con la fase divergente muy activa; sin embargo, en su desplazamiento hacia el este no mostró una buena fase divergente; mientras que su fase subsidente mantuvo una fuerte posición sobre la región continental a lo largo del mes de septiembre (**Figura 6c**). Los modelos de pronóstico del GFS así como el pronóstico extendido del CFS muestran la región convergente de la MJO sobre Sudamérica en la siguiente semana (**Figura 6c**). Luego, mantendría una fase subsidente variando a fase divergente en la segunda semana de pronóstico.

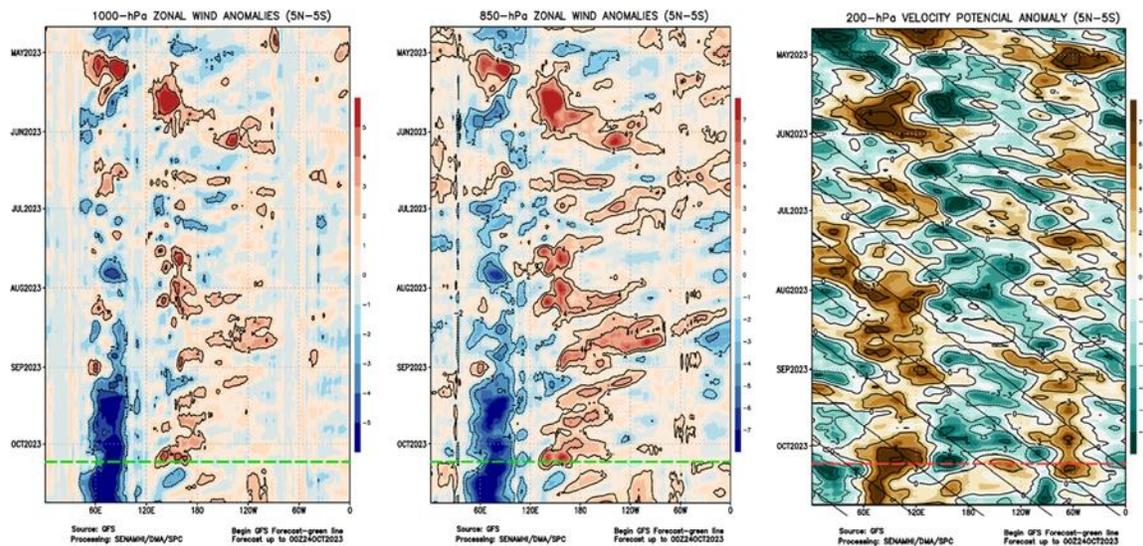


Figura 6. Anomalías promedio, ente los 5°N y 5°S de los (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. La línea verde muestra el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para setiembre, mostró una configuración zonal, con un núcleo de hasta 1028 hPa desplazado al suroeste (35° S - 105° W) de su posición normal (**Figura 7**). A escala semanal, el APS mantuvo un núcleo intenso, por encima de los 1030 hPa y con algunos picos que superaron los 1041 hPa permaneciendo principalmente al suroeste de su posición habitual, influenciado por las circulaciones de la tropósfera media y alta (presencia de una dorsal). No obstante, la presencia de vaguadas en alta tropósfera cercanas a continente (paralela a costa de Chile) favoreció la intensificación de vientos en superficie frente a la costa peruana, además del gradiente isobárico frente a las costas de Perú y Chile.

El pronóstico del GFS indica que lo vientos alisios permanecerán con magnitudes más intensas de lo usual, al menos 5 días más; mientras que los subsiguientes días se

espera una significativa disminución de la intensidad de los vientos costeros en promedio (**Figura 8, Figura 9**). En base a algunos índices del APS durante el trimestre JAS, la intensidad del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se ha mantenido por debajo de lo normal (-1,6 hPa) y se ha ubicado ligeramente al norte de lo normal. Con respecto al trimestre JJA, hubo un ligero fortalecimiento de la intensidad y un ligero desplazamiento al oeste del APS. En el mes de setiembre, el APS se ha ubicado en promedio en los 107,0° W, 30,0° S, desplazado al oeste de su posición habitual, alcanzando una intensidad de 1026,6 hPa y una anomalía de +1,9 hPa.

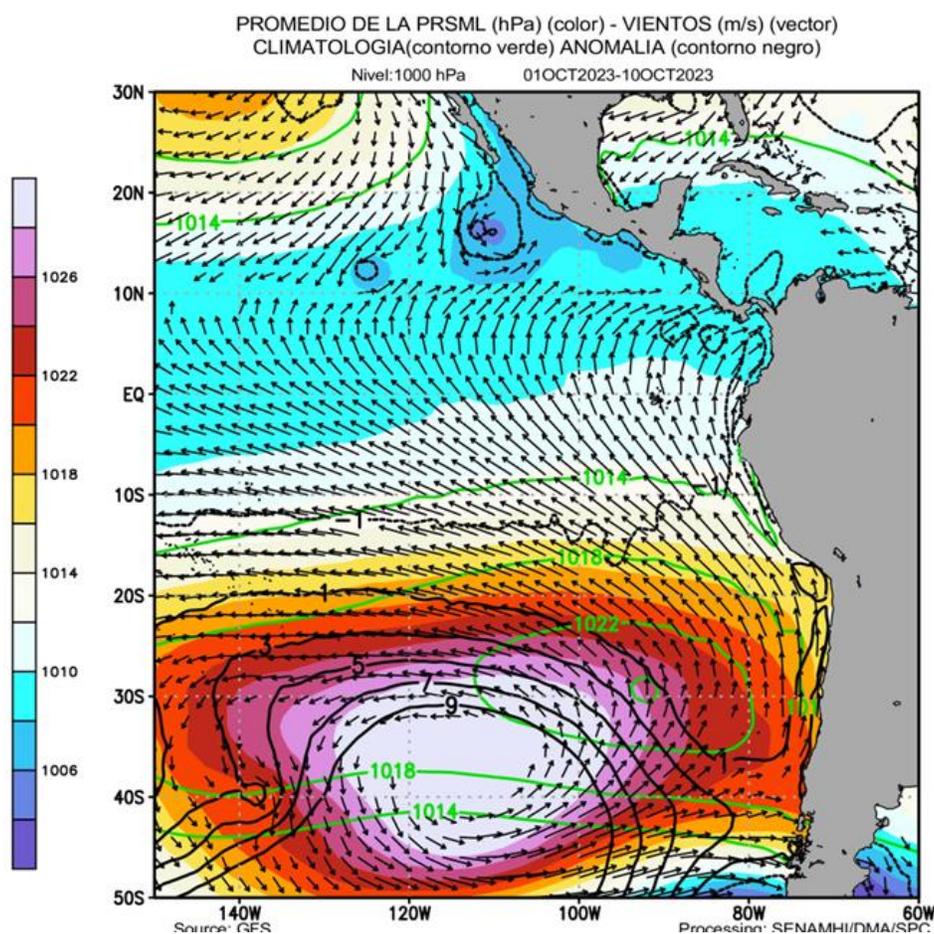


Figura 7. Promedio entre el 1 y el 10 de octubre del 2023 de la presión atmosférica a nivel del mar (sombreado), anomalía de la presión atmosférica (líneas negras) y valor climatológico (líneas verdes). Viento en 1000 hPa superiores a los 2 m/s (vectores). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

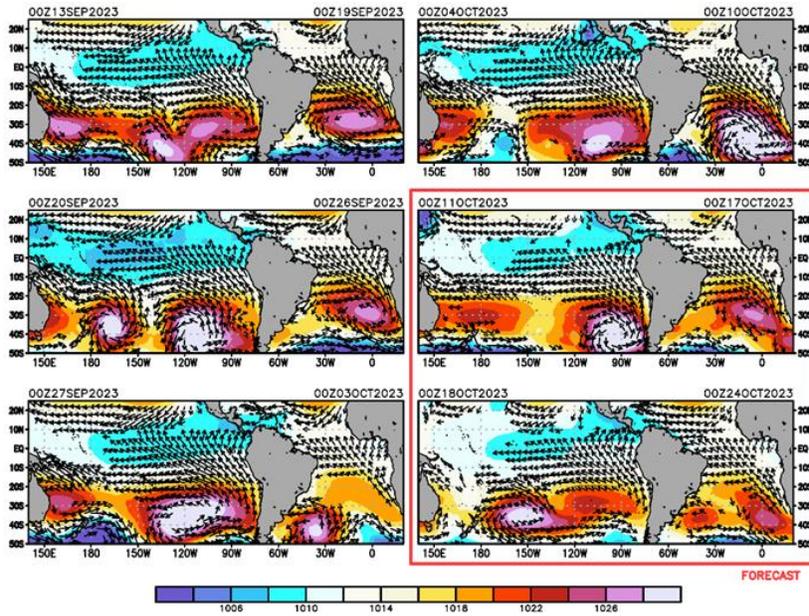


Figura 8. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: del 13 de setiembre al 10 de octubre de 2023. Pronóstico: del 11 de octubre al 24 de octubre de 2023 Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI

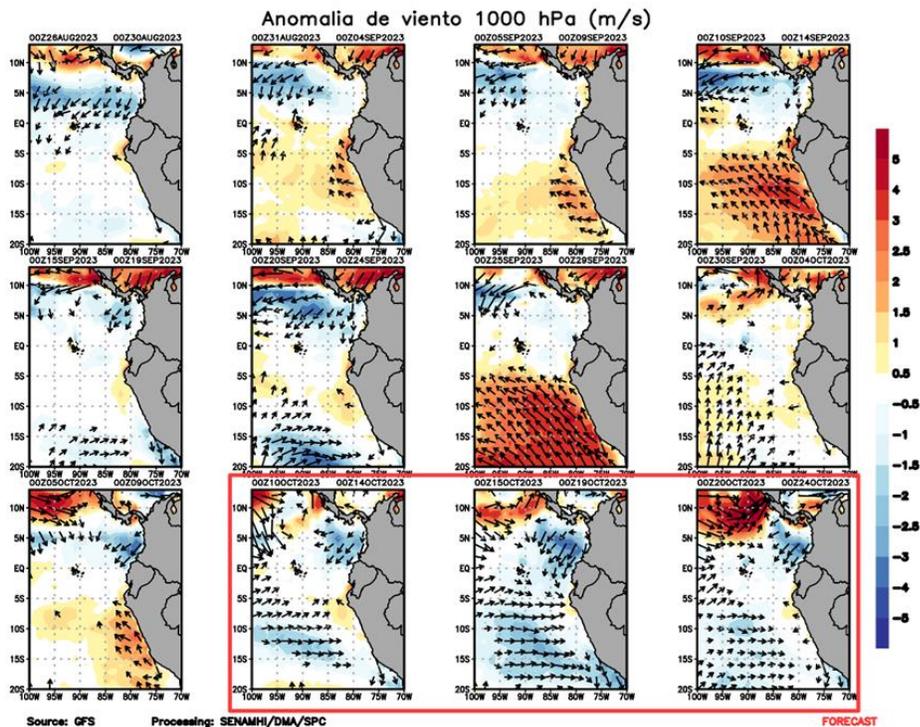


Figura 9. Anomalia pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: del 26 de agosto al 09 de octubre de 2023. Pronóstico: del 10 al 24 de octubre de 2023. Procesamiento: SENAMHI.

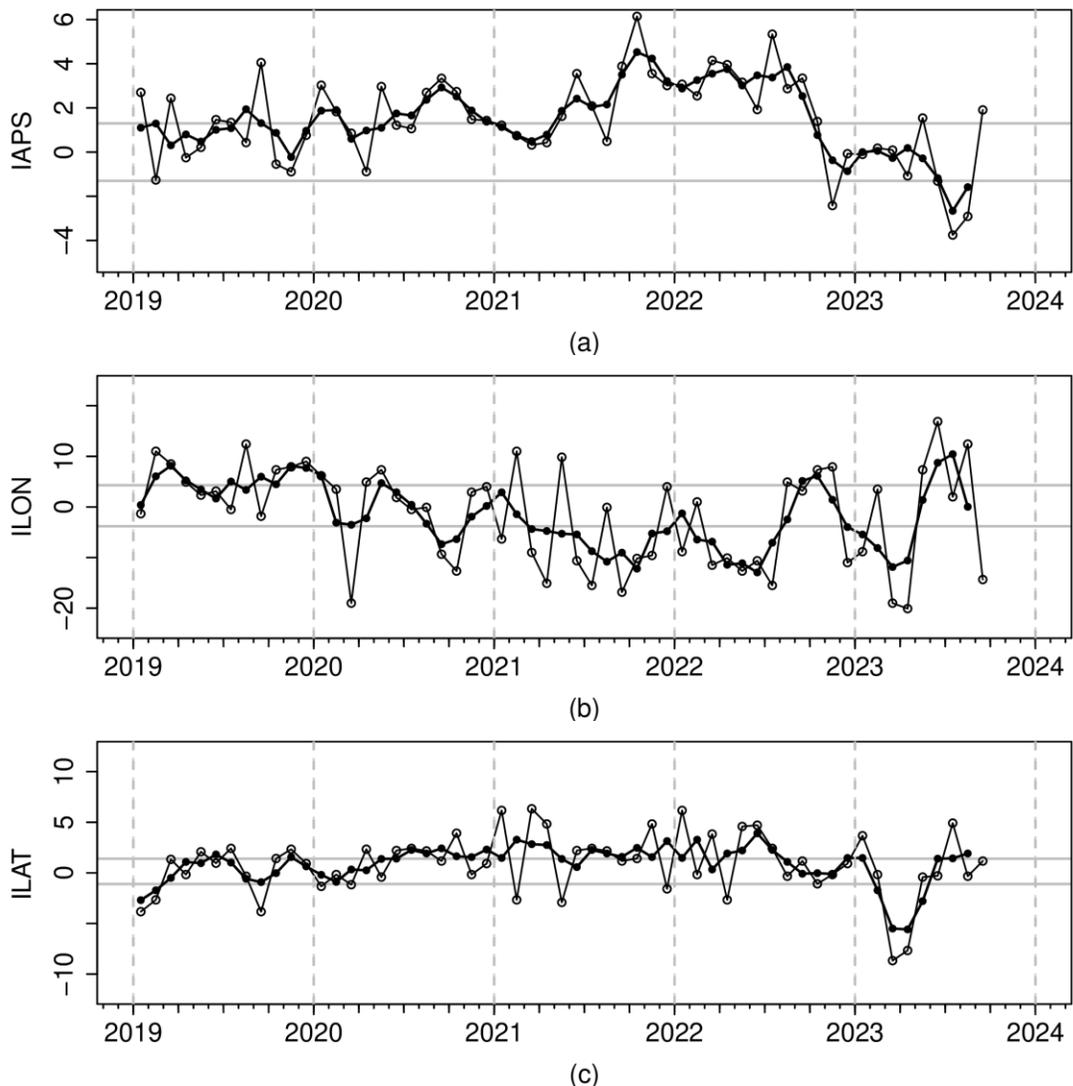
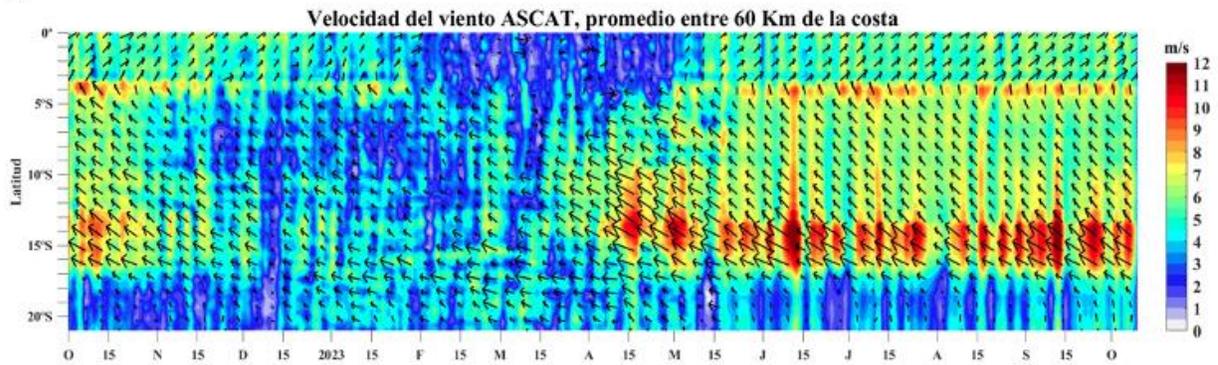


Figura 10. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre JAS 2023 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2019 hasta setiembre 2023.

Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

A lo largo de la franja adyacente a la costa peruana y dentro de los 40 km, predominaron vientos moderados (entre $4,1$ a $6,8 \text{ m s}^{-1}$) a fuertes (mayores a $6,8 \text{ m s}^{-1}$), con anomalías de viento en el rango neutral a positivo (mayor a $+1,0 \text{ m s}^{-1}$), condiciones que han persistido desde al menos inicios del invierno frente y a lo largo de la mayor parte del litoral peruano. Durante setiembre y lo que va de octubre, la mayor intensidad del viento se registró entre Pisco y San Juan de Marcona, a excepción del 16 al 20 de setiembre, en donde los vientos disminuyeron su intensidad a lo largo de la costa (**Figura 11**). El afloramiento costero continuó presentando valores mayores a $100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100 \text{ m}$ y exhibió pulsos superiores a $400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100 \text{ m}$ frente a Talara – Paita y a Pisco - San Juan de Marcona, generando anomalías positivas. El bombeo de Ekman presentó la predominancia de anomalías positivas, salvo un breve lapso en la quincena de setiembre; sus máximos valores superaron a lo observado en julio y en agosto (**Figura 12**), indicando un mayor fortalecimiento de los vientos del sudeste en la zona oceánica.

a)



b)

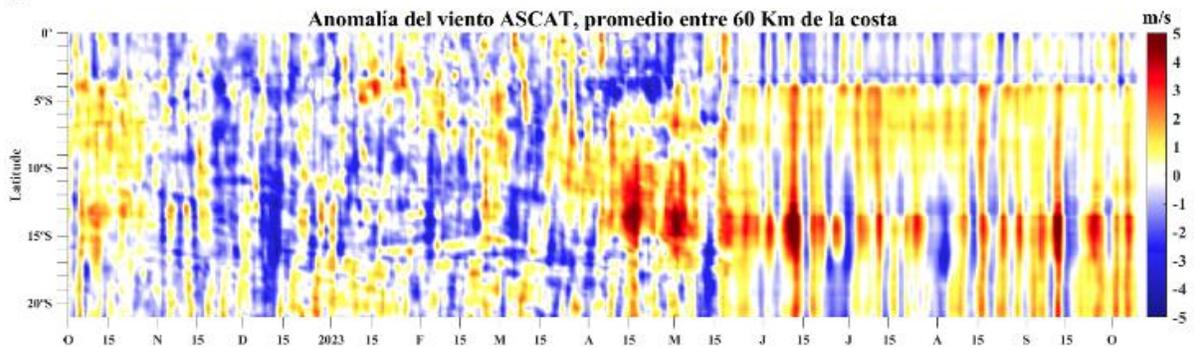


Figura 11. Viento satelital (40 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalia de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo), Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 10 de octubre.

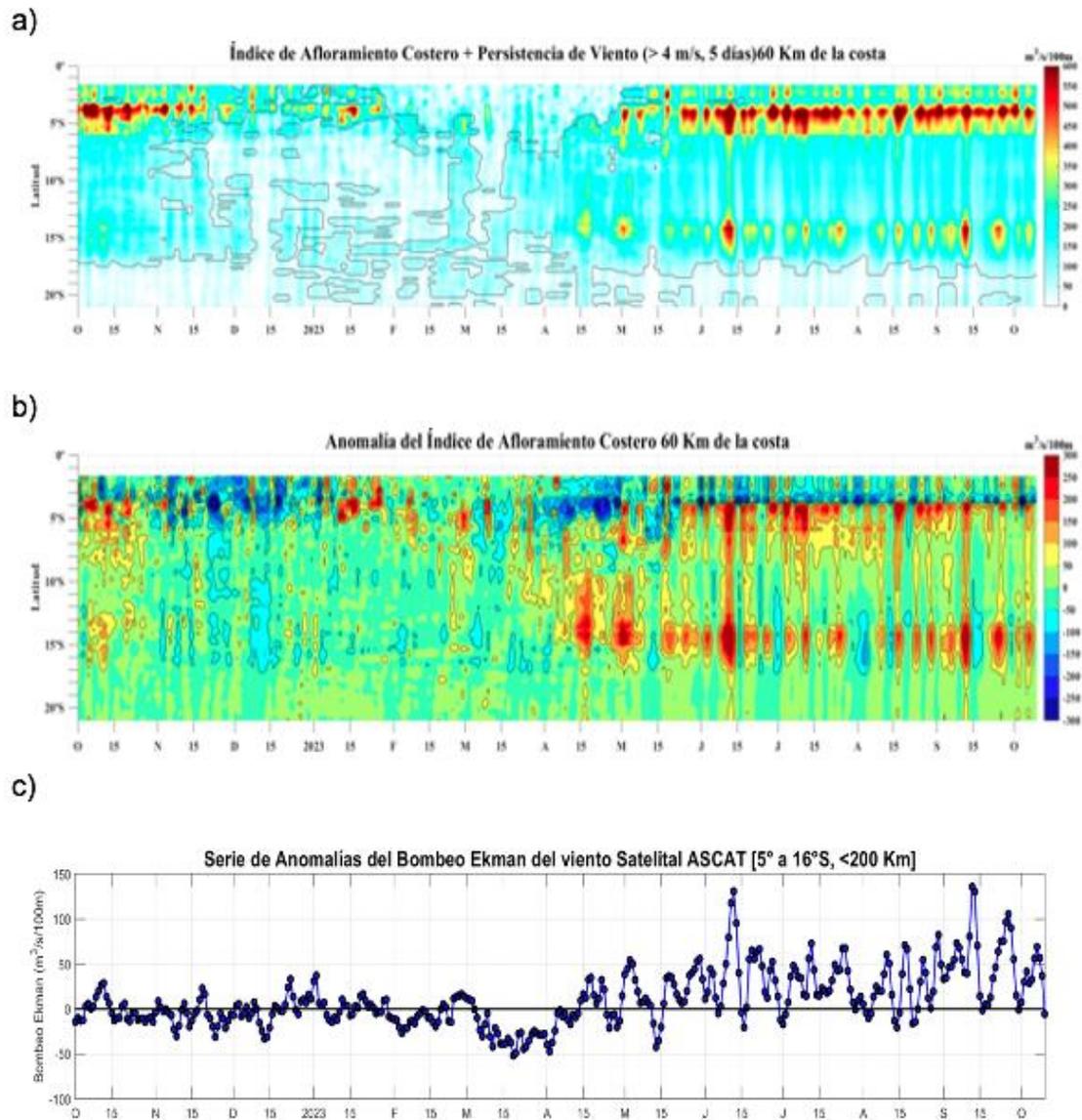


Figura 12. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y c) Anomalías del 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 10 de octubre.

En lo que va de octubre, las temperaturas extremas del aire en la costa peruana continúan por encima de sus valores normales. Entre el 01 al 10 de octubre, las temperaturas máximas registraron anomalías promedio de 2,7 °C, 2,9 °C y 1,4 °C en las zonas norte, centro y sur, respectivamente. Por otro lado, las temperaturas mínimas también presentaron anomalías significativas de 2,2 °C en la costa norte y central y en la costa sur de +1,2 °C. Tanto las temperaturas diurnas y nocturnas del aire mantienen anomalías positivas, aunque de menor magnitud respecto a meses anteriores, influenciado por el incremento y la persistencia de los vientos del sur durante setiembre y en lo que va de octubre (**Figura 13**).

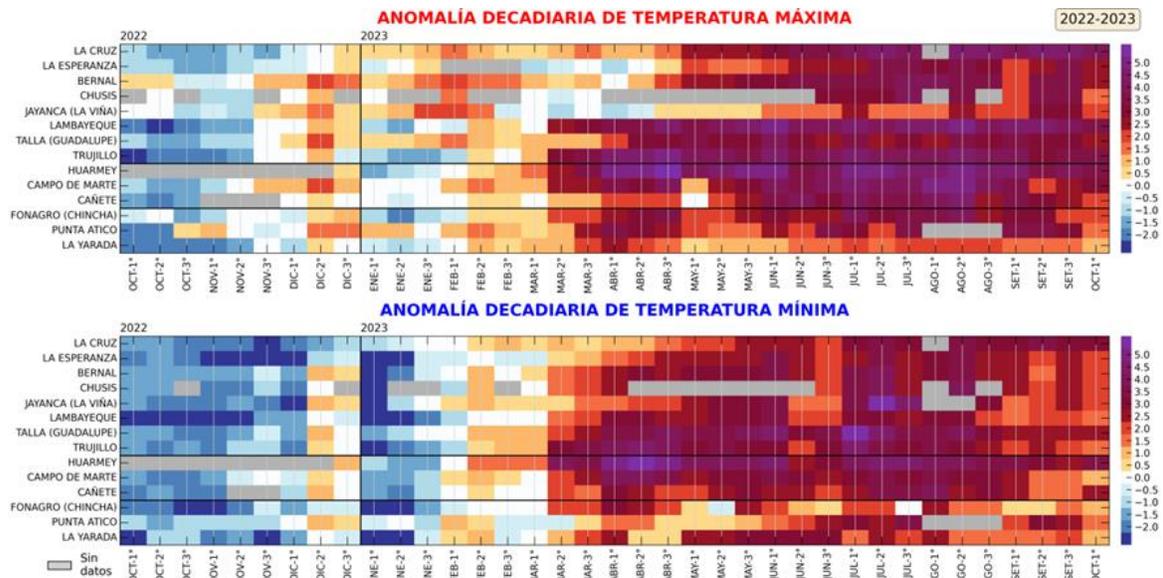


Figura 13. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

Las anomalías de la TSM han disminuido en magnitud y cobertura desde la segunda quincena de septiembre. En lo que va de octubre se evidencia una disminución más rápida de las anomalías cerca a la costa, en particular en el sur, donde disminuyó en promedio 1°C (**Figura 14**), lo que se asocia a la intensificación de los vientos y el afloramiento costero.

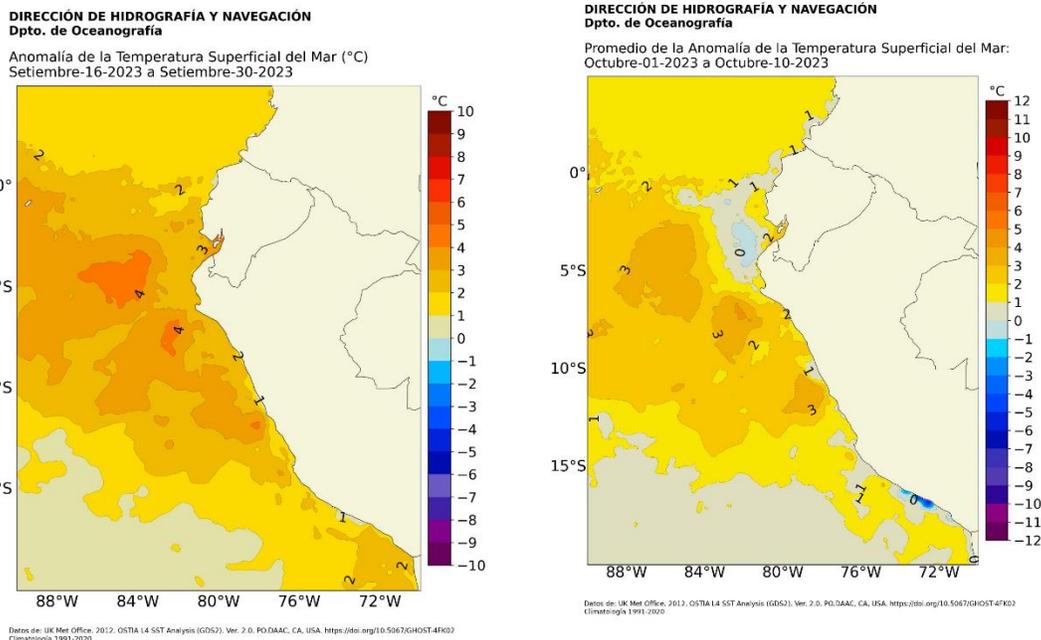


Figura 14. Carta de anomalías de la TSM en setiembre y octubre 2023, Climatología: 1991-2020. Fuente: OSTIA Procesamiento: DIHIDRONAV

En el litoral de Perú, se mantuvo la tendencia descendente de las anomalías de la TSM. En lo que va de octubre se registró la mayor disminución en el litoral sur; registrando valores cercanos a su normal en el norte y valores del orden de 1°C a 2°C en el litoral centro y sur (**Figura 15**).

El calentamiento que afecta el mar peruano continuó su desarrollo como una ola de calor marina (OCM), con una duración de 226 días al 9 de octubre (**Figura 16**). Entre la última semana de septiembre y la primera semana de octubre disminuyó la cobertura espacial de la OCM, desocupando la costa norte y central, cubriendo un área de $2,57 \times 10^5 \text{ km}^2$ entre los 2° S y 15° S y dentro de las 150 mn de la costa. La intensidad de la OCM ha tenido una atenuación significativa y a la par con la cobertura, debido a que han desaparecido las áreas con anomalías de TSM superiores a $+4 \text{ }^\circ\text{C}$. La anomalía acumulada al 9 de octubre alcanzó $769,64 \text{ }^\circ\text{C} \times \text{días}$, superando en más de un 150 % a lo registrado durante El Niño Costero 2017 (Pietri et al., 2021).

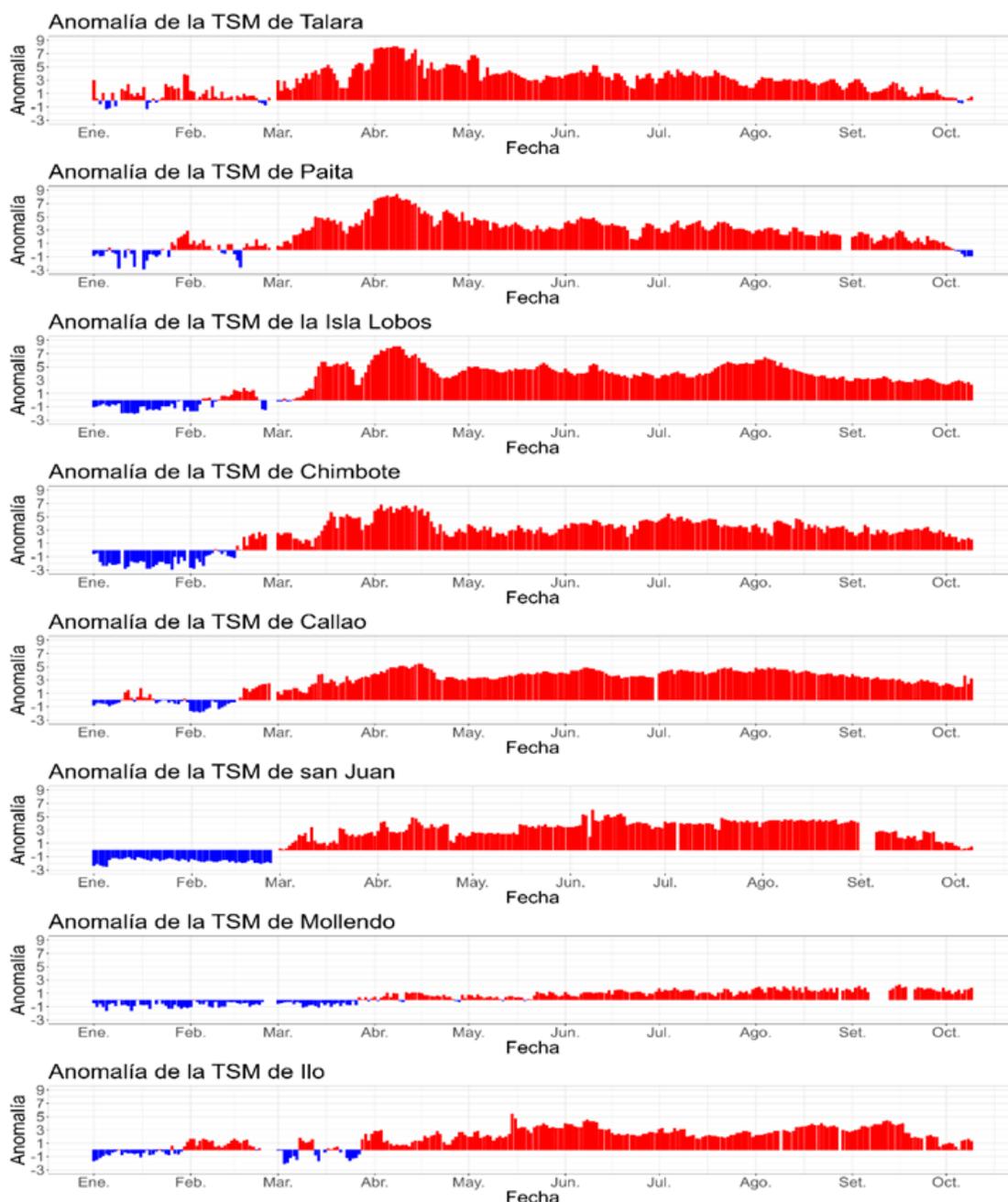


Figura 15. Anomalía de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de enero a octubre 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

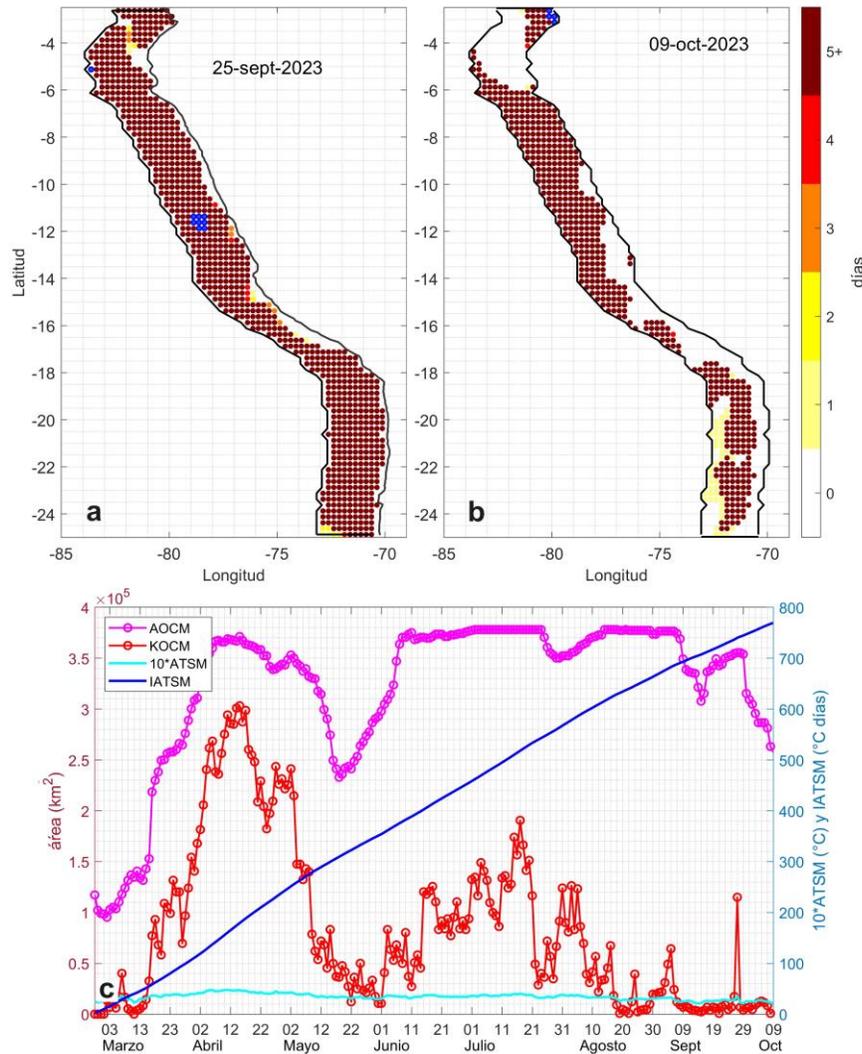
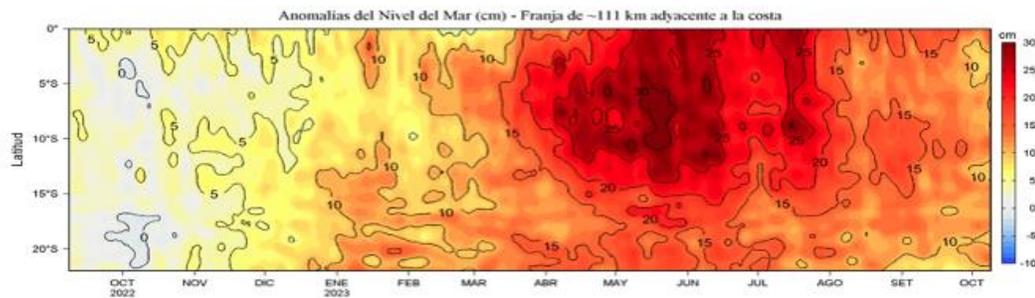


Figura 16. Extensión de la ola de calor marina (OCM) dentro de la franja de 150 millas frente a la costa el 25 de septiembre (a) y el 8 de octubre del 2023 (b); la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM superó el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 como referencia (Pietri et al., 2021); los círculos con relleno azul indican que allí la OCM supera la anomalía de +4 °C; 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). En promedio, la ATSM en la OCM desde el 1 de abril hasta el 8 de mayo fue +4,3 °C. Fuente: OISST 2.1; procesamiento: IMARPE.

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacentes a la costa, mantuvieron la tendencia al descenso desde mediados de setiembre, alcanzando valores inferiores a +10 cm en octubre, destacando las zonas al norte de Talara así como entre Callao y Pisco, las que exhibieron los mínimos valores de la franja costera, posiblemente asociados a la intensificación de los vientos y la disminución térmica en estos sectores (**Figura 17** y **Figura 18**).

a)



b)

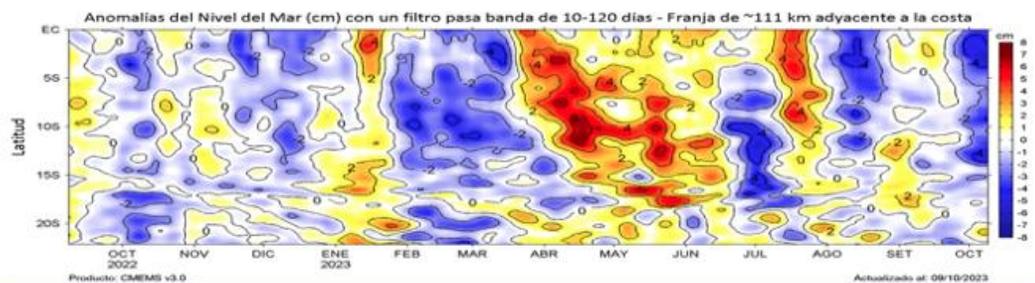


Figura 17. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 9 de octubre 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFMAFIOF/DGIOCC/IMARPE.

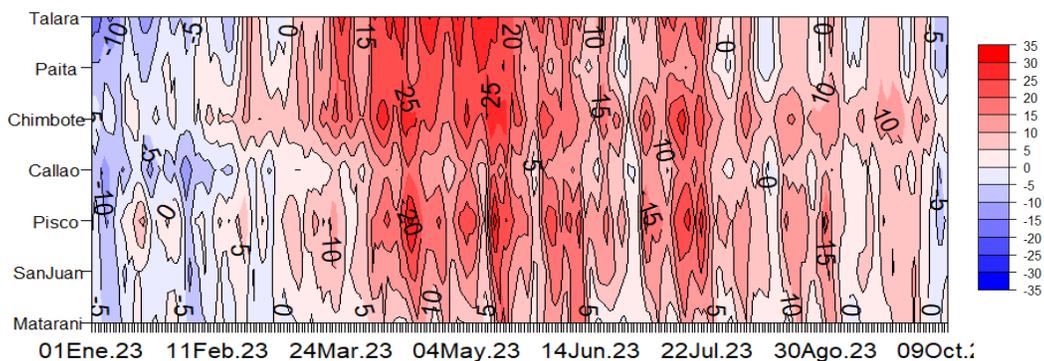
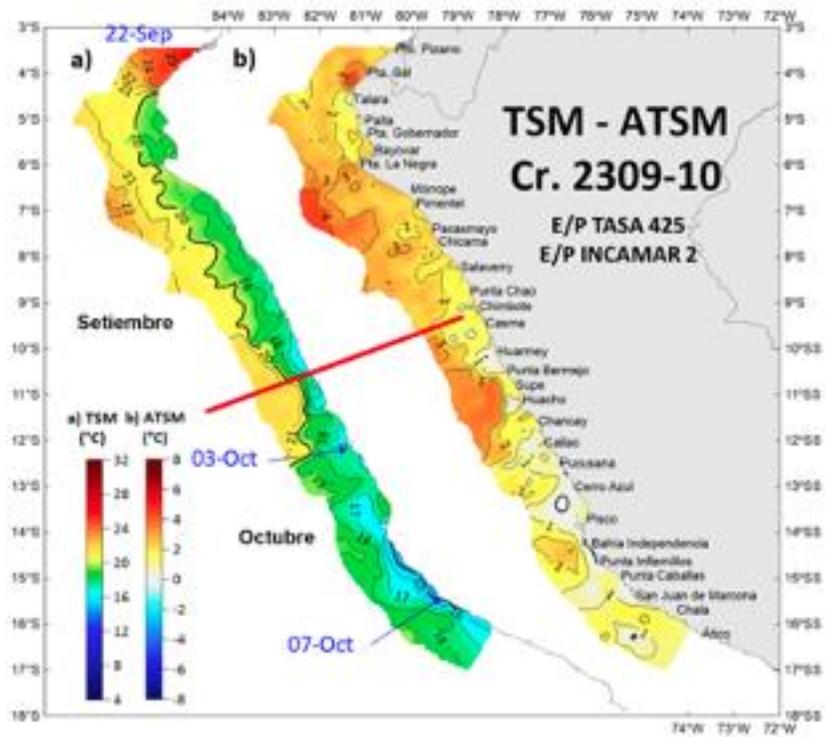


Figura 18. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM en el litoral de Perú (con filtro móvil anual) del 1 de enero al 09 de octubre 2023, Climatología: 1991-2020. Procesamiento: DIHIDRONAV.

Cabe indicar que de acuerdo con información *in situ*, en la última semana de setiembre, dentro de las 50 mn, entre Talara y Punta La Negra, así como entre Salaverry y Chancay las anomalías presentaron valores inferiores a +2 °C; en cambio, entre las 50 mn y las 100 mn, las anomalías variaron entre +2 °C y +3 °C entre Talara y Chancay. En la primera semana de octubre, entre Callao y Atico prevalecieron anomalías entre +1 °C y +2 °C fuera de las 30 mn, mientras que en la franja costera se presentaron anomalías inferiores a +1 °C y cercanas a cero (**Figura 19**).

a)



b)

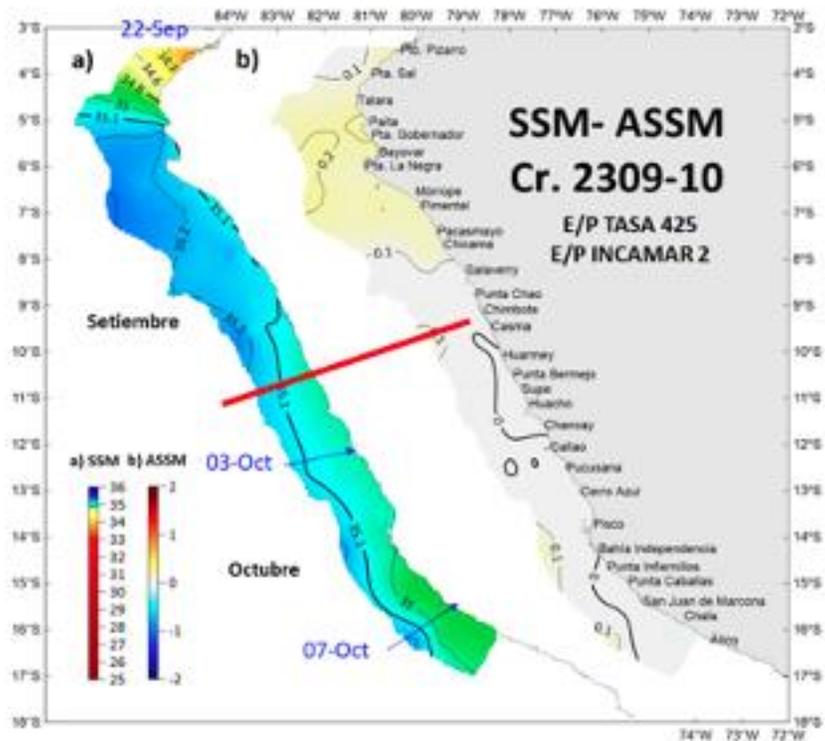


Figura 19. a) TSM (°C) y ATSM (°C) y b) SSM y ASSM, registrada durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 23-10 del IMARPE. E/P TASA 425, E/P INCAMAR.

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 un valor temporal de $+2,71\text{ }^{\circ}\text{C}$ para ASO, manteniendo la tendencia al descenso desde julio (disminución de $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) y que indicaría el cambio de una condición cálida muy fuerte a una condición cálida fuerte. 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 para ASO de $+1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, que también indicaría una disminución significativa ($0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$) respecto a JAS (**Figura 20**).

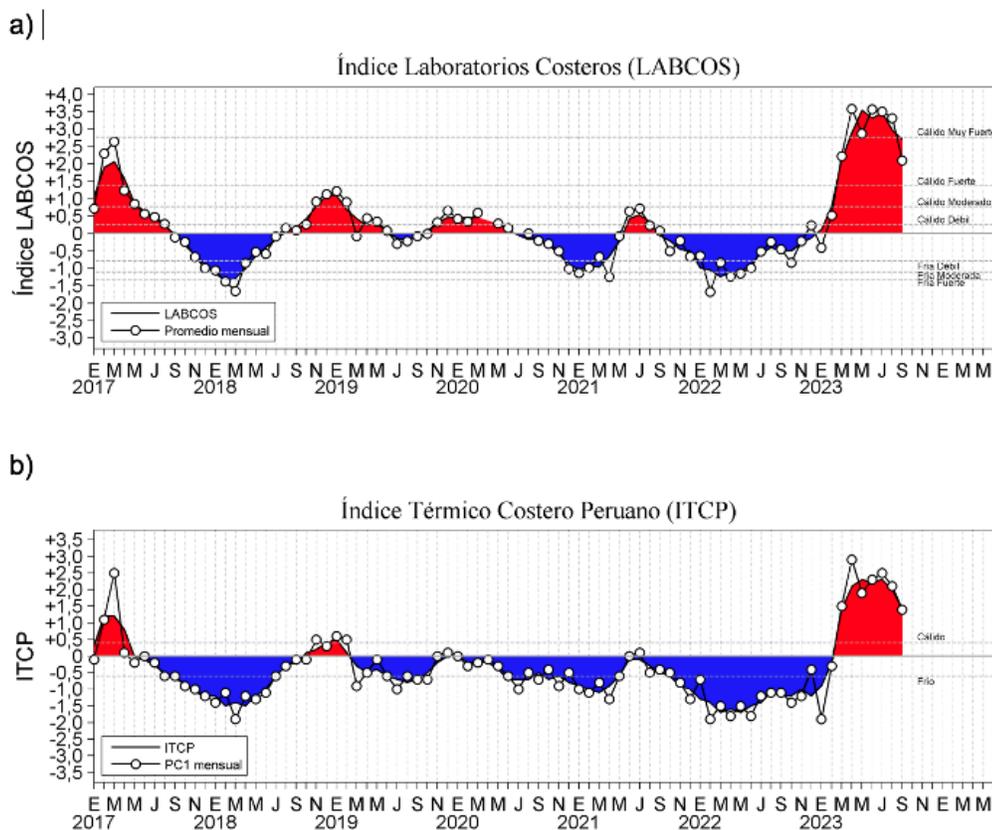


Figura 20. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2000 al 2023.

Respecto a la temperatura subsuperficial, frente a la mayor parte de la costa norte y centro, desde la última semana de septiembre al 1 de octubre, dentro de las 200 mn frente a la costa entre Puerto Pizarro y Chimbote, se observaron anomalías entre $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 100 m de profundidad, principalmente; mientras que, por debajo de esta capa hasta los 500 m de profundidad, prevalecieron anomalías entre cero y $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, principalmente (**Figura 22** y **Figura 23**). Sin embargo, frente a Negritos-Talara se presentaron anomalías de TSM de $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 100 m, lo que representó una disminución de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y de 50 m de espesor respecto a la quincena previa (**Figura 21**). Por otro lado, frente a Callao se observó anomalías de $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 50 m de profundidad. Mientras tanto, frente a Pisco y San Juan de Marcona se detectaron anomalías de $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ fuera de las 50 mn y sobre los 150 m de profundidad (**Figura 23**). Cabe indicar que, considerando los registros de boyas Argo frente a la

costa norte, entre la última semana de septiembre y los primeros 10 días de octubre, las anomalías térmicas de +2 °C se concentraron sobre los 50 m de profundidad. Esto indicó una disminución respecto al mes de agosto y a las primeras tres semanas de septiembre, una variabilidad que también se observó durante El Niño 2015-2016 (Figura 24).

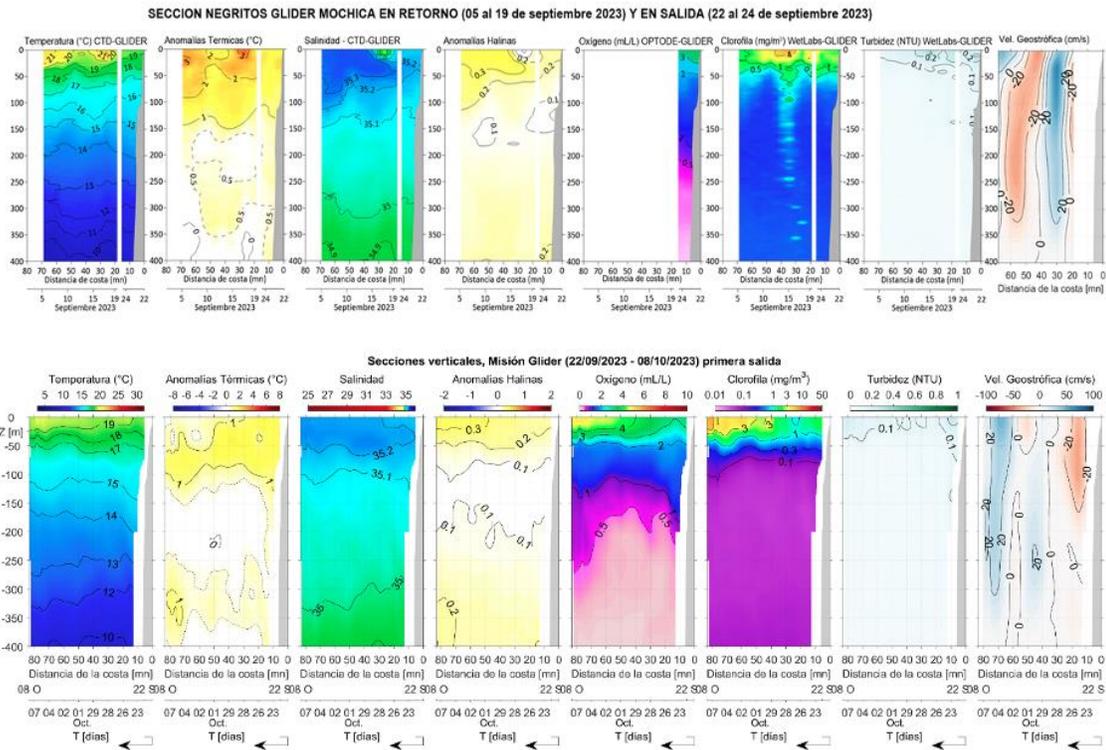


Figura 21. Secciones verticales de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad, anomalías halinas, oxígeno (mL L⁻¹), clorofila (mg m⁻³), turbidez (NTU) y corrientes geostróficas (cm s⁻¹), a partir de los datos registrados por el glider Mochica frente a Negritos – Talara (entrada y salida), registrados desde el 05 de setiembre hasta el 08 de octubre.

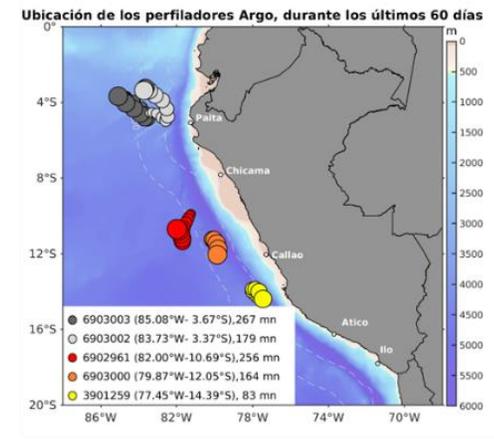
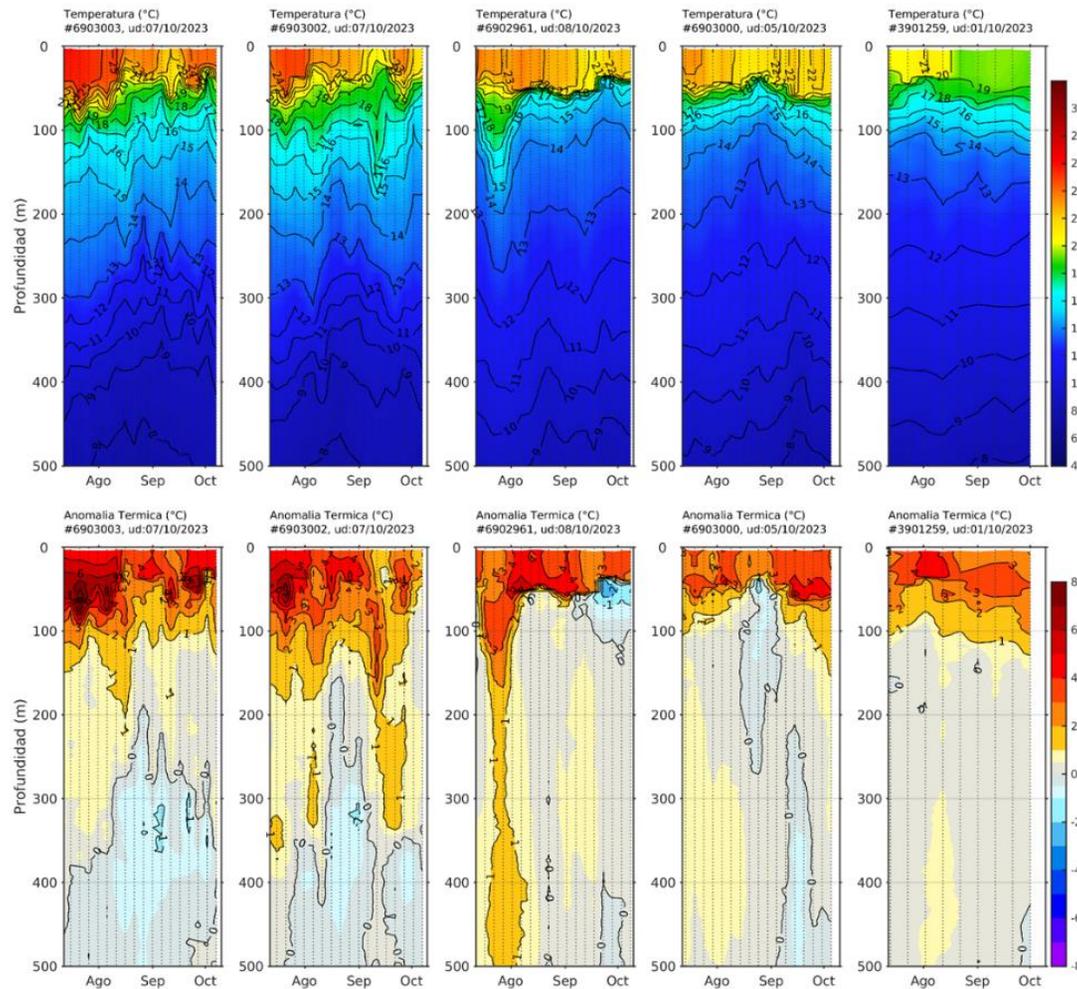
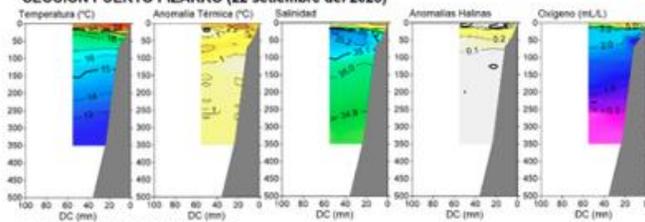
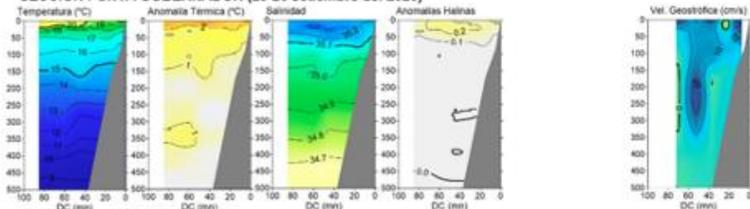


Figura 22. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (julio-agosto). Climatología: 1991-2020. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

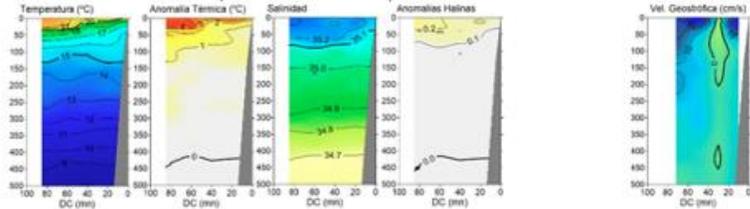
Cr. Pelágico 2309-10 TASA 425
SECCIÓN PUERTO PIZARRO (22 setiembre del 2023)



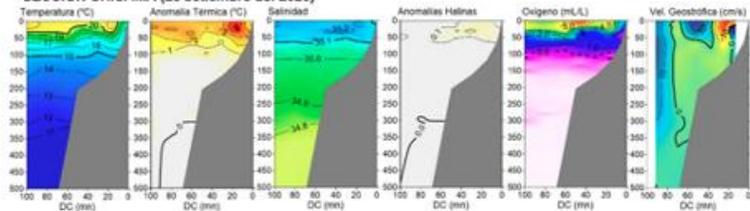
Cr. Pelágico 2309-10 INCAMAR 2
SECCIÓN PUNTA GOBERNADOR (25-26 setiembre del 2023)



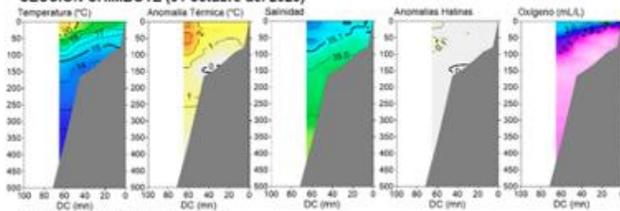
Cr. Pelágico 2309-10 INCAMAR 2
SECCIÓN PUNTA LA NEGRA (26-27 setiembre del 2023)



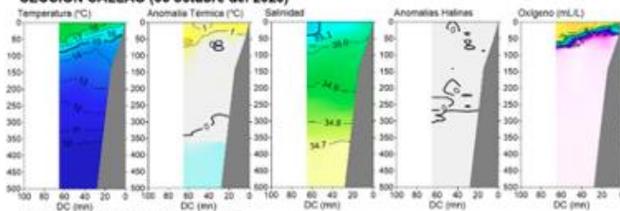
Cr. Pelágico 2309-10 TASA 425
SECCIÓN CHICAMA (28 setiembre del 2023)



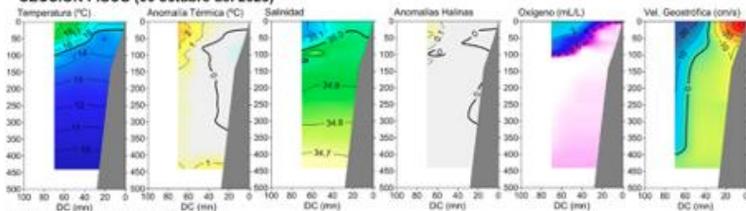
Cr. Pelágico 2309-10 INCAMAR 2
SECCIÓN CHIMBOTE (01 octubre del 2023)



Cr. Pelágico 2309-10 TASA 425
SECCIÓN CALLAO (03 octubre del 2023)



Cr. Pelágico 2309-10 INCAMAR 2
SECCIÓN PISCO (06 octubre del 2023)



Cr. Pelágico 2309-10 TASA 425
SECCIÓN SAN JUAN (07 octubre del 2023)

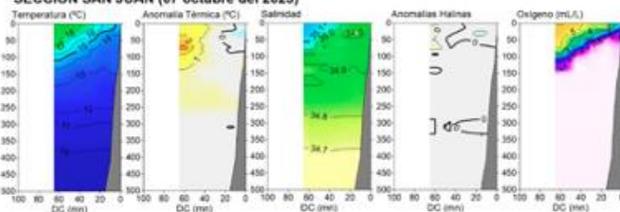


Figura 23. Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Puerto Pizarro, Punta Gobernador, Punta la Negra, Chicama, Chimbote y Callao dentro de las 100 mn, entre el 22 de setiembre y 03 de octubre de 2023. Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023).

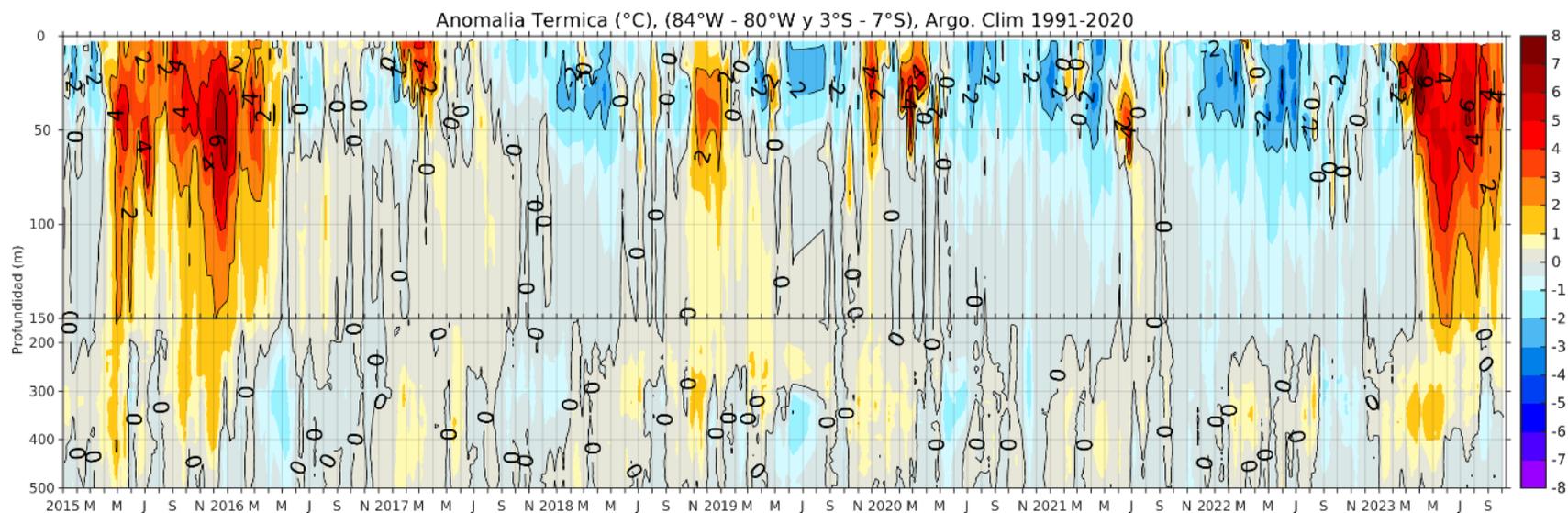
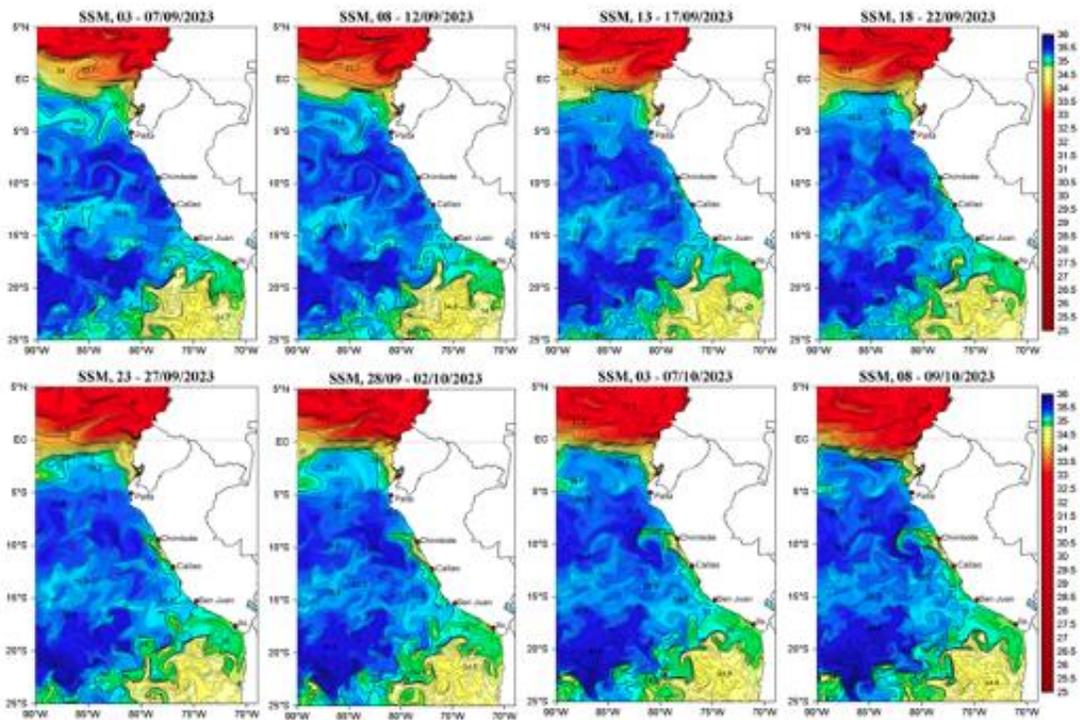


Figura 24. Anomalia térmica en base a los perfiladores ARGO, frente al zona norte; climatología: 1991 - 2020 (Domínguez et al., 2023)

La salinidad superficial del mar (SSM) desde la tercera semana de setiembre y hasta lo que va de octubre, mostró la presencia de Aguas Tropicales Superficiales (ATS, $S < 33,8$) en el Golfo de Guayaquil y en una delgada capa (< 20 m) dentro de las 30 mn frente a Puerto Pizarro. Las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES, $33,8 < S < 34,8$) se presentaron entre Tumbes y Talara dentro de las 60 mn, pero a mayor distancia de la costa predominaron las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS, $S > 35,1$). Frente a Negritos y dentro de las 80 mn, se observó la permanencia de las ASS, aunque con una disminución en el valor de la salinidad máxima, de 35,3 a 35,2, respecto a la quincena anterior (**Figura 25**, **Figura 23** y **Figura 21**). Entre Negritos y Salaverry, las ASS alcanzaron el litoral, favoreciendo la ocurrencia de anomalías positivas de salinidad. Al sur de Chimbote y hasta Pisco, asociado a la intensificación del afloramiento costero, se registraron valores de salinidad entre 35,1 y 35,0, indicando la mezcla entre las aguas costeras frías (ACF) y las ASS. En la primera semana de octubre, al sur de Pisco se observó la proyección de las ACF hasta unas 60 mn de la costa (**Figura 19** y **Figura 26**)

a)



b)

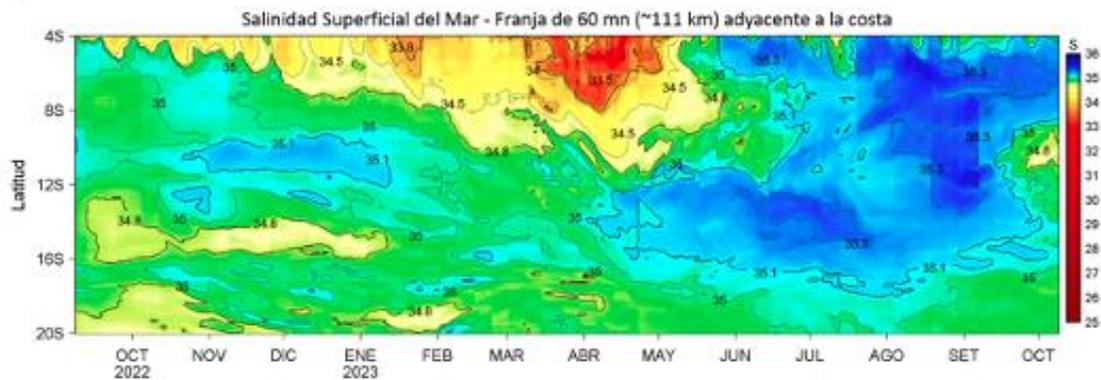


Figura 25. (a) Distribución quincenal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de 7 de setiembre y 9 de octubre del 2023. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 9 de octubre de 2023. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (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: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

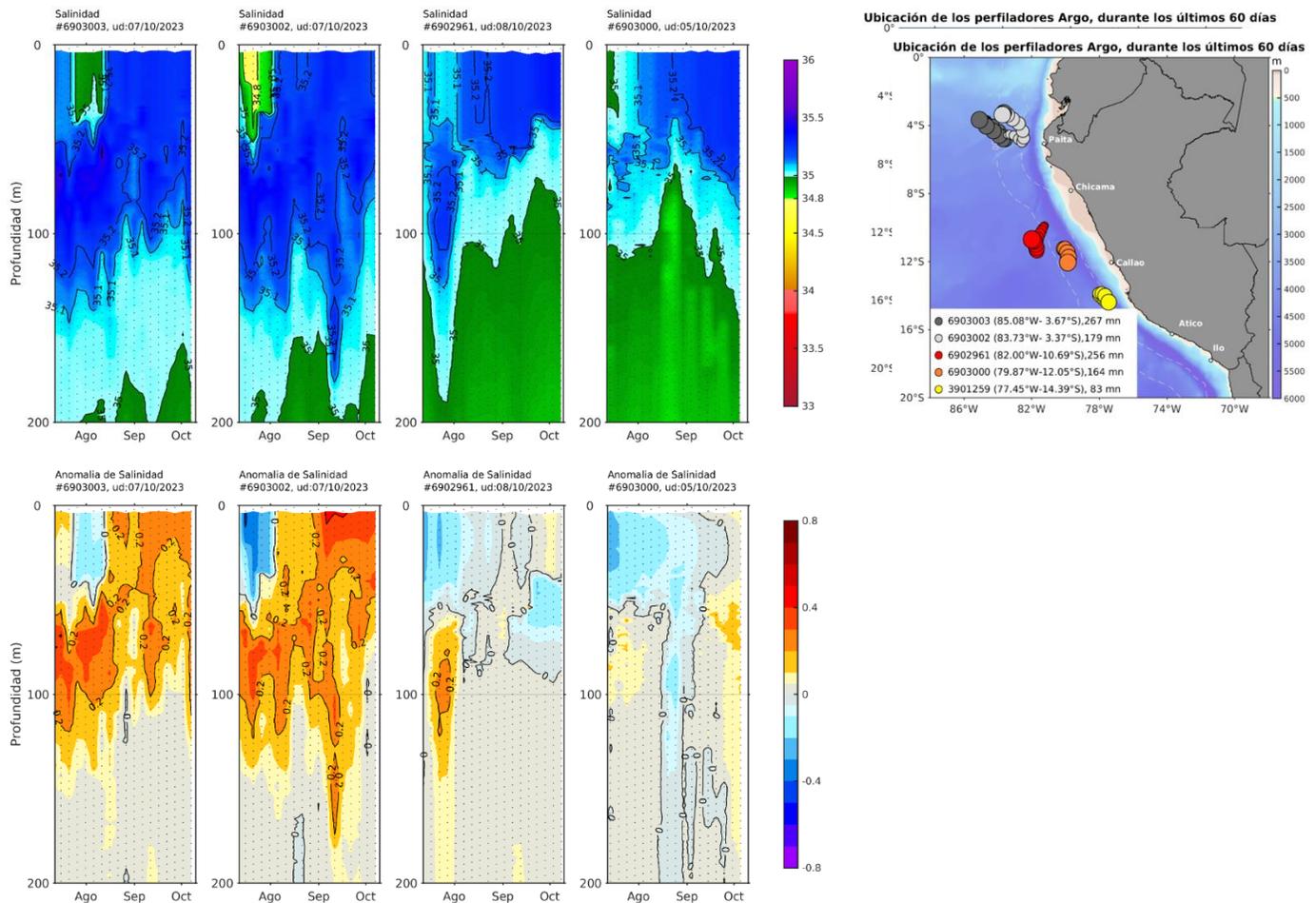


Figura 26. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991- 2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE

En relación con las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), frente a Chicama el límite superior de la Zona de Mínima de Oxígeno (ZMO, $OD < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$) ascendió respecto a la quincena anterior, pasando de una profundidad máxima de 150 m a 100 m. En las secciones de Chimbote y Callao de los primeros días de octubre la intensidad del afloramiento estuvo evidenciada por valores de oxígeno disuelto inferiores a $4,0 \text{ mL L}^{-1}$ en la zona costera, en tanto que el límite superior de la ZMO se ubicó desde aproximadamente a los 100 m a las 60 mn, ascendiendo a menos de 50 m de profundidad de Chimbote hacia el sur y especialmente en Pisco, donde se situó muy cerca de la superficie (**Figura 23**).

3.2. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, durante setiembre tuvo concentraciones de $1 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 50 mn a lo largo de la costa peruana, con un núcleo de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ entre Chicama y Chimbote dentro de las 30 mn. Esto significó un ligero aumento de la producción primaria respecto a agosto (**Figura 27** y **Figura 28**). En lo que va de octubre se disiparon las anomalías positivas observadas en setiembre al norte de Chimbote ($+1 \mu\text{g L}^{-1}$) y predominaron anomalías negativas al sur de Talara ($-1 \mu\text{g L}^{-1}$). Por otro lado, durante los primeros días de octubre, frente a Negritos – Talara, los datos *in situ* muestran concentraciones bajas dentro de las 30 mn ($1 \mu\text{g L}^{-1}$) las cuales se incrementaron hasta $3 \mu\text{g L}^{-1}$ entre los 50 a 80 mn de la costa, sobre los 25 m (**Figura 21**).

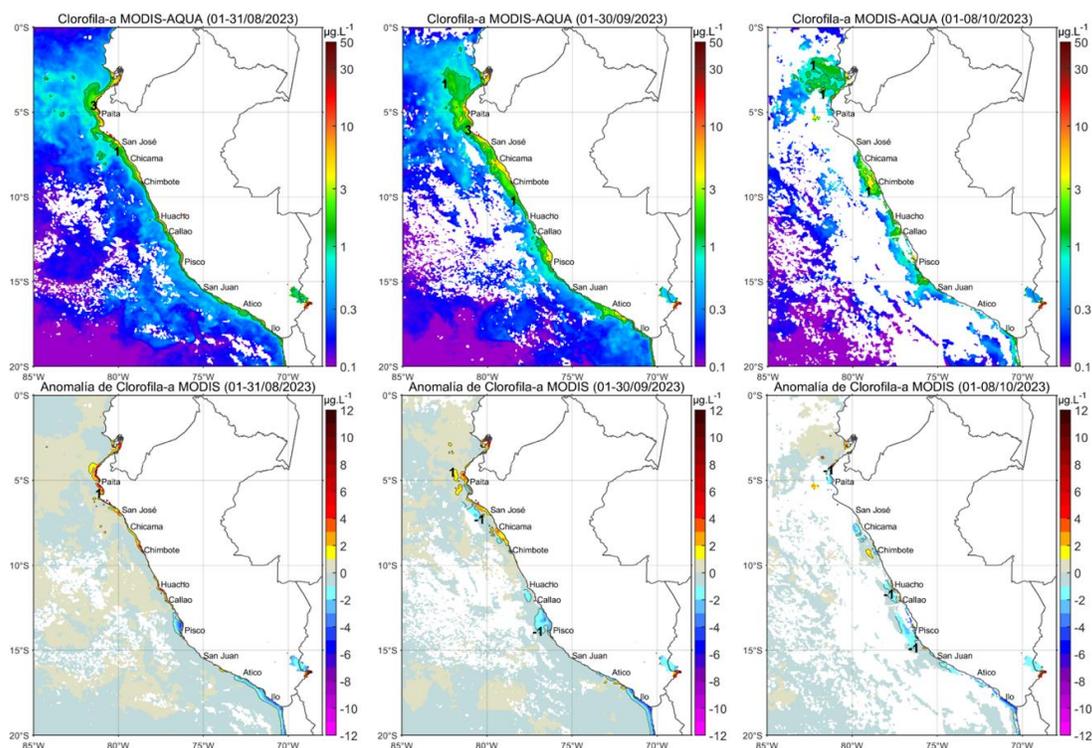


Figura 27. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior), durante mayo, setiembre y lo que va de octubre de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

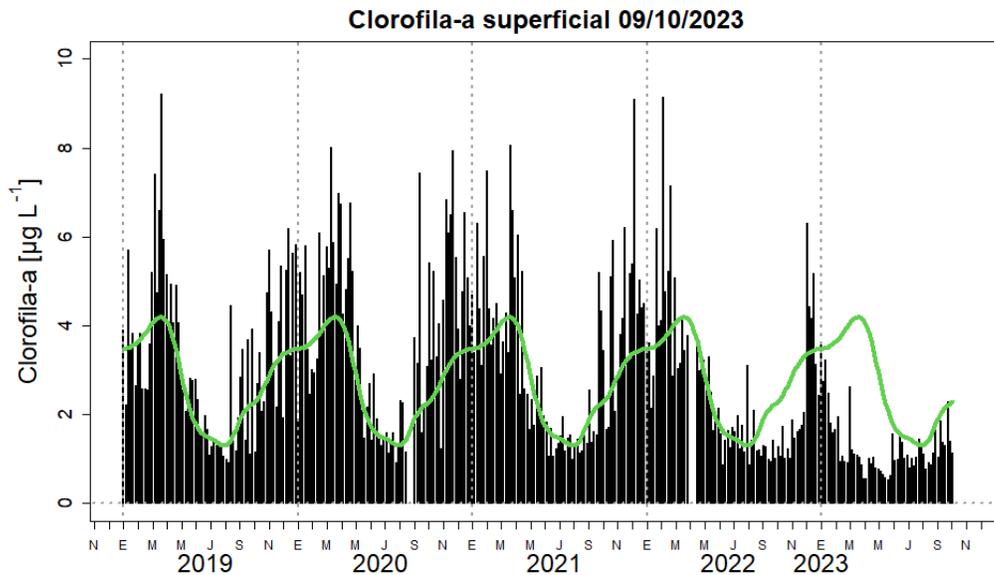


Figura 28. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4° S - 16° S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

Respecto a los recursos pelágicos pesqueros, en la región norte-centro, la flota artesanal dirigida a la anchoveta (*Engraulis ringens*) registró cardúmenes dentro de las 10 mn. En la Bahía de Sechura se registró la mayor concentración, observándose ejemplares principalmente adultos (17,7 % de juveniles). En Ancash, la flota artesanal se desplazó al norte de Chimbote. Finalmente, en Ica la flota presentó una distribución similar a la segunda quincena de setiembre. Estas últimas capturas se realizaron en condiciones de mezcla entre ACF y ASS, pero principalmente ACF (**Figura 29**). Los indicadores reproductivos de anchoveta del stock norte-centro, en la segunda quincena de setiembre, continuaron mostrando importantes procesos de maduración gonadal y desove, evidenciando que el recurso aún se encuentra en su principal periodo de desove (**Figura 30**).

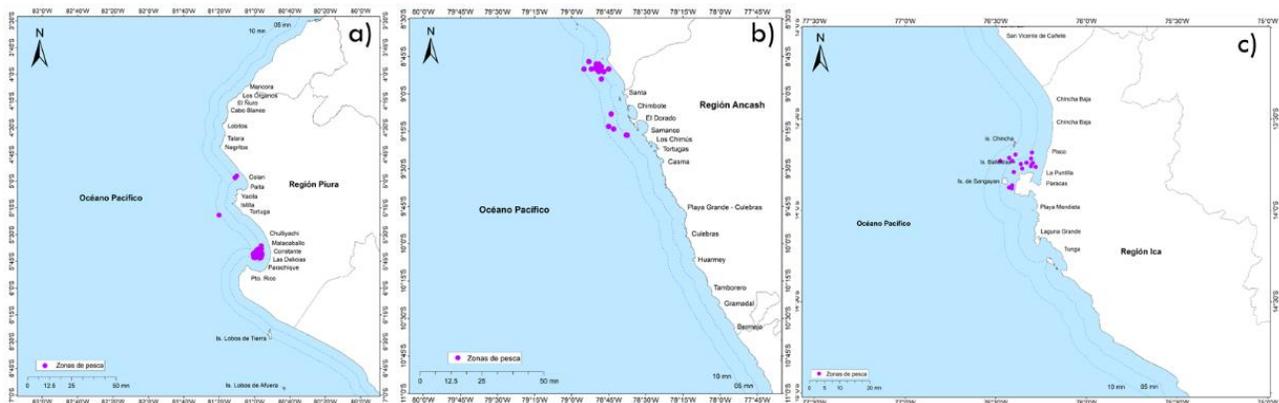


Figura 29. Distribución de la flota artesanal dirigida a la anchoveta del 29 setiembre a 05 de octubre 2023.

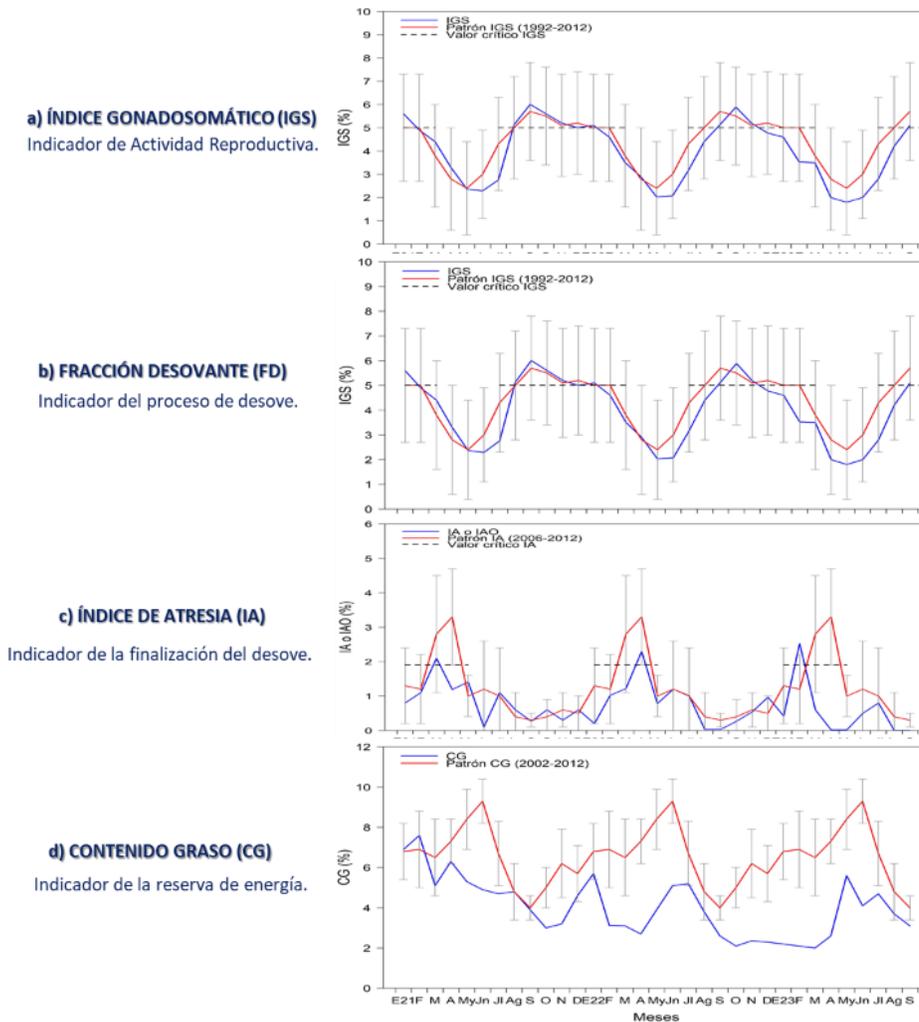


Figura 30. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, c) Índice de atresia e índice somático d) Contenido graso de la anchoveta. Periodo enero del 2021 a setiembre del 2023.

En el caso de las especies transzonales, el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) continuó presentando una amplia cobertura, desde Punta Sal (Piura) a Los Palos (Ilo) dentro de las 20 mn de costa. En los últimos cinco (5) días de octubre, se observaron menores zonas de concentración, frente a Malabrigo, Chimbote y entre Ilo y Morro Sama. El jurel (*Trachurus murphyi*) se encuentra en veda reproductiva desde el 1 de octubre. La captura de caballa (*Scomber japonicus peruanus*) disminuyó considerablemente con respecto al mes anterior (**Figura 31**). En cuanto a la condición reproductiva, el jurel se encuentra en un importante momento reproductivo, mientras que los recursos caballa y bonito presentaron menores procesos de maduración gonadal y desove. (**Figura 32**). Entre setiembre y el 10 de octubre se registró la presencia del pez oceánico *Coryphaena hippurus* “perico” de 400 a 50 mn de costa. A diferencia del año anterior, el recurso se encuentra se encuentra más cercano a la costa (**Figura 33**).

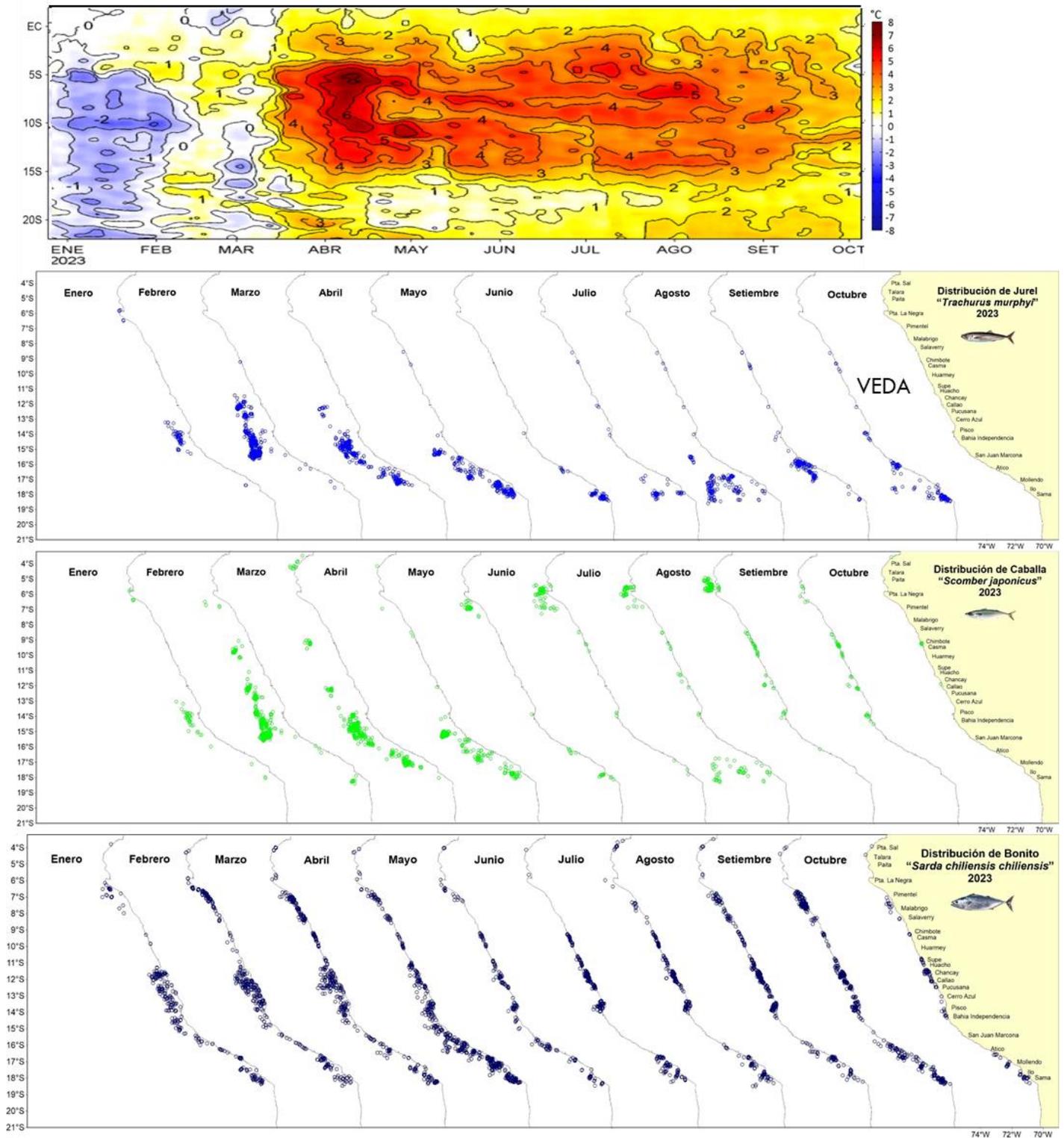


Figura 31. Distribución mensual de recursos transzonales con relación a las condiciones ambientales a) anomalías térmicas, b) jurel, b) caballa y c) bonito durante enero – 05 octubre 2023.

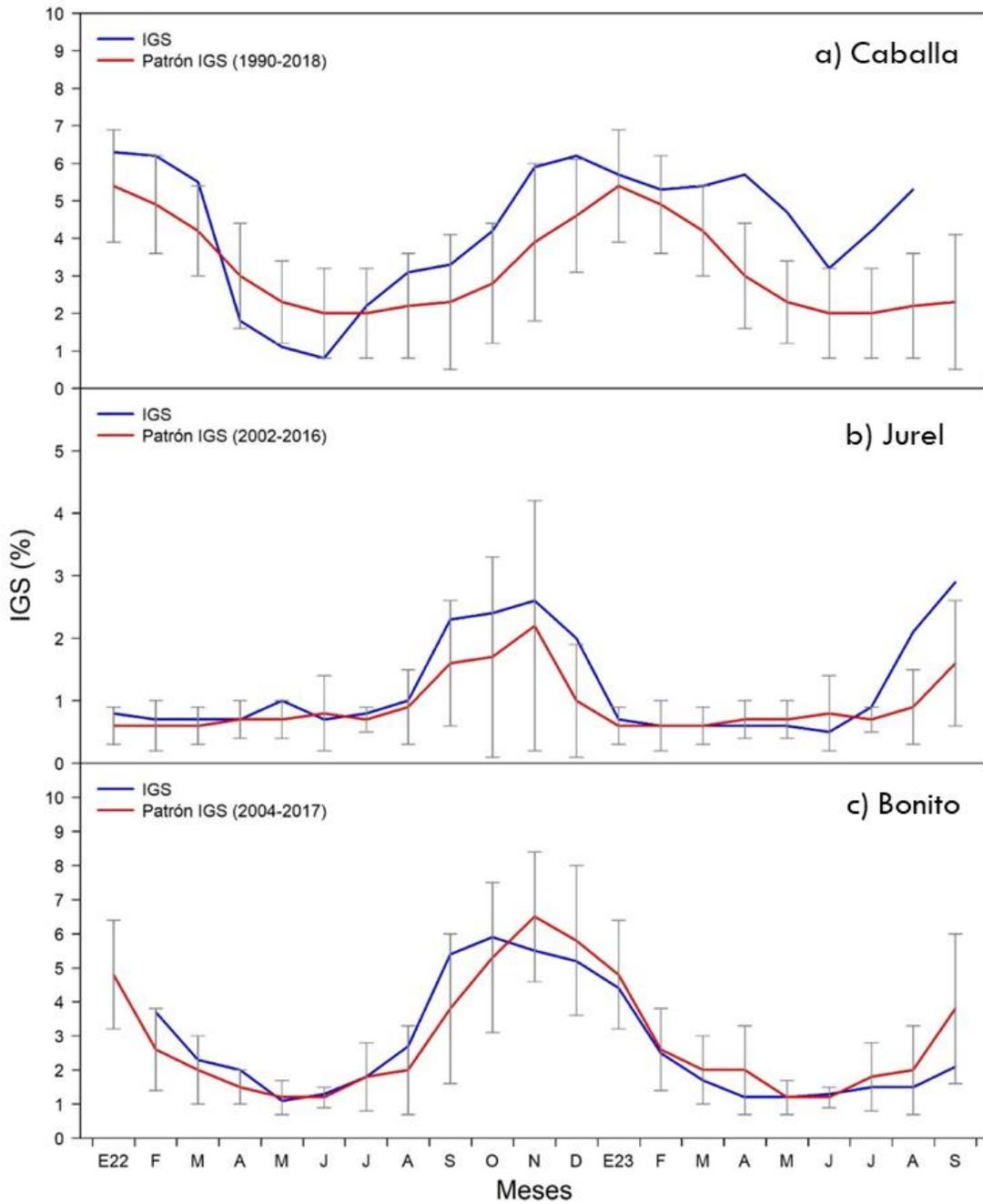


Figura 32. Índice gonadosomático de a) caballa, b) jurel y c) bonito. Periodo enero del 2022 a setiembre del 2023.

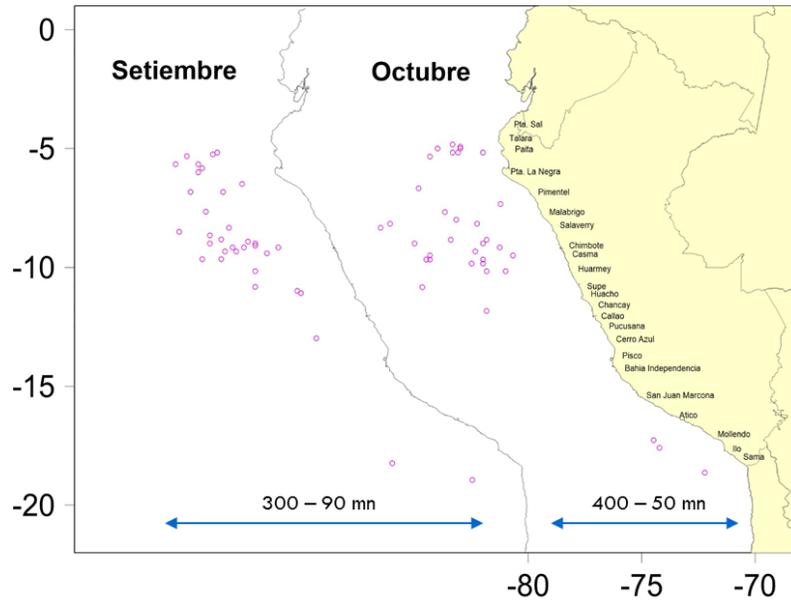


Figura 33. Distribución de perico entre setiembre y 10 octubre 2023

Respecto a los recursos demersales, del 01 al 09 de octubre, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló en el área comprendida desde el extremo norte del litoral peruano hasta Punta Sal. Persiste un núcleo de concentración de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) frente a Puerto Pizarro, donde se han registrado los mayores valores de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) (**Figura 34**). A pesar de esta concentración, los valores de CPUE siguen siendo considerados bajos en comparación con el año anterior, lo cual podría deberse a una profundización y cambios en la distribución del recurso, alejándose del alcance de la pesquería industrial (**Figura 35**). Por otro lado, se mantiene el incremento de los individuos de menor tamaño (< 28 cm) observado desde el mes de agosto, los cuales ahora se encuentran desde el extremo norte hasta los 6° S (**Figura 36**), señal que podría estar correspondiendo con el típico reclutamiento de primavera.

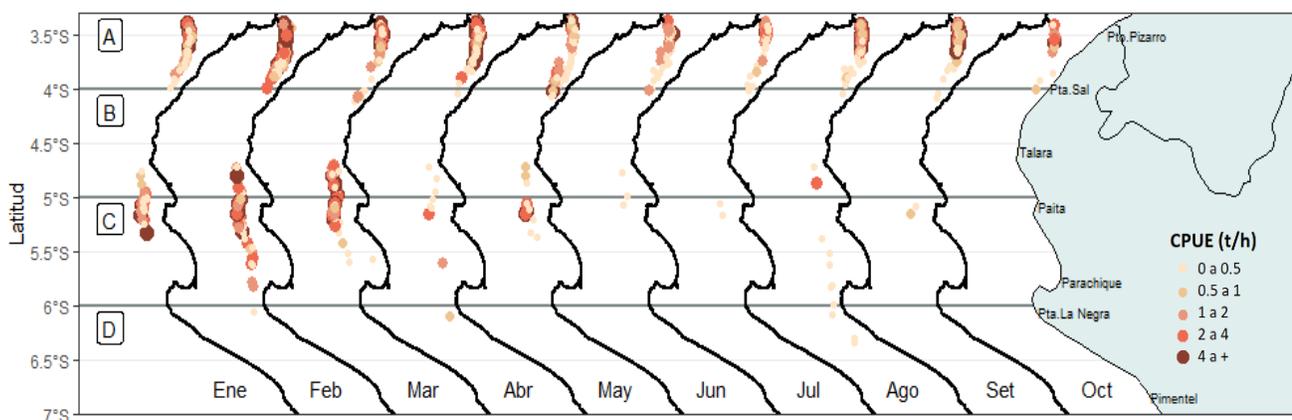


Figura 34. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en t/h) por lance de pesca entre los meses de enero a setiembre y del 1 al 09 de octubre 2023 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

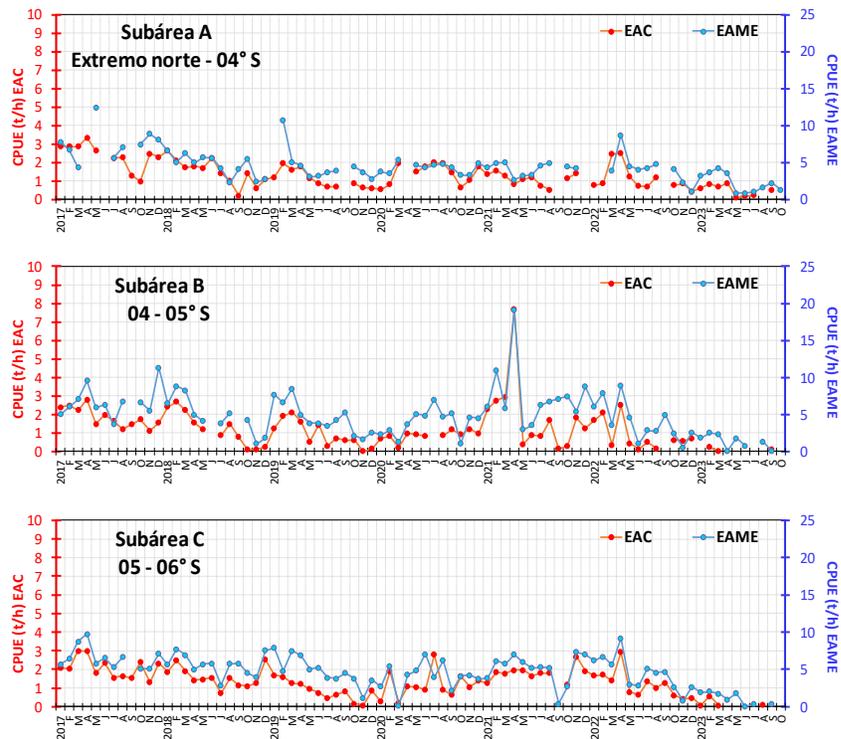


Figura 35. CPUE mensual (t/h) por subárea de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

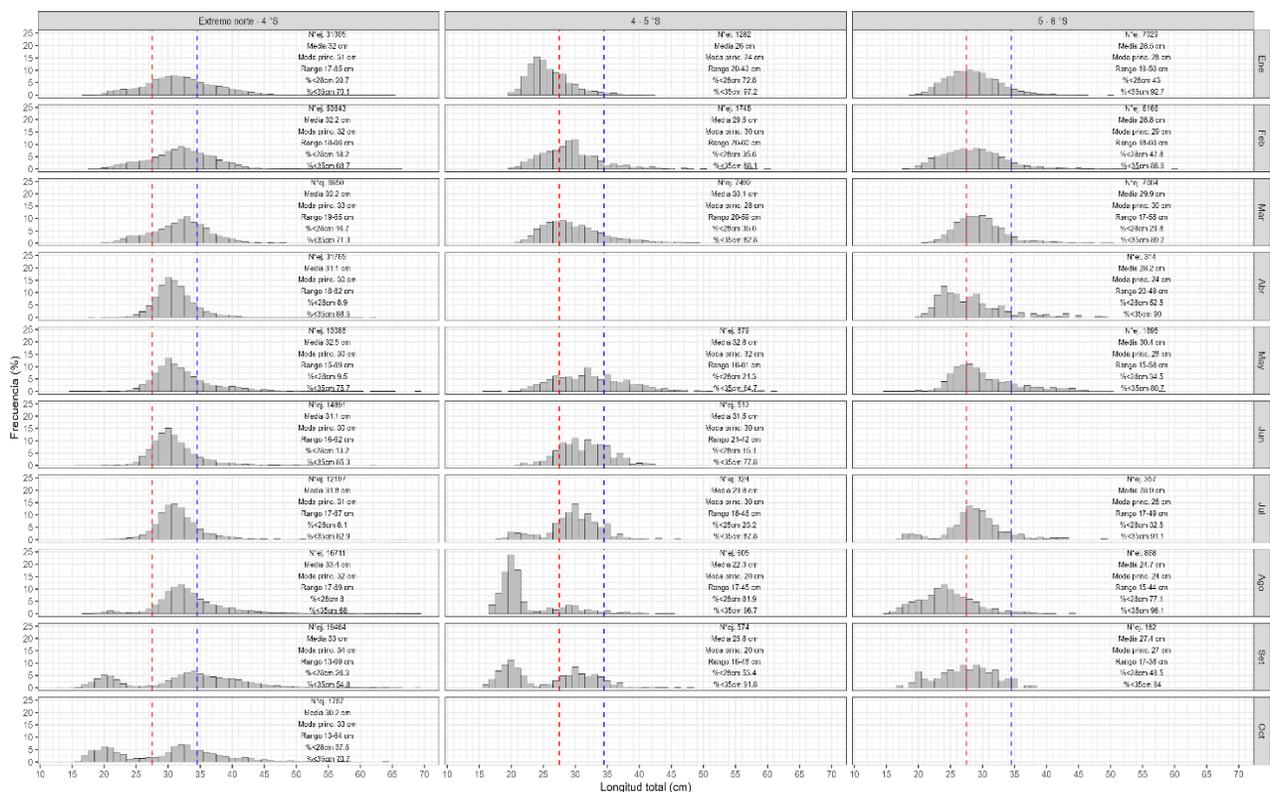


Figura 36. Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) entre los meses de enero a setiembre y del 1 al 09 de octubre 2023 (de izquierda a derecha), capturada por la flota industrial de arrastre.

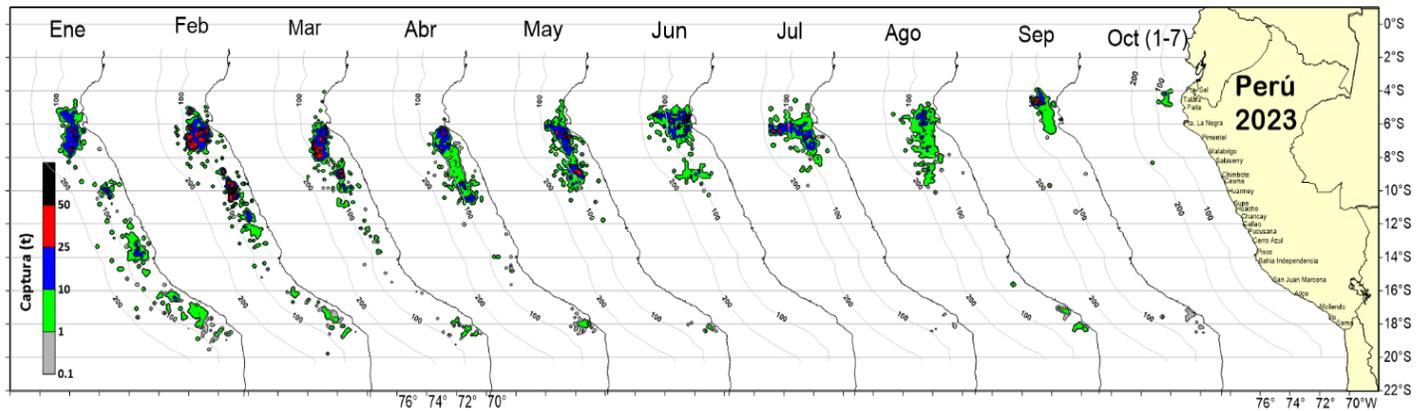


Figura 37. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero al 07 de octubre 2023.

En setiembre, se observó la disminución de los desembarques del calamar gigante (*Dosidicus gigas*); a diferencia de los recursos calamar común (*Doryteuthis gahi*), pulpo (*Octopus mimus*), concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) y langostino café (*Penaeus californiensis*) cuyos desembarques se incrementaron. El calamar gigante se encontró distribuido entre Punta Sal y Morrosama, mostrando las mayores (**Figura 37**).

3.4. Condiciones hidrológicas

Durante el mes de setiembre, los ríos de la costa norte, centro y sur continuaron reportando caudales entre lo normal a ligeramente sobre lo normal; sin embargo, los caudales de los ríos de la costa sur están por debajo de lo normal a lo normal. Contrariamente, en las vertientes del Amazonas y del Titicaca se observaron caudales por debajo de lo normal a excepción de los ríos Pampas, Urubamba y Apurímac, los cuales estuvieron dentro de sus condiciones normales. Los ríos navegables como el Madre de Dios y Ucayali continúan en condiciones normales, no obstante, el Amazonas presenta caudales ligeramente debajo de lo normal (**Tabla 4**).

Tabla 4. Caudales de los principales ríos al 10 de octubre del 2023

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)								Prom (m3/s)	Anomalia (%)
		Set-23				Oct-23					
Pacífico Norte	Tumbes Cabo Inga	26.3	23.4	21.5	20.1	18.6	17.5	19.3	18.6	20.7	19.1
	Tumbes El Tigre	56.4	42.5	33.1	32.4	29.2	24.5	32.1	35.8	35.8	36.1
	Chira	28.6	44.4	26.4	28.2	21.2	22.3	22.1	22.9	27.0	17.4
	Piura	2.8	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
	Motupe	0.5	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.6		0.5	24.5
	La Leche	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.2		0.7	-54.5
	Chancay Lambayeque	7.6	5.4	5.4	4.8	6.1	5.9	9.9	25.0	8.7	34.2
	Zaña	2.2	1.7	1.4	1.4	1.4	1.3	3.4	7.9	2.6	11.9
	Jequetepeque	2.3	2.3	2.1	2.0	1.7	1.8	3.4		2.2	12.8
	Chicama	6.1	5.7	5.3	5.5	5.2		5.6		5.6	164.5
Santa	47.9	44.2	45.9	46.0	45.0	54.3	69.6	79.5	54.0	15.7	
Pacífico Centro	Pativilca	11.4	11.0	10.9	13.0	13.7	13.1	19.8		13.2	4.4
	Huaura	7.9	8.3	7.5	8.5	9.7	9.6	11.2	11.3	9.3	14.6
	Huaral	1.9	2.1	1.9	2.0	2.3	2.5	4.7	4.1	2.7	-41.3
	Chillon	1.6	1.9	1.9	2.0	2.0	1.9	2.4	2.3	2.0	-0.8
	Rimac	15.6	16.0	15.7	15.4	15.4	15.4	15.7	15.3	15.6	0.7
	Lurín	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	1.6	3.2	0.7	331.6
	Mala	2.3	1.8	2.0	2.1	1.5	1.6	4.6	8.4	3.0	113.7
	Cañete	13.7	12.3	13.6	12.5	13.3	13.2	15.8	16.4	13.9	36.9
	Pisco	5.6	6.5	5.3	4.4	3.3	2.9	3.9	2.7	4.3	34.6
	Pacífico Sur	Acari	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6	1.1	0.7	0.6
Yauca		0.2	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	7.9
Ocoña		33.7	32.4	31.8	31.4	30.8	30.8	30.5	30.8	31.5	-6.6
Camana		23.4	22.4	21.5	20.6	21.3	21.2	21.2	21.5	21.6	-25.0
Huacacane		0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	-57.8
Torata		1.3	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2	11.1
Tumilaca		0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	-8.5
Chili		7.1	7.5	7.7	7.7	7.4	7.4	7.4	7.4	7.5	3.8
Locumba		1.1	1.1	1.2	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	-51.8
Sama		0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	23.6
Caplina	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	-16.6	
Titicaca	Huacacane	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1.6	1.3	1.0	1.0	-53.6
	Ramis	6.2	6.1	6.0	5.9	5.8	5.8	6.0	5.8	6.0	-40.7
	Ilave	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	4.9	4.8	4.7	5.0	-15.7
	Coata	2.2	1.9	1.8	1.6	1.6	2.2	1.9	2.1	1.9	-55.9
Marañón	Marañón (Coral Quemado)	109.1	109.3	109.6	109.7	109.2	110.2	116.2	114.8	111.0	-39.6
	Marañón (Cumba)	110.4	109.6	103.3	99.2	100.5	96.9	119.0	138.0	109.6	-32.8
	Crisnejas (Puente)	1.8	1.5	1.2	1.2	1.2	1.8	3.7	7.7	2.5	-42.4
	Crisnejas (Jesus Tunel)	0.03	0.114	0.152	0.126	0.136	0.158	0.236	2.368	0.4	34.8
Huallaga	Huallaga (Huayabamba)	163.1	183.9	170.4						172.5	-35.4
	Sisa	7.8	8.7	5.7	8.2	7.1	6.1	6.0	5.3	6.9	-65.4
	Tocache	245.5	253.9	180.0	334.0	282.7	275.7	430.0	717.6	339.9	-27.3
	Huallaga (Tingo Maria)	88.4	95.0	78.1	87.1	83.0	102.5	140.7	191.4	108.3	-28.9
Mantaro	Huallaga (Taruca)	14.9	15.4	14.4	16.0	16.2	15.5	19.2	20.3	16.5	-20.2
	Mantaro (Pongor)	74.8	78.5	74.8	84.0	91.8	82.7	84.4	86.2	82.1	-19.9
	Mantaro (La Mejorada)	73.8	73.5	74.7	75.8	78.3	73.9	76.8	74.7	75.2	-20.4
	Mantaro (Stuart)	28.2	31.3	30.4	32.1	35.5	29.6	32.2	31.8	31.4	-45.1
	Mantaro (Chulec)	24.0	28.0	27.5	30.1	38.8	29.2	35.0	32.3	30.6	-29.5
Pampas	50.8	52.6	49.5	50.6	53.4	56.9	57.4	58.0	53.6	29.6	
Apurímac	Apurímac	72.3	70.9	69.0	67.0	65.5	64.0	63.5	62.0	66.8	1.6
Urubamba	Urubamba (Km 105)	30.2	31.5	29.6	30.5	32.2	31.1	38.8		32.0	-10.2
	Paucartambo	9.0	6.9	7.4	9.2	10.2	12.1	16.1	19.0	11.3	-13.9
	Pisac	21.6	23.2	21.2	22.0	23.8	24.6	29.1	28.3	24.2	-6.6
Rios Navegables	Madre de Dios	1509.5	1776.9	1338.3	1281.0	1279.0	1172.6	1337.9	1533.7	1403.6	-4.1
	Ucayali (msnm)	137.6318	138.0194	138.1148	138.1672	137.974	138.033	138.5118	138.9085	138.2	0.5
	Amazonas (San Regis)	9242.64	8913.838	8695.21	9013.176	10074.202	8622.642	8113.2	8606.8975	8910.2	-10.8
	Amazonas (Tanshiyacu)	10312.7	9487.1	9375.9	8911.5	10369.5	9584.2	8719.0	9093.5	9481.7	-37.3

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

Los principales embalses del país, al 10 de octubre, se encuentran al 56.4 % de la capacidad hidráulica nacional. Cabe mencionar que para la gran mayoría de los embalses se observa el descenso de las aguas almacenadas, disminuyendo así las reservas para afrontar el siguiente año hidrológico 2023-2024, a excepción del embalse Jarumas ubicada en la región de Tacna, que continúa con valores muy cercanos al 100% de su capacidad. Por otro lado, los embalses en la sierra centro y sierra sur continúan mostrando niveles mínimos históricos (**Tabla 5**).

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 10 de octubre del 2023

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	10-Oct	Piura	445.5	260.3	Costa - Norte
	San Lorenzo	10-Oct	Piura	195.6	116.2	63.9
	Tinajones	10-Oct	Lambayeque	331.6	248.4	74.8
	Gallito Ciego	10-Oct	La Libertad	366.1	273.1	78.3
	SUB TOTAL			1338.7	898.0	67.1
Costa - Centro	Viconga	10-Oct	Lima	30.0	12.3	Costa - Centro
	Sistema Rímac	30-Set	Lima, Junín	282.4	145.8	55.4
	Choclococha	10-Oct	Ica	131.1	89.6	76.4
	Ccaracochoa	10-Oct	Ica	40.0	20.6	52.6
	SUB TOTAL			483.5	268.3	55.5
Costa - Sur	Condorama	10-Oct	Arequipa	259.0	139.8	Costa - Sur
	El Pañe	10-Oct	Arequipa	99.6	48.4	52.9
	Dique Los Españoles	10-Oct	Arequipa	9.1	3.3	37.1
	Pillones	10-Oct	Arequipa	78.5	23.8	33.7
	El Frayle	10-Oct	Arequipa	127.2	57.5	47.2
	Aguada Blanca	10-Oct	Arequipa	30.4	16.4	46.9
	Chalhuanca	10-Oct	Arequipa	25.0	16.2	84.8
	Bamputañe	10-Oct	Arequipa	40.0	12.1	36.7
	Pasto Grande	10-Oct	Moquegua	200.0	130.6	67.2
	Paucarani	10-Oct	Tacna	10.5	3.4	32.1
	Laguna Aricota	10-Oct	Tacna	280.0	187.6	67.5
	Jarumas	10-Oct	Tacna	13.0	12.3	97.2
SUB TOTAL			1172.4	651.5	55.6	
Sierra - Centro	Cuchoquesera	10-Oct	Ayacucho	80.0	32.3	Sierra - Centro
	Lago Junin	10-Oct	Junín	441.0	97.2	27.2
	SUB TOTAL			521.0	129.5	24.9
Sierra - Sur	Lagunillas	10-Oct	Puno	585.1	399.5	Sierra - Sur
	Sibinacocha	10-Oct	Cusco	110.0	27.3	27.8
	SUB TOTAL			695.1	426.8	61.4
Situación Nacional			-	4,210.7	2,374.1	Situación Nacional

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos
Elaborado: ANA

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En el departamento de Piura las temperaturas cálidas vienen favoreciendo la fase de fructificación del mango Edward y criollo; mientras que, en las zonas productoras de Lambayeque, la disminución de las anomalías cálidas nocturnas promovió las floraciones de mango Kent, especialmente en las plantaciones donde se establecieron estrategias de manejo; sin embargo, en predios de pequeños productores las plantas continuaron con una floración muy limitada.

En cuanto a los sembríos de arroz de los valles de Oyotún y Zaña (Lambayeque, campaña chica) las condiciones diurnas cálidas promovieron el desarrollo de plántula y macollaje; en tanto que, las plantaciones de olivo de la costa sur se encuentran con una floración por debajo de lo reportado durante la campaña anterior, debido a las temperaturas cálidas. **(Figura 38).**

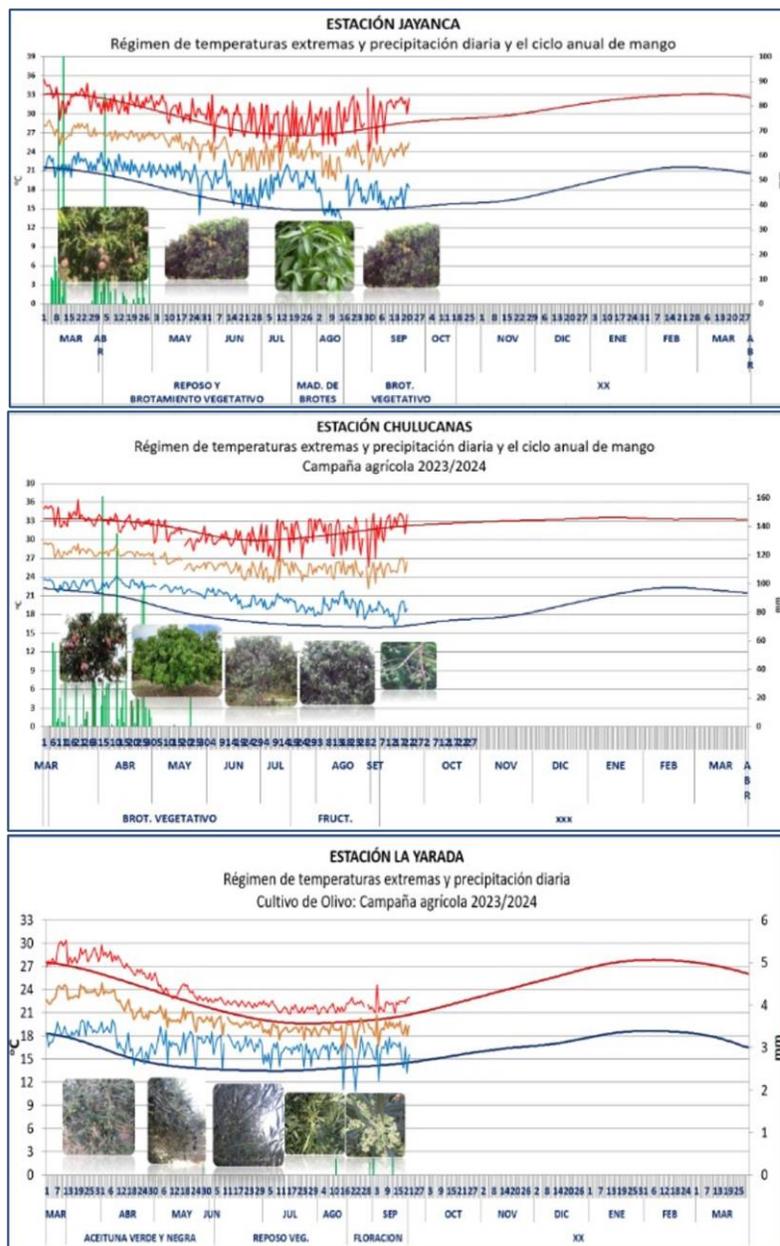


Figura 38. Monitoreo agrometeorológico del mango y el olivo campañas agrícolas 2023/2024 en las estaciones de Jayanca, Chulucanas y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanCM4i-IC3, GEM5–NEMO, NASA–GEOSS2S, GFDL_SPEARE y COLA–RSMAS–CCSM4), con condiciones iniciales de octubre de 2023, para el Pacífico central (Niño 3.4), indican en promedio la condición cálida fuerte hasta febrero de 2024; mientras que entre marzo y abril de 2024 se esperarían condiciones de cálidas moderadas. Finalmente, de mayo a agosto de 2024 se tendrían condiciones de cálidas débiles a neutras (**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

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME, indican en promedio condiciones cálidas moderadas de noviembre a febrero de 2024, condiciones cálidas débiles de marzo a junio y condiciones neutras de julio a agosto (**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	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

Analizando las proyecciones basadas en los datos observados de la profundidad de la termoclina, se espera aún el arribo de una onda de Kelvin cálida lenta para fines de octubre e inicios de noviembre, aunque su impacto es muy probable que se observe por debajo de la superficie (**Figura 4**). Por otro lado, según los datos de corrientes zonales y profundidad de la termoclina, también se espera el arribo una onda de Kelvin fría en esas fechas. Según los datos de altimetría, se espera el arribo de una onda de Kelvin cálida en noviembre. Por otra parte, se espera el arribo de una onda de Rossby fría en el extremo occidental que de reflejarse como onda Kelvin fría, y de no tener procesos físicos que la disipen, arribaría a la costa peruana a partir de enero (**Figura 3, Figura 4 y Figura 39**).

La simulación con vientos pronosticados de CFSv2 muestra también ondas de Kelvin cálidas a partir de noviembre, pero siendo más intensas en diciembre. Hay que tener en cuenta que los vientos de CFSv2 vienen mostrando estas anomalías de vientos intensos que no se estarían cumpliendo (**Figura 40**).

Según la simulación del modelo de ondas del IMARPE forzado con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 08 de octubre 2023 y pronosticada con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos igual a cero, entre octubre 2023 y enero 2024 se espera la llegada de tres ondas de Kelvin cálidas y una onda Kelvin fría a las costas Sudamericanas. Así, entre octubre y noviembre 2023, arribarían dos ondas Kelvin cálidas (modo 1 y modo 2), las cuales habrían sido reforzadas por las anomalías de vientos del oeste en setiembre. Entre noviembre y diciembre, se espera la llegada de una onda Kelvin fría (modo 1), que ha sido generada en el Pacífico ecuatorial occidental debido a la reflexión de una onda Rossby fría en setiembre. Entre diciembre 2023 y enero 2024, se espera la llegada de otra onda Kelvin cálida (modo 2), que habría sido generada en el Pacífico ecuatorial occidental por las recientes anomalías de vientos del oeste (**Figura 41**).

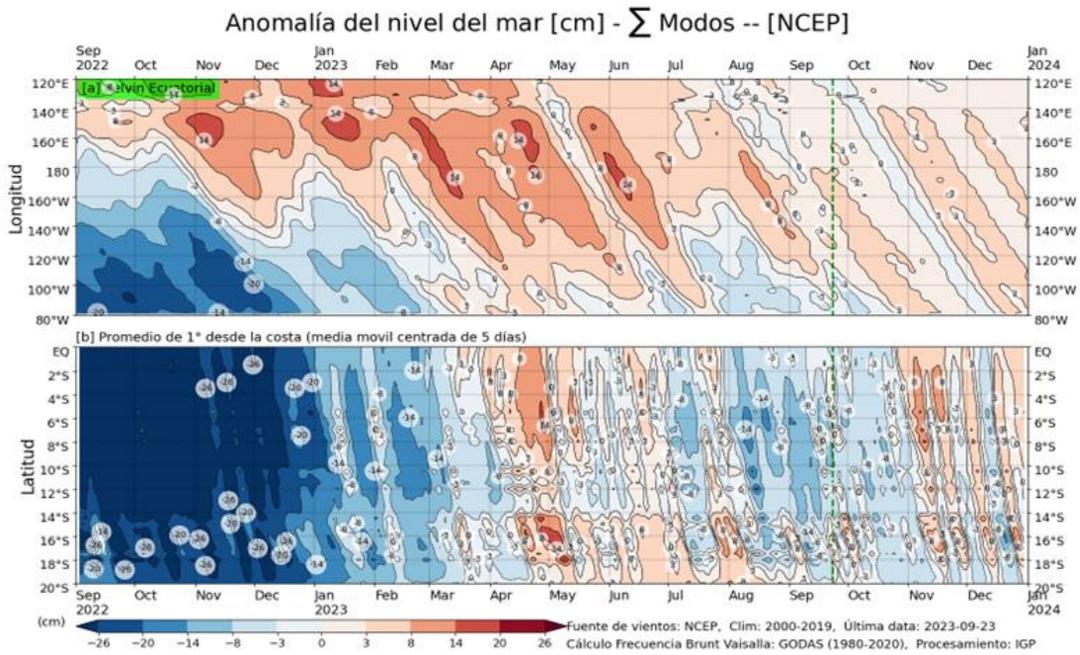


Figura 39. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), forzado con vientos de ASCAT. La línea verde representa el inicio del pronóstico con vientos igual a cero. Fuente: IGP

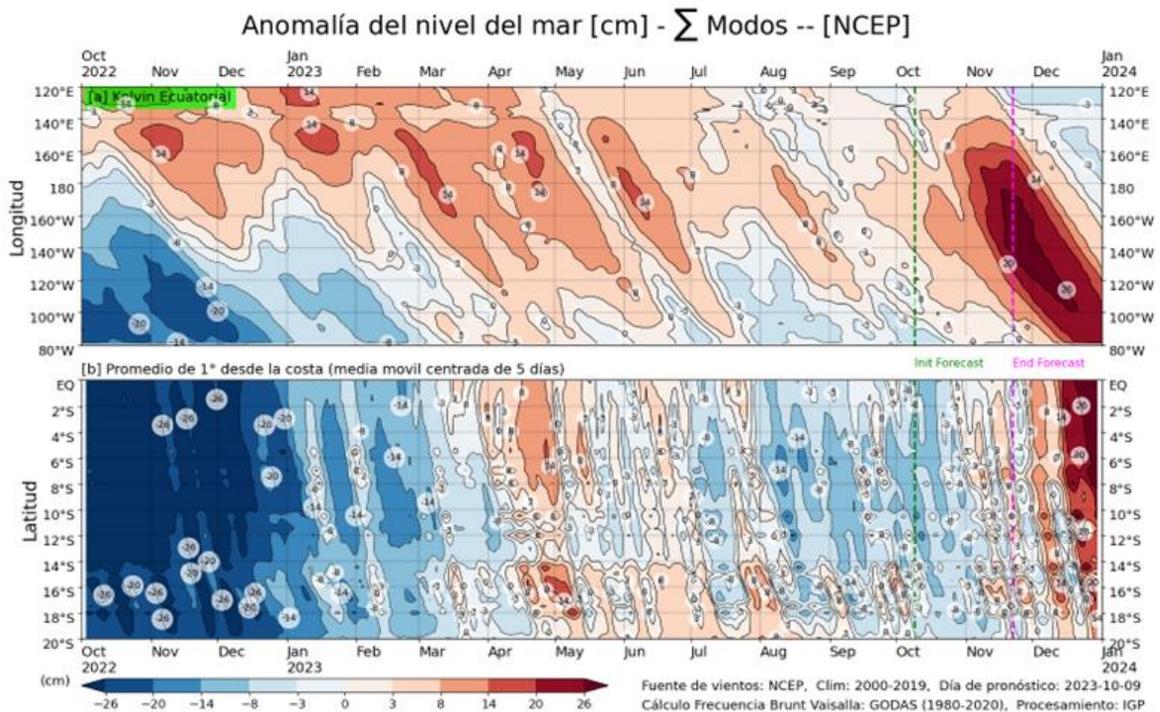


Figura 40. Igual que la Figura 43, pero para el pronóstico de los siguientes 41 días (entre la línea vertical verde y rosada) se usa la información de anomalías de vientos del modelo atmosférico CFSv2. Luego de la línea rosada, los vientos usados para el pronóstico fueron iguales a cero. Fuente: IGP.

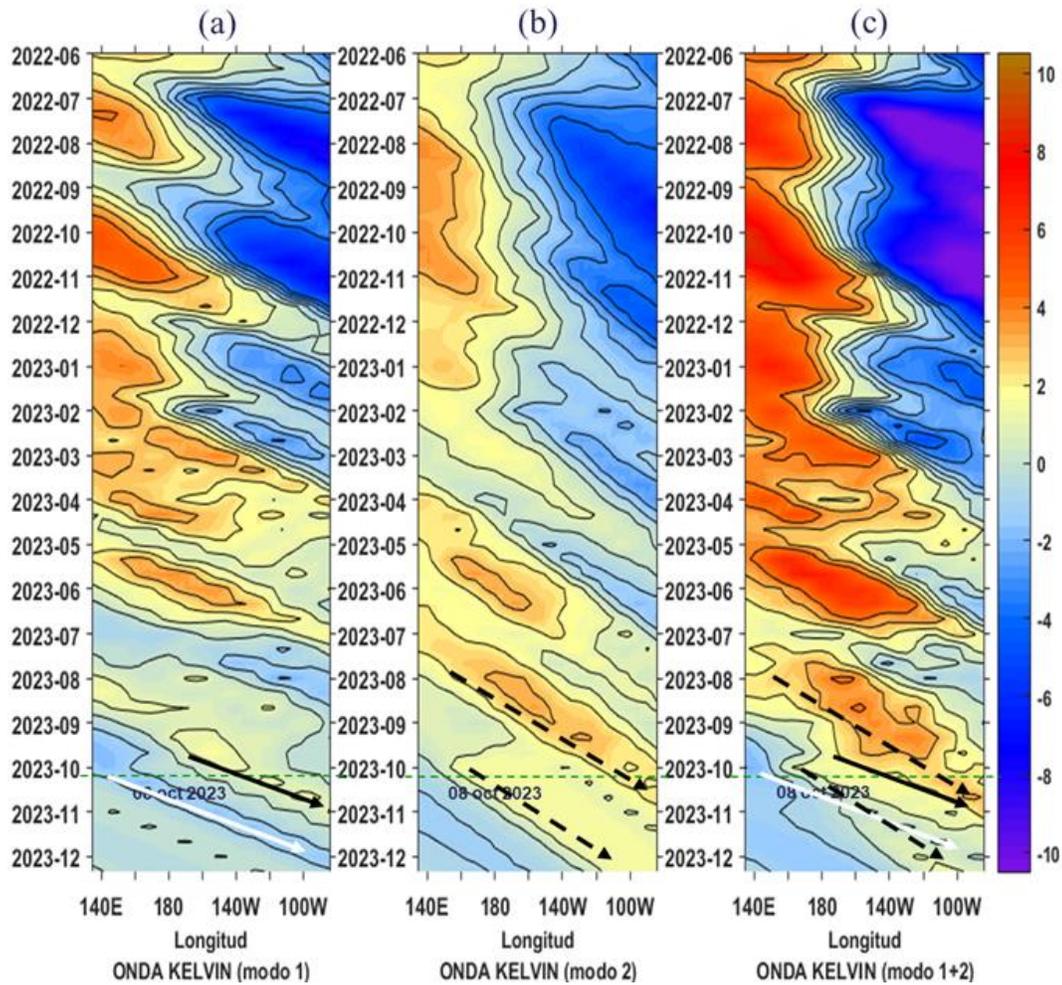


Figura 41. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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 con 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 fuerte, hasta marzo de 2024 (**Tabla 8 y Figura 41**). Para el verano 2023-2024, el evento alcanzaría la magnitud cálida moderada (**Tabla 10**).

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

Pacífico central	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero(%)	Marzo(%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	0	0
Neutro	0	0	0	0	0	3
Cálida débil	0	0	0	1	5	10
Cálida moderado	47	45	44	46	48	50
Cálida fuerte	53	54	55	53	47	37
Cálida muy fuerte	0	1	1	0	0	0

Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones cálidas fuertes hasta diciembre de 2023 (**Tabla 9 y Figura 41**). Finalmente, para el verano 2023-2024 la mayor probabilidad corresponde a El Niño de magnitud moderada (**Tabla 11**).

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

Pacífico oriental	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)	Marzo (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	0	0
Neutro	0	0	0	1	2	3
Cálida débil	0	1	3	10	12	13
Cálida moderado	29	34	43	49	50	48
Cálida fuerte	70	64	53	39	35	35
Cálida extraordinario	1	1	1	1	1	1

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

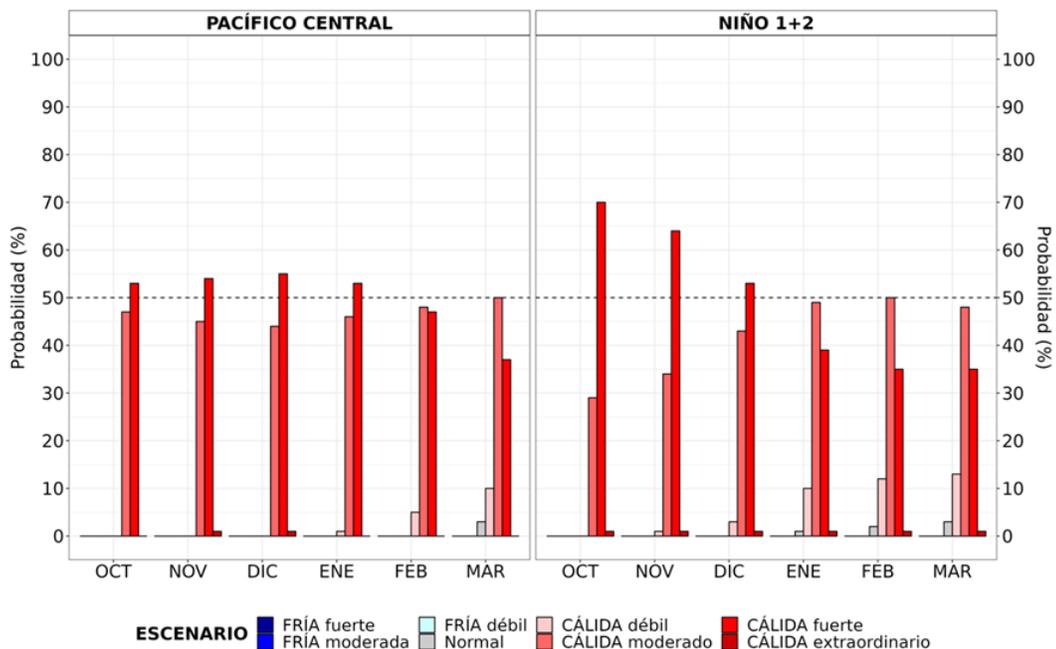


Figura 41. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre octubre y marzo 2024.

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	8
El Niño Moderado	52
El Niño Fuerte	40
El Niño Muy fuerte	0

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	3
El Niño Débil	8
El Niño Moderado	55
El Niño Fuerte	33
El Niño Extraordinario	1

Para el trimestre octubre-diciembre de 2023⁵, a lo largo de la costa se esperan temperaturas del aire por encima de lo normal. Además, se prevén lluvias sobre sus valores normales en la costa norte, costa centro y sierra norte. Para el verano de 2024, bajo el escenario de El Niño costero, es probable la ocurrencia de lluvias por encima de lo normal en la costa norte y la sierra norte, sin descartar lluvias intensas en estos sectores. Por otro lado, considerando el escenario de El Niño en el Pacífico central es probable un escenario de lluvias bajo lo normal en la región andina, particularmente en la sierra sur⁶.

Entre octubre y noviembre, los caudales y niveles de los principales ríos del país presentarían valores entre debajo de lo normal y normal; mientras que en la zona noroccidental del país se presentarían caudales por encima de lo normal hacia diciembre. El nivel del lago Titicaca continuaría presentando una tendencia descendente; asimismo, los caudales de los principales ríos afluentes al lago Titicaca presentarían un comportamiento por debajo de lo normal⁷. Para el verano de 2024⁸, bajo el escenario de El Niño, podrían presentarse caudales por encima de lo normal, principalmente en la zona noroccidental del país. Por otro lado, es probable un escenario de caudales bajo lo normal en la zona sur de la región hidrográfica del Pacífico y Titicaca.

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, para las próximas semanas, se espera que continúe registrándose la disponibilidad de perico y otros recursos oceánicos a lo largo del litoral peruano. El

⁵ Pronóstico estacional octubre-diciembre de 2023: <https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02262SENA-39.pdf>

⁶ Escenario probabilístico de lluvias para el verano (enero-marzo) 2024: <https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02261SENA-11.pdf>

⁷ Pronóstico hidrológico estacional a nivel nacional setiembre 2023-enero 2024: <https://www.SENAMHI.gob.pe/load/file/02694SENA-38.pdf>

⁸ Escenarios de las condiciones hidrológicas en un contexto de El Niño: <https://www.gob.pe/institucion/SENAMHI/informes-publicaciones/4553093-escenarios-de-las-condiciones-hidrologicas-en-un-contexto-de-el-nino>

bonito continuaría disponible y accesible a lo largo del litoral peruano. En relación con la situación de los recursos pesqueros demersales, para las próximas semanas se prevé que la pesquería del recurso merluza mantenga valores bajos tanto en los desembarques industriales como en los artesanales. Además, se espera que continúe la alta presencia de ejemplares de longitud inferior a los 28 cm, comportamiento propio del proceso de reclutamiento de primavera observado desde agosto. Asimismo, de continuar el escenario actual, el calamar gigante o pota mantendría su disponibilidad.

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 el verano de 2024, como consecuencia del desarrollo 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, pese a la disminución de las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) durante setiembre, es más probable que las condiciones cálidas fuertes se mantengan hasta diciembre. Para el verano de 2024, en promedio, las magnitudes más probables de El Niño costero serían moderada (55 %) y fuerte (33 %).

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4) se espera que El Niño continúe por lo menos hasta el verano de 2024, alcanzando su máxima intensidad a fines de año. Las magnitudes más probables de este evento en el verano son moderada (52%) y fuerte (40%).

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 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 27 de octubre 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., Tippet, M. K., Barnston, A. G., Li, S., Rosati, A., Schubert, S. D., ... Wood, E. F. (2014). The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(4), 585–601. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00050.1>
- Mosquera, K. A. (2009). Variabilidad Intra-estacional de la Onda 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>
- 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 Birácoras 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,

