

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 9 N°9

AL 05 JULIO 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)

Dr. Guillermo Antonio Baigorria Paz

Presidente Ejecutivo, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Ing. José Luis Aguilar Huertas

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

COORDINACIÓN: Kobi Mosquera (IGP)

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

SENAMHI: 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

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° 9, junio de 2023, 54 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: 05 de julio de 2023



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú Al 05 de JULIO 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 JUNIO 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

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

2.3. Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

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

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia

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

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

Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)

Este modelo, al igual que los anteriores, se utiliza para simular principalmente el desarrollo de las ondas Kelvin en el Pacífico ecuatorial y frente a la costa peruana. Para esto, siguiendo la metodología de Dewitte et al. (1999) se obtienen los coeficientes de proyección y velocidades características de cada modo baroclínico del *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 EN JUNIO DE 2023

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

En junio, las condiciones cálidas anómalas se incrementaron a lo largo del Pacífico ecuatorial respecto a mayo, destacando además el aumento de la TSM en las regiones Niño 3.4 y Niño 4 (Figura 1 y 2, Tabla 1). Según los datos de ERSSTv5, la anomalía mensual de la TSM aumentó de +2,22 a +2,44 °C y de +0,46 a +0,81 °C en las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4, respectivamente. En la última semana de junio, la anomalía de la TSM varió de +1,0 a +0,9 °C en la región Niño 3.4; mientras que en la región Niño 1+2 se mantuvo en +2,9 °C, según la fuente OISST (Tabla 2).

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

TSM-ATSM Mensual 2023 (ERSSTv5)				
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Ene. 23	24.00 -0.57	25.10 -0.56	25.83 -0.71	27.66 -0.66
Feb.	26.58 0.48	26.31 -0.10	26.29 -0.46	27.64 -0.55
Mar.	27.97 1.48	27.50 0.30	27.18 -0.11	28.06 -0.26
Abr.	28.15 2.61	28.06 0.47	27.96 0.14	28.75 0.12
May.	26.64 2.22	28.10 0.84	28.40 0.46	29.21 0.30
Jun. 23	25.57 2.44	27.85 1.23	28.54 0.81	29.51 0.54

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

TSM – ATSM Semanal 2023 (OISST.v2)				
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
31-May-23	26.1 2.3	28.0 1.1	28.6 0.8	29.4 0.6
07-Jun-23	26.1 2.6	28.0 1.2	28.7 0.9	29.5 0.7
14-Jun-23	25.9 2.7	27.8 1.2	28.6 0.9	29.5 0.6
21-Jun-23	25.8 2.9	27.8 1.4	28.6 1.0	29.5 0.7
28-Jun-23	25.6 2.9	27.6 1.4	28.4 0.9	29.4 0.6

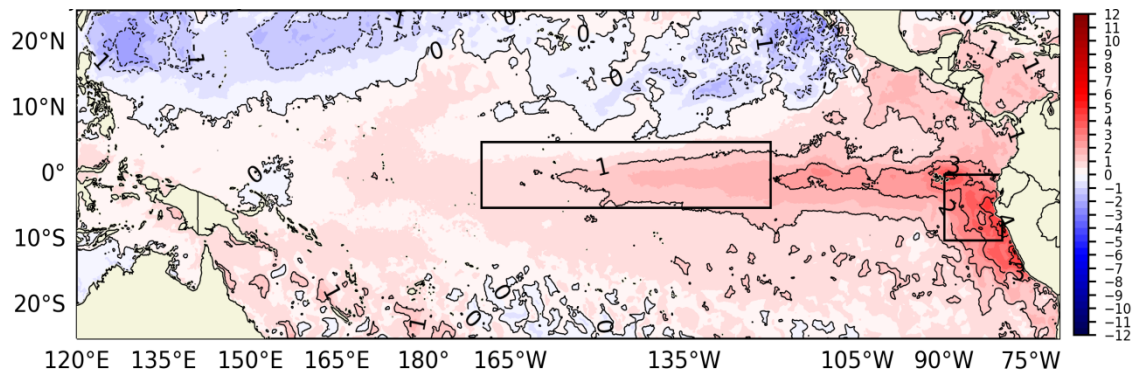


Figura 1. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 01 al 16 de junio 2023.
Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

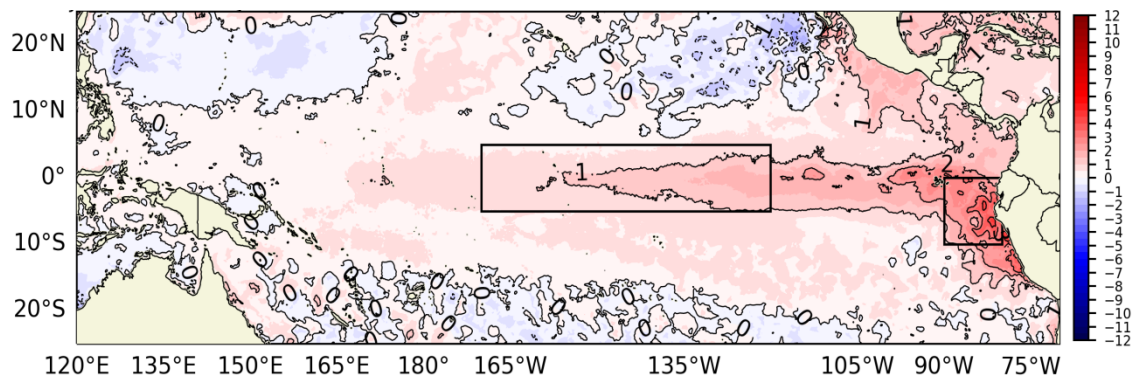


Figura 2. Promedio de las anomalías de la TSM en el Pacífico del 16 al 30 de junio 2023.
Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de mayo indicó condiciones cálidas fuertes por segundo mes consecutivo y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de junio también indica condiciones cálidas fuertes. Por otro lado, los valores del ONI de mayo y el temporal (ONItmp) de junio corresponden a las condiciones neutras y cálidas débiles, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Valores del ONI e ICEN desde junio de 2022 hasta mayo de 2023 y sus valores temporales de junio.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
jun-22	-1,36	Fría Moderada	-0,85	Fría Débil
jul-22	-1,03	Fría Débil	-0,81	Fría Débil
ago-22	-0,93	Neutro	-0,93	Fría Débil
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
Mes	ICENTmp	Mes	ONItmp	Mes
jun-23	2,50	Cálida Fuerte	0,74	Cálida Débil

Fuente: IGP

Según la información *in situ* y remota de la zona ecuatorial y la de los modelos de ondas, se observa principalmente la presencia de ondas de Kelvin cálidas. En el nivel del mar, se observa el acercamiento de un paquete de ondas de Kelvin cálidas, cuyo núcleo se localizaría en 120°W aproximadamente. Si bien los datos no son claros en mostrar ondas de Kelvin frías, los modelos sí lo hacen, pero serían ondas poco intensas para ser observadas en el escenario actual que tiene grandes anomalías positivas (Figura 3).

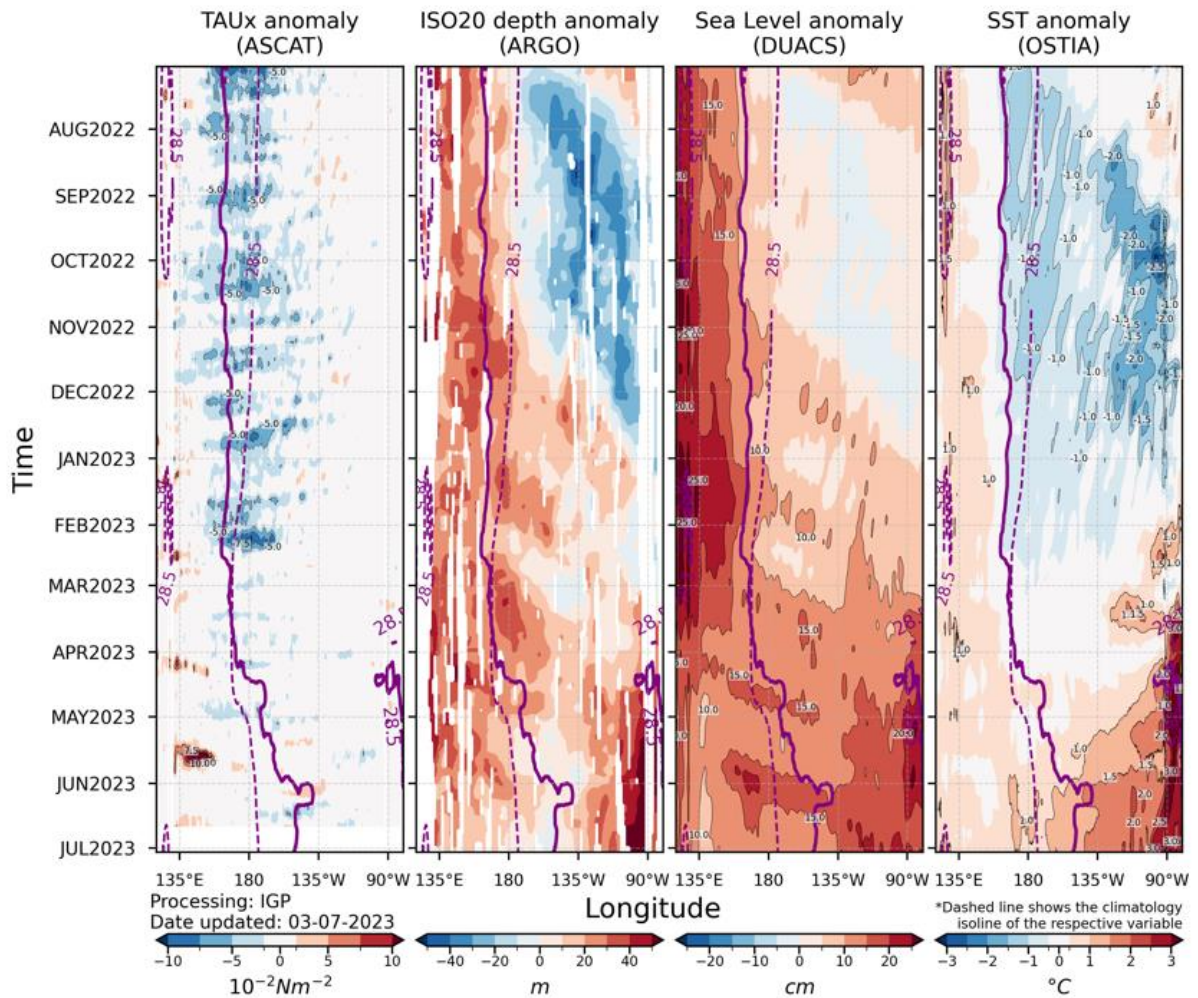


Figura 3. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: ASCAT, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP

En el Pacífico ecuatorial, en junio, en promedio, se observó el incremento de la presión atmosférica en el Pacífico centro oriental, así como otra zona de altas presiones entre el océano Índico y Australia, distribución característica de condiciones neutras (Figura 4d); dadas estas condiciones, el SOI registró un valor positivo de 0,2³. El Anticiclón del Pacífico Sur se extendió desde 120°W a 150°W, extendiendo una dorsal hacia la zona tropical, dominando una región subsidente y, apoyado por la circulación de Walker, mantuvo condiciones estables sobre la región de Tahití; Asimismo, la región del norte de Australia se mantuvo con condiciones estables de altas presiones, lo que indujo a mantener condiciones neutras del Índice de Oscilación del Sur (SOI) (Figura 4c). En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), asociado a las condiciones inestables frente a la región de centro américa, se observaron anomalías de viento del oeste (Figura 4b).

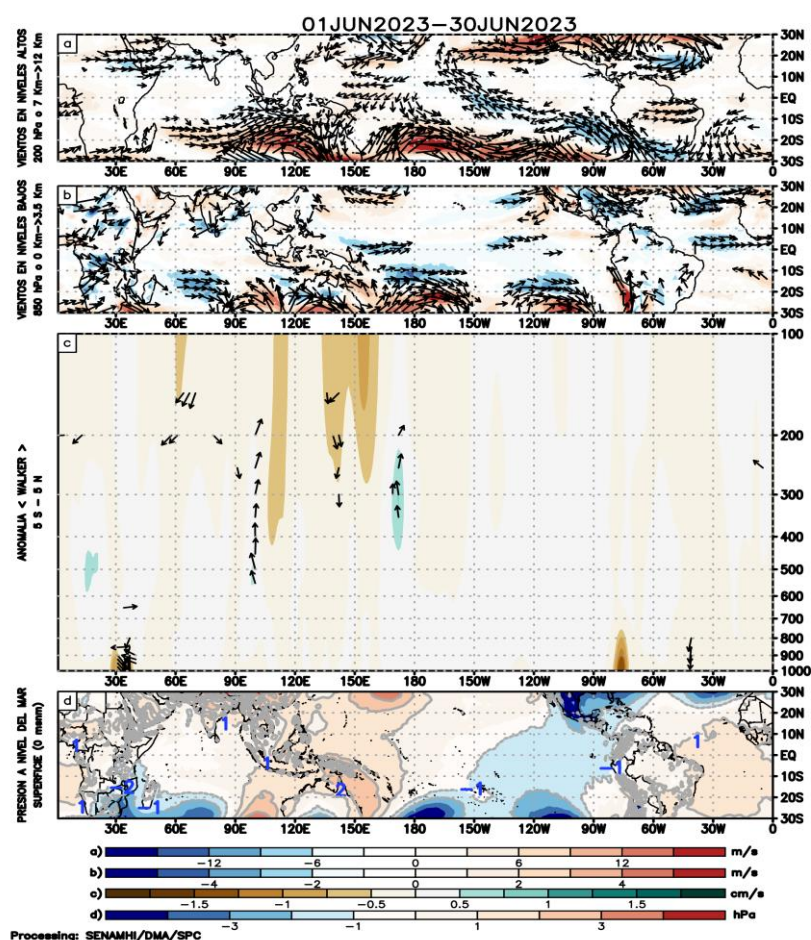


Figura 4. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) para junio de 2023, (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: Senamhi

³ Southern Oscillation Index: <http://www.bom.gov.au/climate/enso/soi/>

En el transcurso de junio, en niveles bajos de la tropósfera (1000-850 hPa) y dentro de la franja ecuatorial (5°S-5°N), se observó el desarrollo de pulsos de anomalías de vientos del oeste en el Pacífico centro-oriental, cuyo núcleo principal se localizó alrededor de los 140°W (Figura 5a y b). Actualmente, se observan anomalías de vientos del oeste en el Pacífico central y oriental siendo más evidente en el nivel de 850 hPa. De acuerdo a las proyecciones del modelo Global Forecast System (GFS), se prevé la presencia de un núcleo importante de anomalías del oeste que se extiende desde la superficie hacia los 850 hPa en la línea de cambio de fecha hacia el oeste. Otro núcleo de anomalías del este no menos importante se observa al este de 180°. En la alta tropósfera, anomalías de velocidad potencial subsidente se mantienen fortalecidos desde finales de mayo hacia la quincena de junio y desde el mar Índico hacia la línea de cambio de fecha. Para el mes de julio se espera una importante subsidencia hacia longitudes favorecidas hacia Sudamérica (Figura 5c).

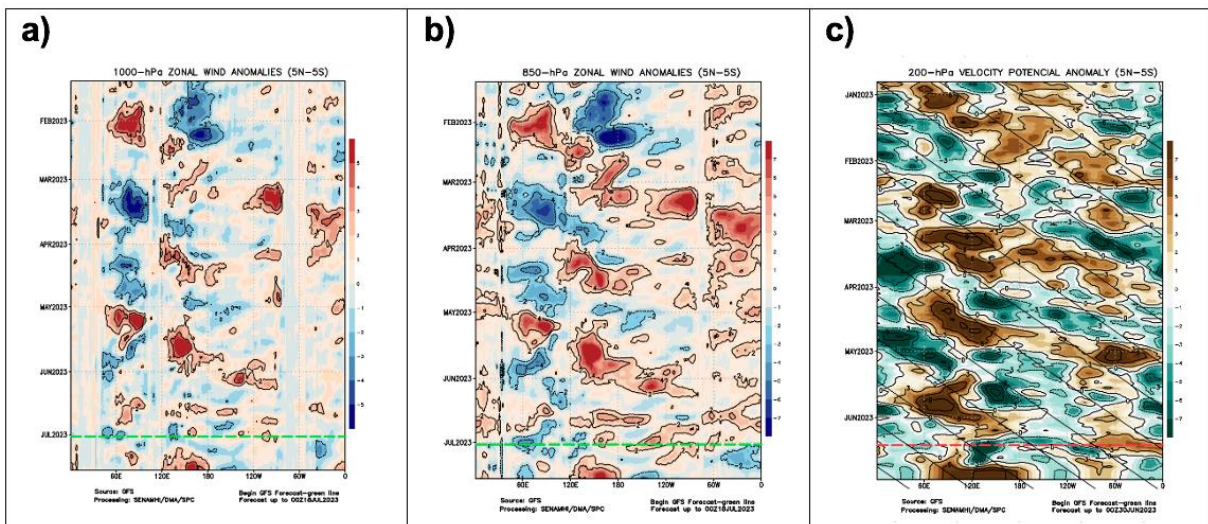


Figura 5. Anomalías promedio, entre los 5°N y 5°S de los (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. La línea verde muestra el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: Senamhi

Durante junio, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se ubicó, en promedio, alrededor de su posición normal, con un núcleo de 1022 hPa muy cerca a las costa de Chile (80°W), con una intensidad de hasta 21 hPa superior a lo normal (Figura 6). Hacia el oeste de la ubicación promedio mensual de junio se observaron anomalías negativas hasta de -5hPa hacia el sur de los 30°S. Desde la quincena de junio un sistema de baja presión de latitudes subtropicales fue desplazándose e intensificándose hacia el centro sur de Chile favoreciendo intensas lluvias. Estas configuraciones de bajas presiones modularon la intensidad de viento frente a la franja costera. La intensificación de vientos en altura asociados a vaguadas y dorsales favoreció la subsidencia apoyando la presencia del APS y principalmente sistemas de bajas presiones frente a la costa central y sur de Chile (Figura 7).

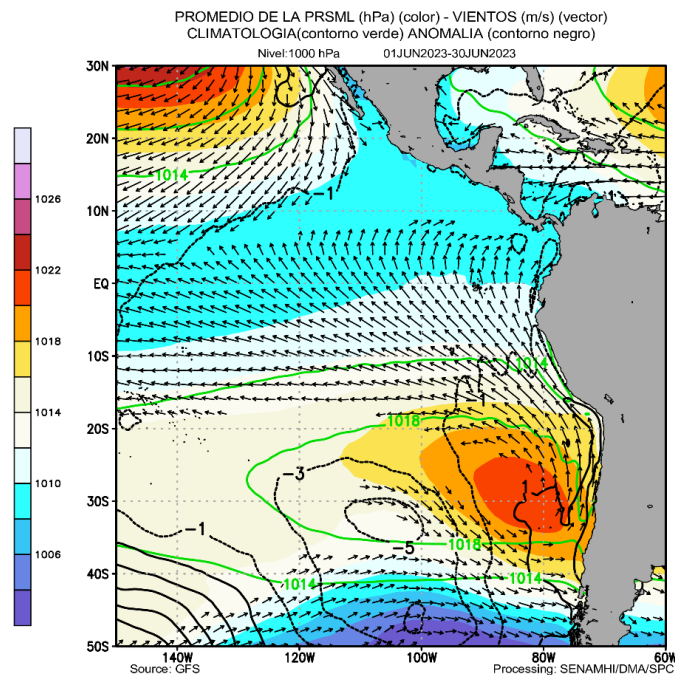


Figura 6. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (sombreado) durante junio de 2023, anomalía de la presión atmosférica (líneas negras) y valor climatológico (líneas verdes). Viento en 1000 hPa superiores a los 2 m/s (vectores). Fuente: GFS. Procesamiento: Senamhi

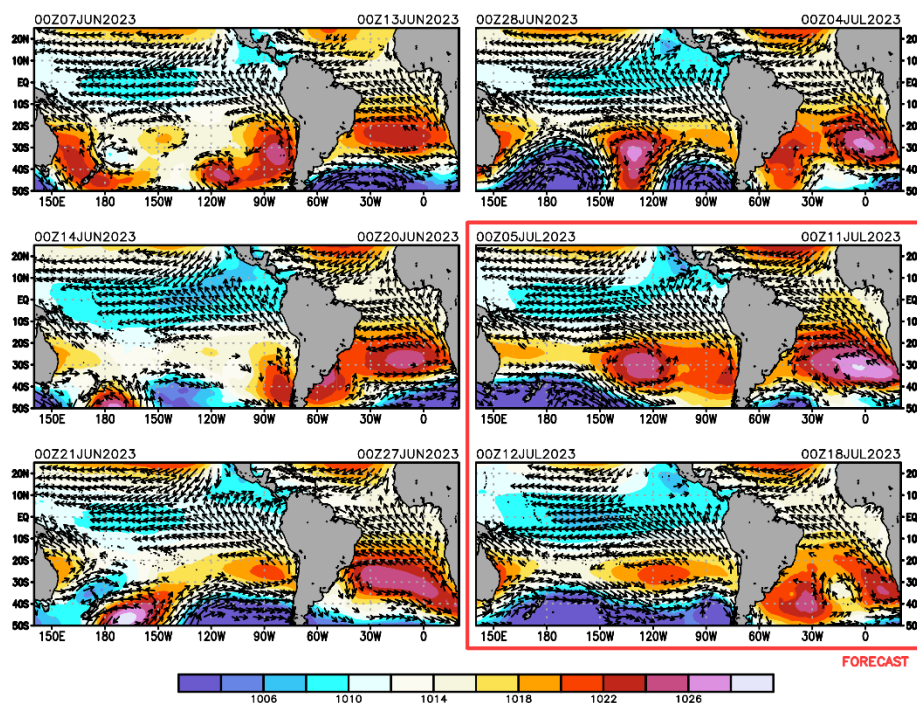


Figura 7. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 07 junio - 28 de junio 2023. Pronóstico: 05 al 18 de julio de 2023. Fuente: GFS. Procesamiento: Senamhi

Frente a la costa peruana, las condiciones de viento solamente mostraron un incremento de viento hacia el 09-13 de junio (Figura 8) para luego debilitarse y mantenerse hacia finales del mes de junio, anomalías del norte se ven restringidas frente a las costas de Colombia y Ecuador; mientras que hacia la costa peruana se mantiene débil, dentro de lo normal. Por otro lado, para el mes de julio, en base al pronóstico, se espera que las condiciones de viento frente la costa se mantengan dentro de su variabilidad climática.

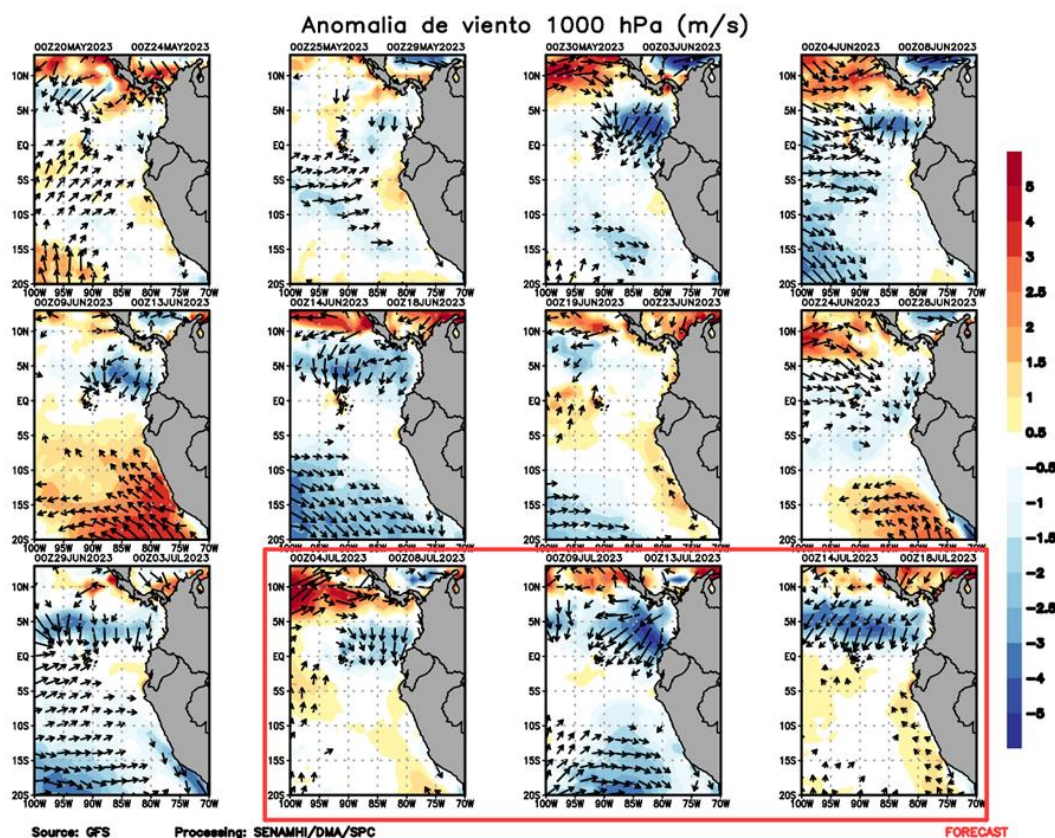


Figura 8. Anomalia pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: 20 de mayo al 03 de julio de 2023. Pronóstico: 08 al 18 de julio de 2023. Procesamiento: SENAMHI.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

A lo largo de la franja adyacente a la costa peruana, dentro de los 40 km, se presentaron vientos moderados (entre $4,1$ a $6,8 \text{ m s}^{-1}$) a fuertes (mayores a $6,8 \text{ m s}^{-1}$) asociados a la alternancia de anomalías de la velocidad del viento (VV) $> +1,0 \text{ ms}^{-1}$ con VV en el rango neutral desde Talara hasta Pisco. Vientos fuertes, con anomalías positivas $> +2,0 \text{ m s}^{-1}$ ocurrieron principalmente desde Pisco a San Juan de Marcona. Al sur de San Juan de Marcona, predominaron vientos débiles con anomalías negativas ($< -1,0 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 9).

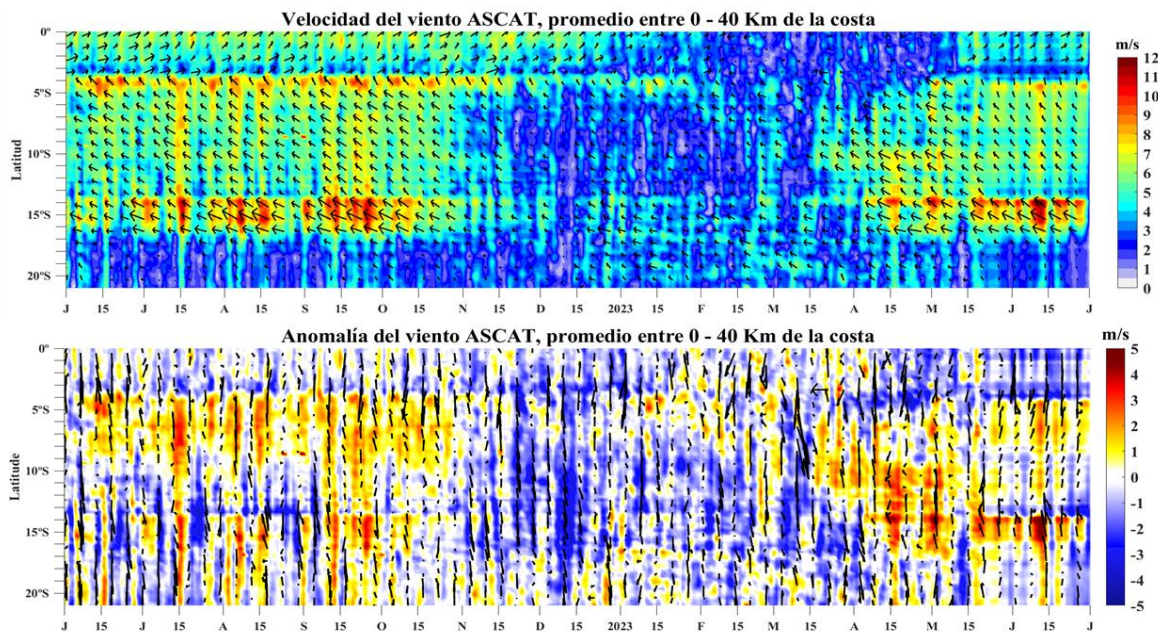


Figura 9. Viento Satelital (40 km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (ms^{-1}), b) Anomalía de la velocidad del viento (ms^{-1}) Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. La información del viento de los días 22 de mayo al 1 de julio provienen del modelo GFS.

El índice de afloramiento costero (IAC) presentó valores mayores a $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100 \text{ m}$, entre Paita a Huacho, mostrando anomalías positivas desde Paita a San José y desde Pisco a San Juan de Marcona, asociada a los episodios de intensificación del viento costero que ocurrieron en junio. Por otro lado, entre San José a Callao, se registraron anomalías de IAC en el rango neutral a negativo ($< -50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \times 100 \text{ m}$), especialmente en la segunda quincena de junio. Respecto al bombeo de Ekman para la franja de 200 km entre Paita y San Juan de Marcona, luego de un fuerte pulso de anomalías positivas entre el 8 y 13 de junio (Figura 8), asociado a la intensificación del viento oceánico, estas anomalías tendieron a disiparse en la segunda quincena del mes (Figura 10).

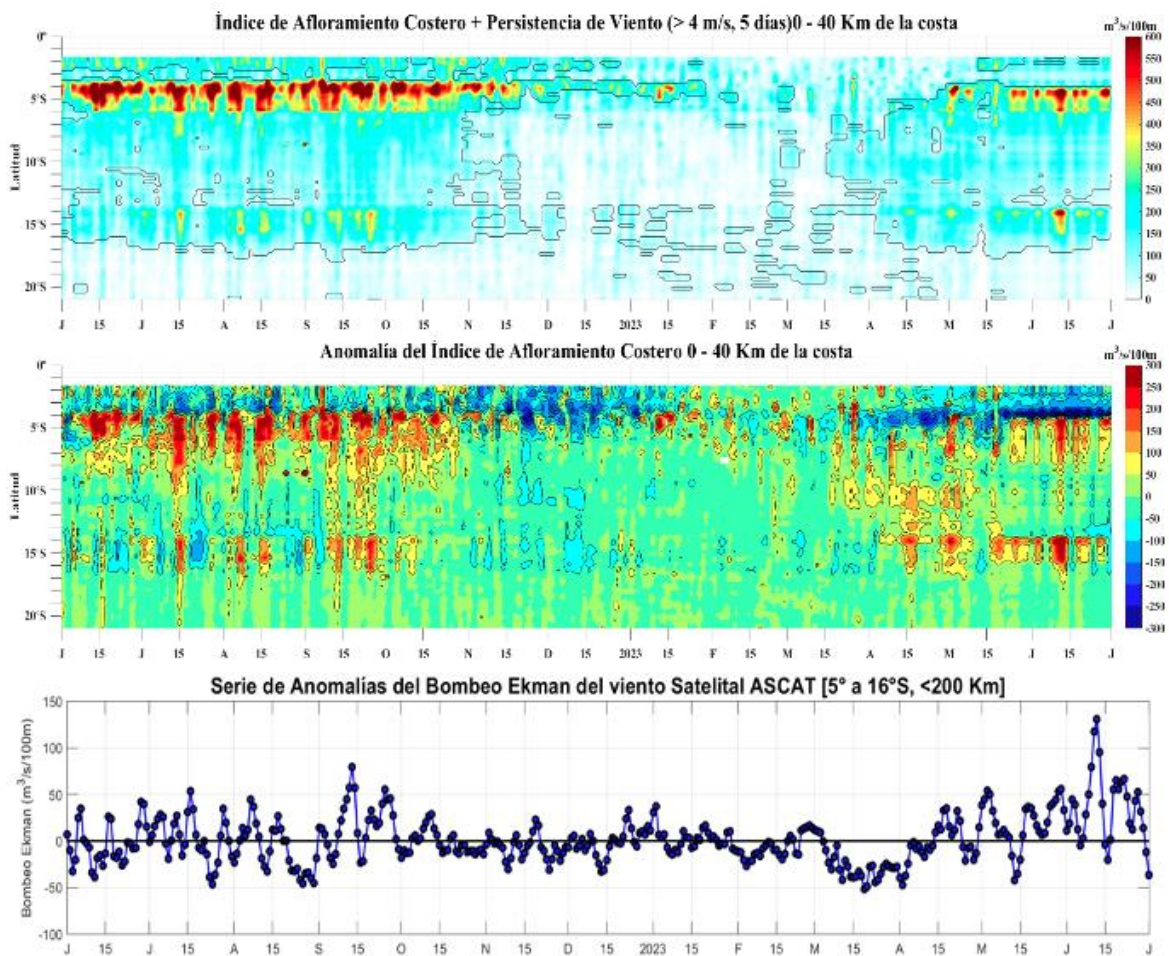


Figura 10. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 40 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($\text{m}^3\text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), b) Anomalía del IAC ($\text{m}^3\text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$); c) Anomalía del Bombeo Ekman dentro de la franja de 200 Km adyacentes a la costa entre los 5 y 16°S, <200 Km ($\text{m}^3\text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT hasta el 21 de mayo. La información del viento de los días 22 de mayo al 1 de julio provienen del modelo GFS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE.

Durante el mes de junio, continuaron los incrementos significativos en las temperaturas máximas y mínimas del aire a lo largo del litoral en comparación a su normal climática mensual. En promedio, las temperaturas máximas han aumentado en $+3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y las mínimas en $+2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ debido a la presencia de las condiciones cálidas de la temperatura superficial del mar.

Las estaciones que han registrado las temperaturas máximas más altas durante el día se encuentra en Lambayeque (costa norte) y Huarney (costa central), las que aumentaron, en promedio, $+4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. En la costa sur, las estaciones de Fonagro Chincha-Ica y Punta Atico-Arequipa presentaron un aumento de $+2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En relación a las temperaturas mínimas durante la noche, se han registrado los valores más altos, en promedio, en las estaciones de Talla Guadalupe en La Libertad, Huarney en Ancash y La Yarada en Tacna, con una anomalía de $+3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 11).

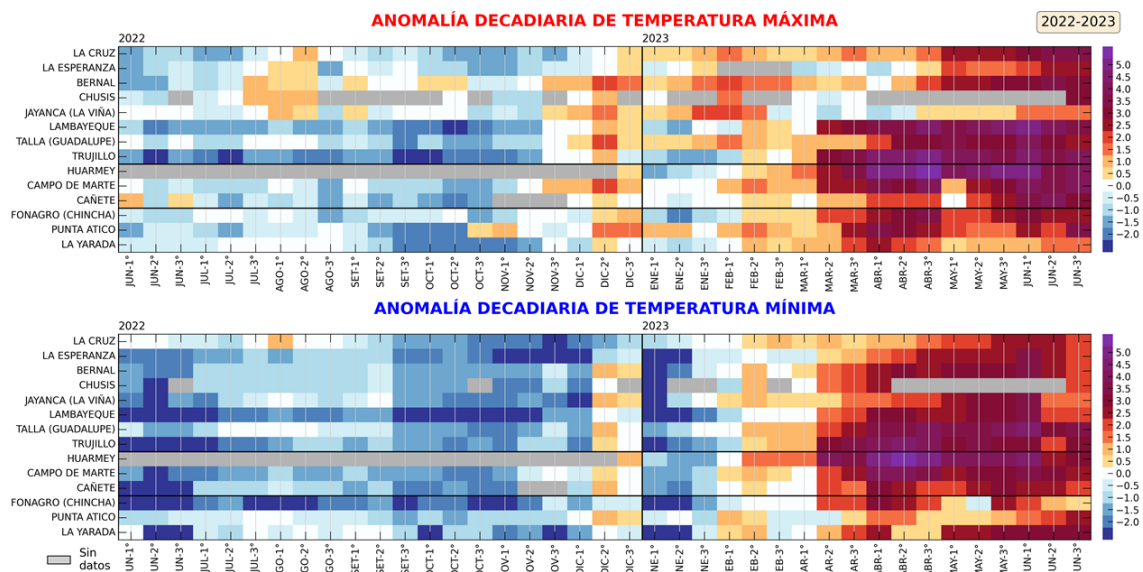


Figura 11. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: Senamhi

La TSM en el mar peruano continuó manifestando condiciones cálidas con valores entre 18 °C y 27 °C a pesar de la disminución térmica característica de la estacionalidad, disminuyendo las anomalías térmicas para la segunda quincena de junio, en promedio, frente a toda la costa. Sin embargo, frente a la costa norte y centro se mantienen núcleos anómalos positivos de hasta +4 °C, pero con una reducción en su extensión, entre los 03°S-10°S cerca de 60 millas de la costa. Por otro lado, frente a la costa al sur de los 17°S disminuyeron las anomalías hasta mostrar una condición normal para de la segunda quincena del mes (Figura 12).

A otra escala, en el litoral de Perú la TSM continuó con anomalías positivas, predominando una anomalía de 4 °C frente al litoral al norte de San Juan de Marcona durante la primera quincena de junio, disminuyendo 1 °C a partir de mediados del mes en San Juan e Ilo (Figura 13 y Figura 14).

No obstante, el calentamiento que afecta el mar peruano continúa su desarrollo como una ola de calor marina (OCM, Hobday et al., 2016), completando 126 días desde su origen. Desde el 13 de junio al 01 de julio, aumentó hasta casi ocupar la totalidad del área entre los 2°S y 15°S y dentro de las 150 mn de la costa, comparable a su máxima extensión registrada a mediados de abril. Por su parte, el área con anomalías de TSM > 4,0 °C, un indicador de la intensidad de la OCM, se duplicó en el mismo período, alcanzando un área de 1,32 x 10⁵ km², que representa un 44 % de la extensión máxima observada a mediados de abril. La anomalía acumulada alcanzó 458,58 °C días (Figura 15).

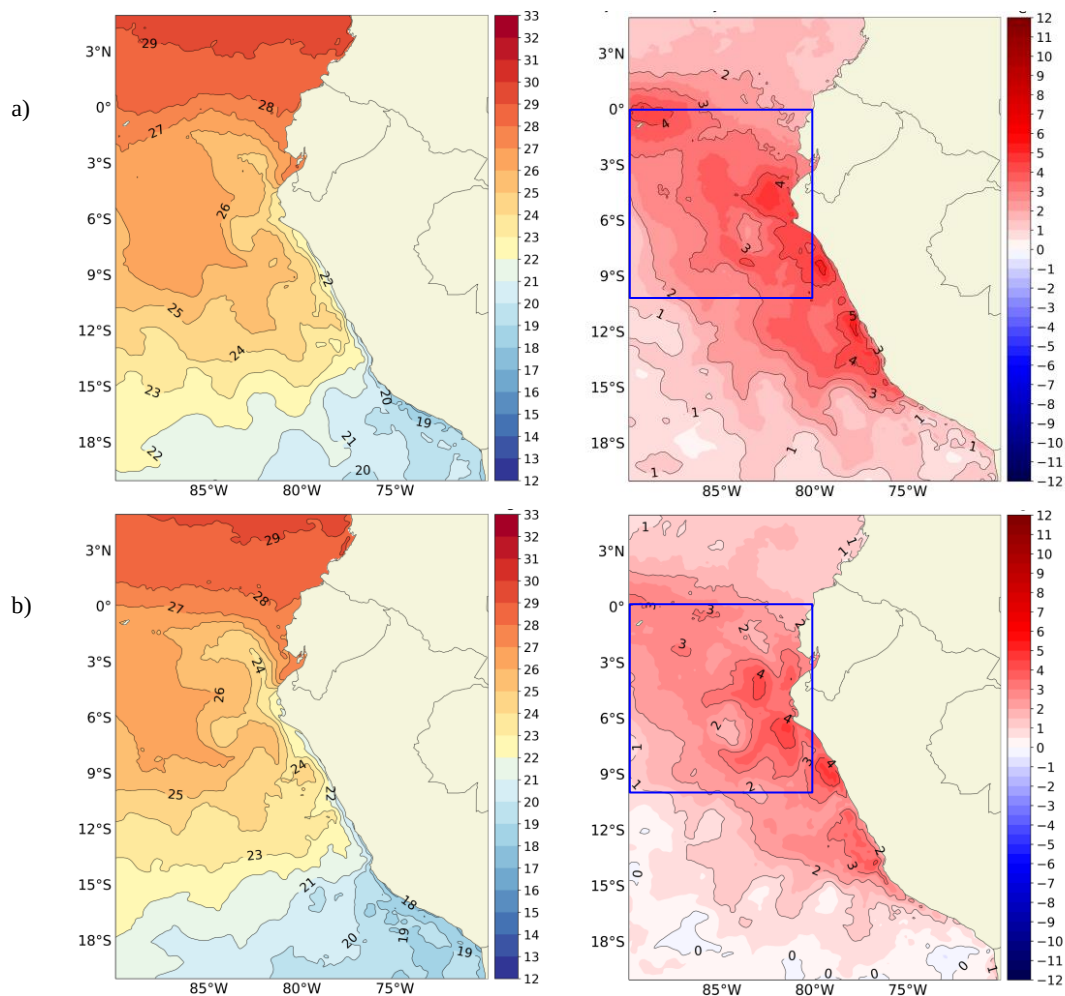


Figura 12. Distribución superficial de la temperatura y su anomalía de a) 01-15 de junio 2023 y b) 16-30 de junio 2023. Fuente: OSTIA, Climatología: 2007-2022. Elaboración: DIHIDRONAV.

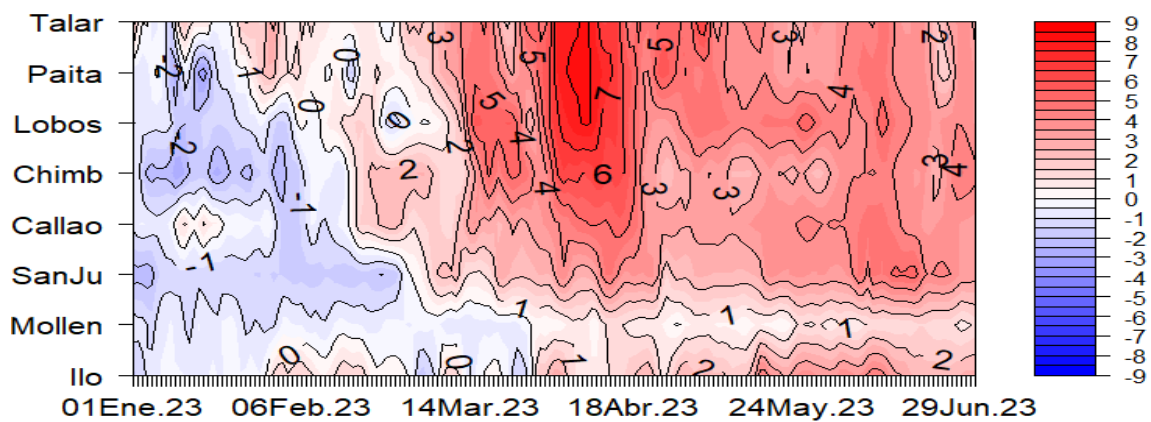


Figura 13. Diagrama Hovmöller de anomalía de TSM diaria en el litoral peruano del 1 de enero al 29 de junio 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

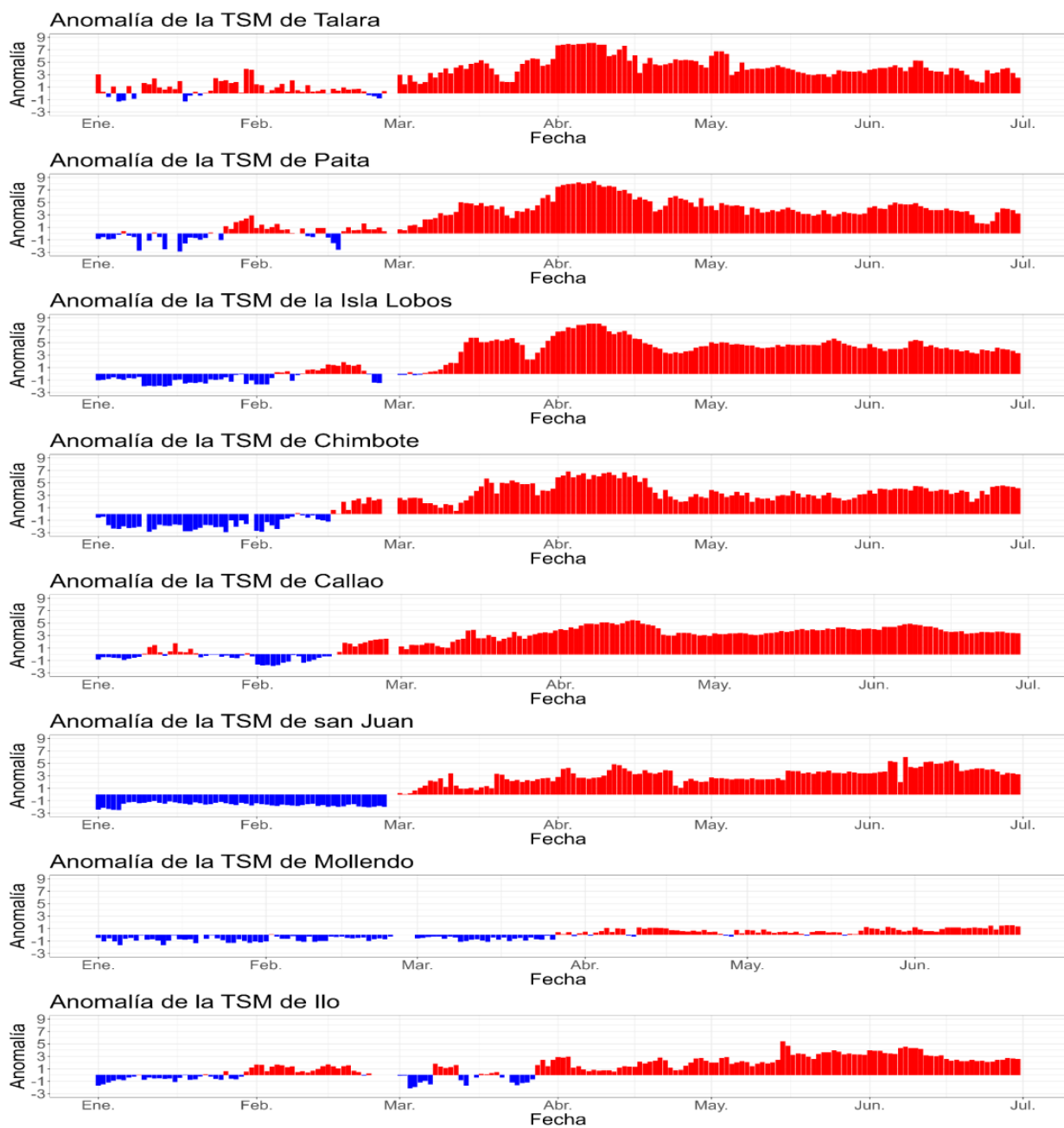


Figura 14. Anomalia de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de enero a junio 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

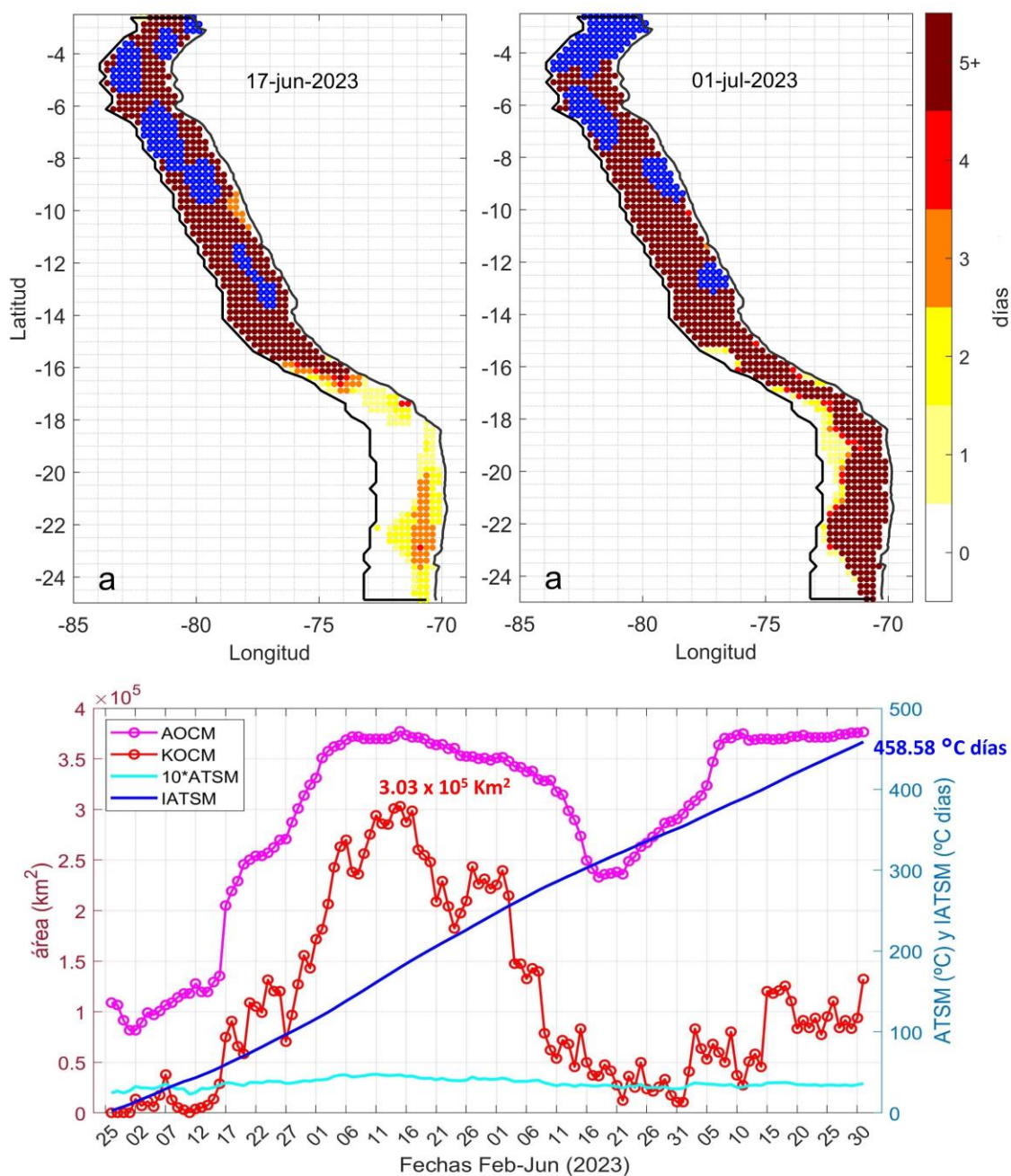


Figura 15. a) y b) Extensión de la ola de calor marina (OCM) dentro de la franja de 150 millas frente a la costa el 17 de junio y el 01 de julio 2023; la escala de color indica el número de días en los cuales la TSM ya ha superado el percentil 90 de los datos diarios históricos, usando el período 1982-2011 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 ATSM; y anomalía integrada (IATSM; °C x días). Las cifras corresponden al máximo de la KOCM, alcanzado el 15 de abril y a la IATSM al 01 de julio. En ENC 2017 la KOCM máxima fue de aproximadamente 1.85×10^5 Km² y la IATSM fue 300 °C x días. Fuente: OISST 2.1; procesamiento: IMARPE.

Las anomalías del nivel del mar (ANM) en la franja de las 60 mn adyacentes a la costa peruana, disminuyeron en toda la franja durante el mes y con una mayor magnitud durante la segunda quincena, debido al arribo y propagación de la onda Kelvin fría. Es así que entre la primera y segunda quincena, al norte y sur de Callao, las ANM variaron de +30 cm y +22 cm a valores de hasta +18 cm y +12 cm, respectivamente. En el litoral la disminución del nivel del mar fue mayor (Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19).

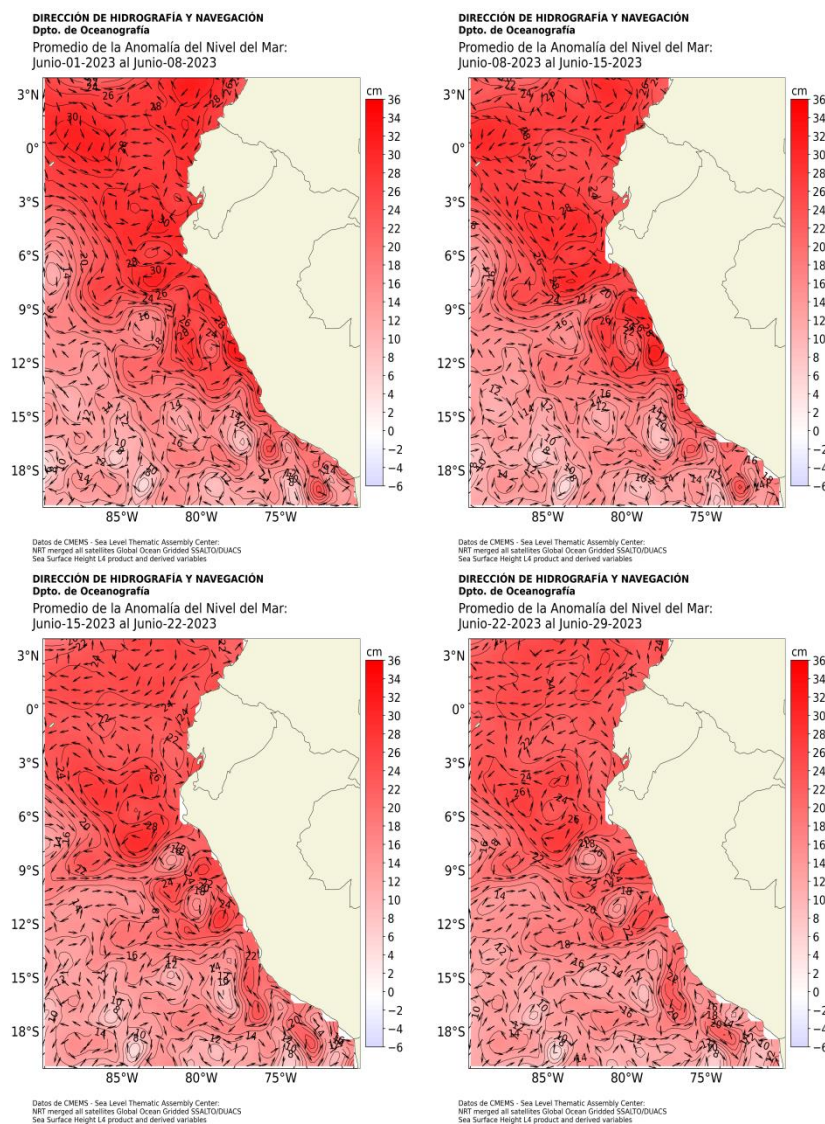


Figura 16. Cartas de anomalías de nivel del mar semanales frente a la costa de Perú durante junio de 2023. Procesamiento: DIHIDRONAV.

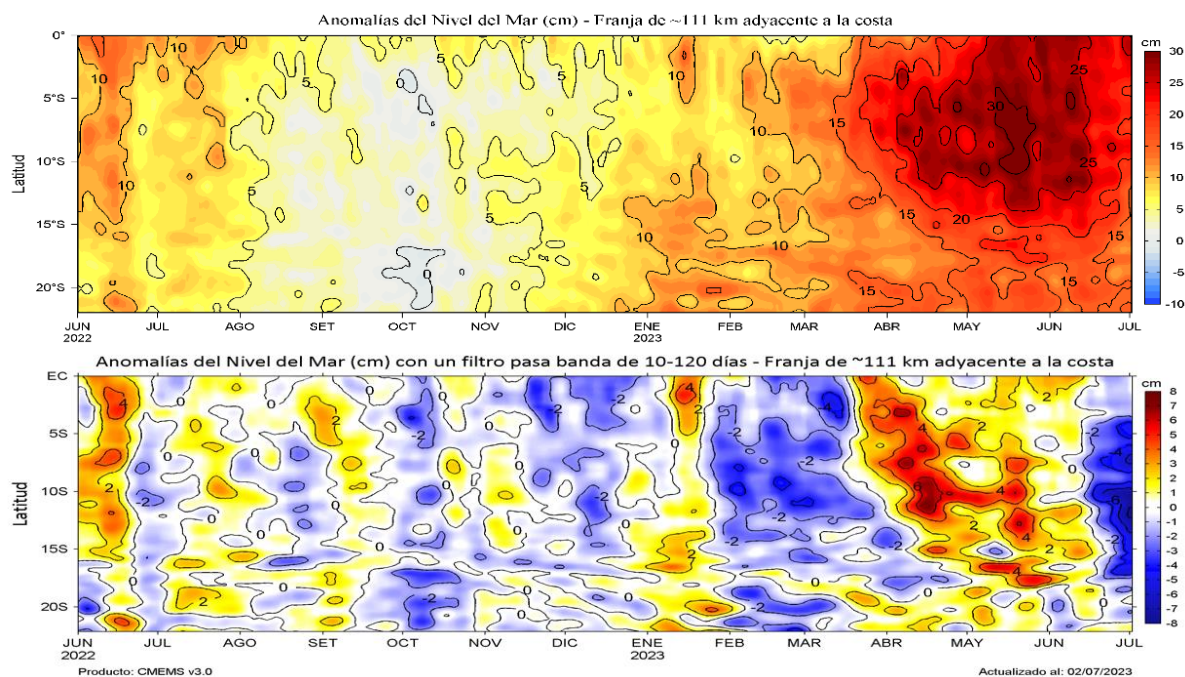


Figura 17. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses, al 12 de junio 2023. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

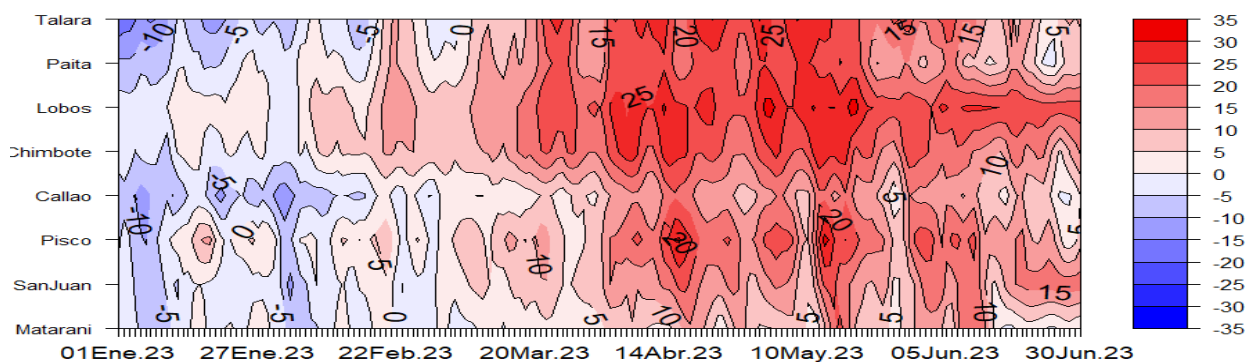


Figura 18. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM en el litoral de Perú (con filtro móvil anual) de enero a junio 2023. Climatología: 1991-2020. Procesamiento: DIHIDRONAV.

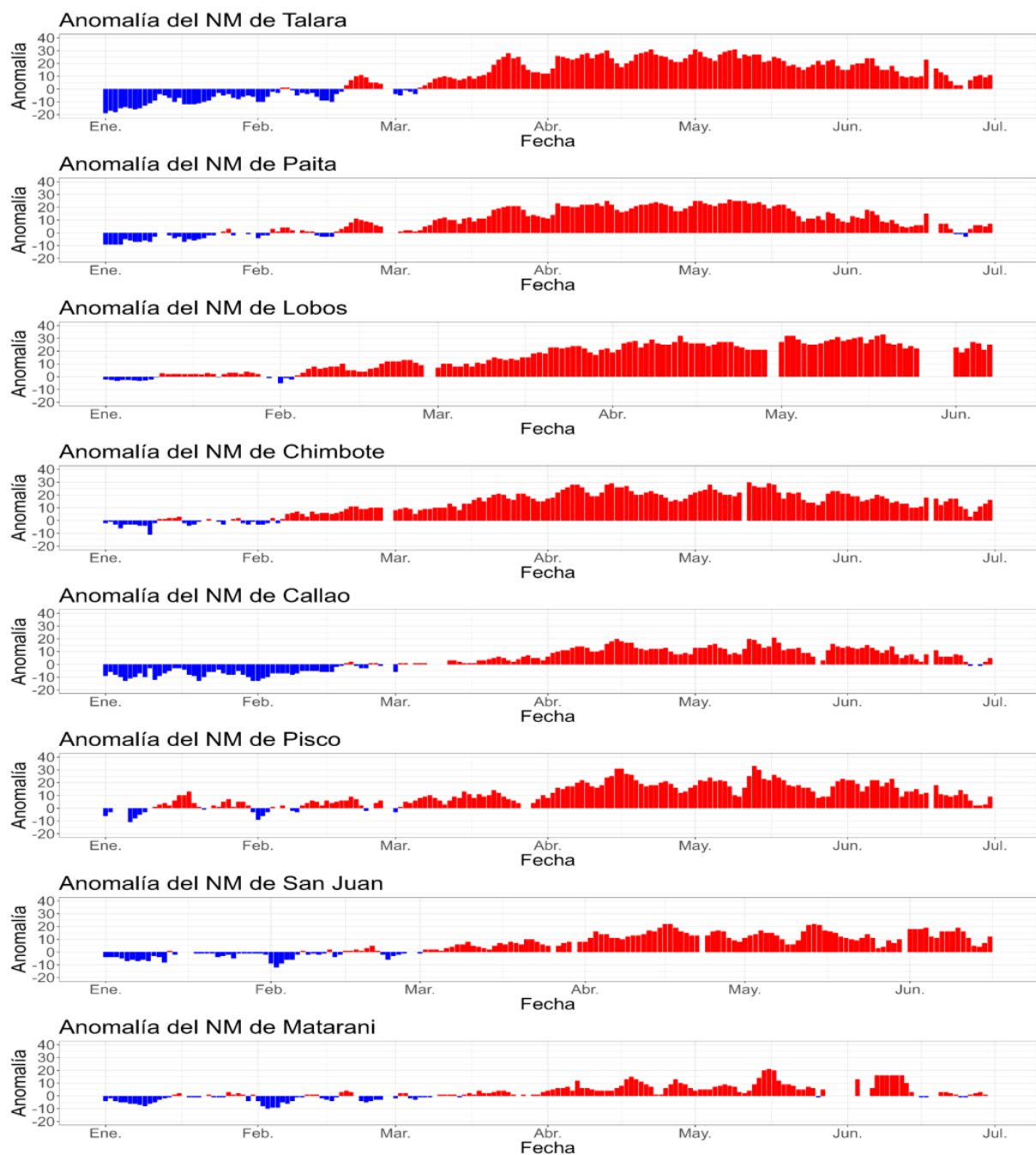


Figura 19. Anomalía de la NM diario a lo largo del litoral de Perú de enero a junio 2023. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DHN.

Respecto a la temperatura subsuperficial, durante junio, frente a la costa norte, dentro de las 161 mn, se observaron anomalías promedio de $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 100 m de profundidad. Entre la tercera y cuarta semana de junio entre los 200 y 500 m de profundidad se observó una disipación de las anomalías positivas por debajo de los 300 m y se desarrollaron anomalías negativas de hasta $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre los 300 y 400 m (Figura 20, Figura 21 y Figura 22). Frente a la costa central, entre las 80 y 125 mn las anomalías promediaron entre $+2$ y $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante junio; sin embargo, alcanzaron hasta $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre la plataforma continental (Figura 21 y Figura 22).

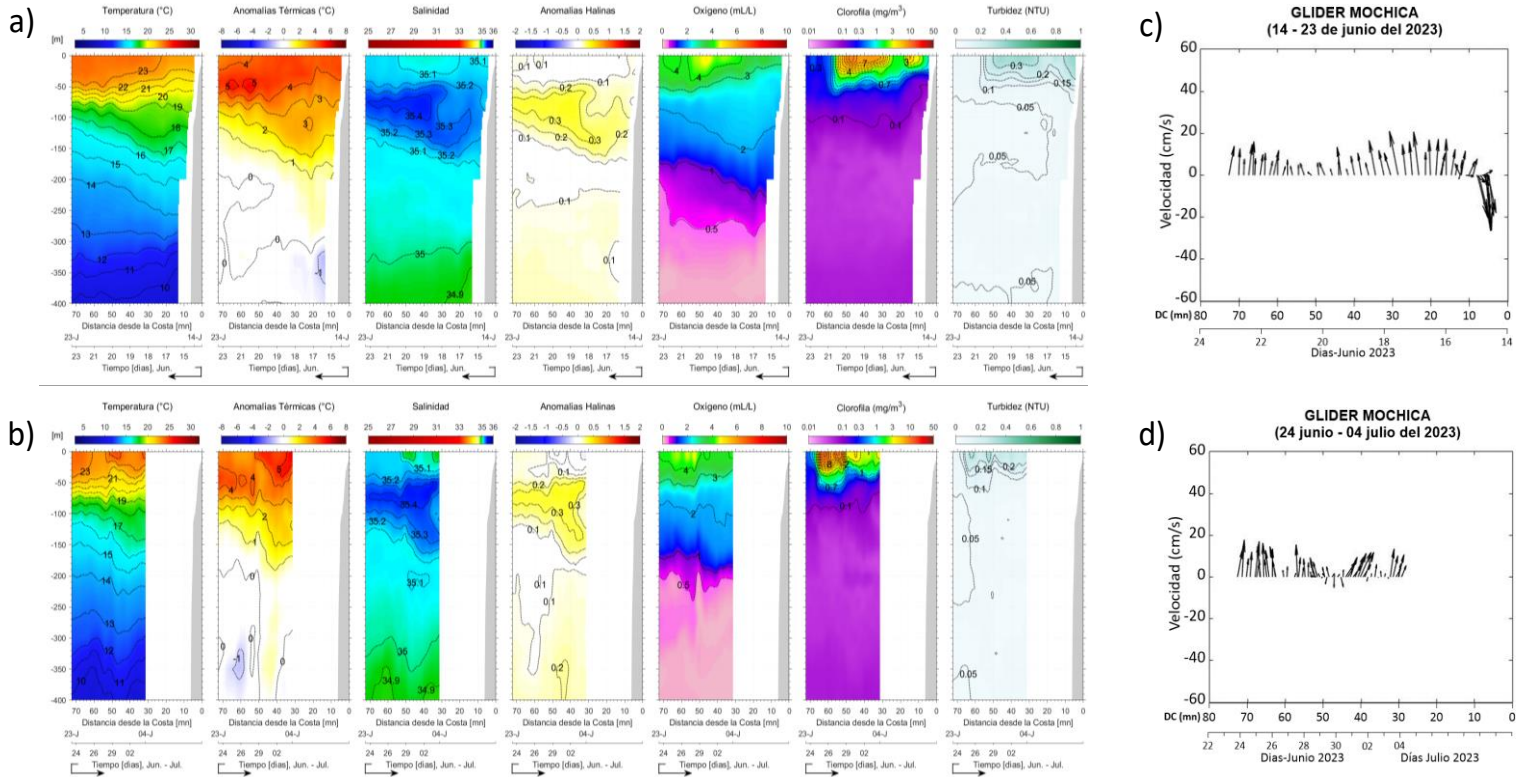


Figura 20. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, oxígeno (mL L^{-1}), clorofila (mg m^{-3}) y turbidez (NTU) registrados del 14 al 23 de junio (a) y del 24 de junio al 04 de julio (b) por el *glider* Mochica frente a Negritos – Talara; corrientes integradas en la capa de 0 – 400 m del 14 al 23 de junio (c) y del 24 de junio al 04 de julio (d).

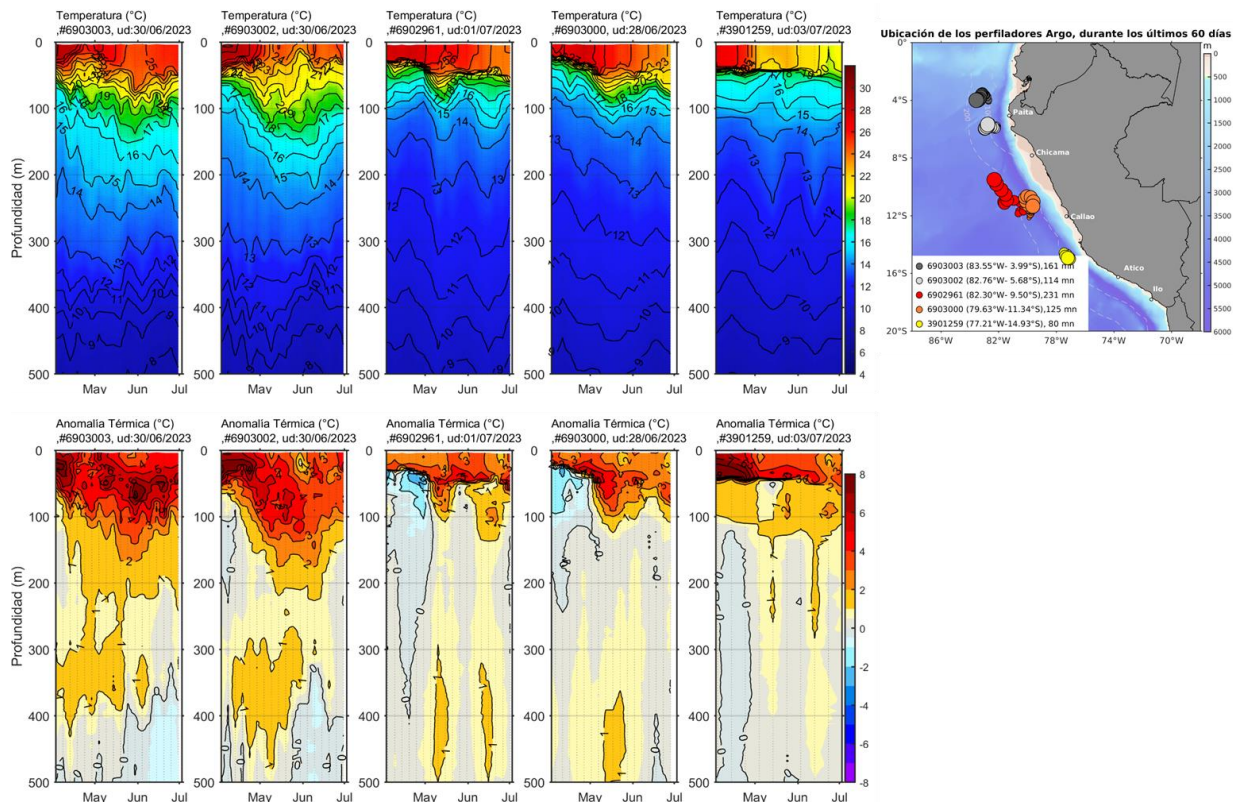


Figura 21. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 150 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (4 mayo - 3 julio). Climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

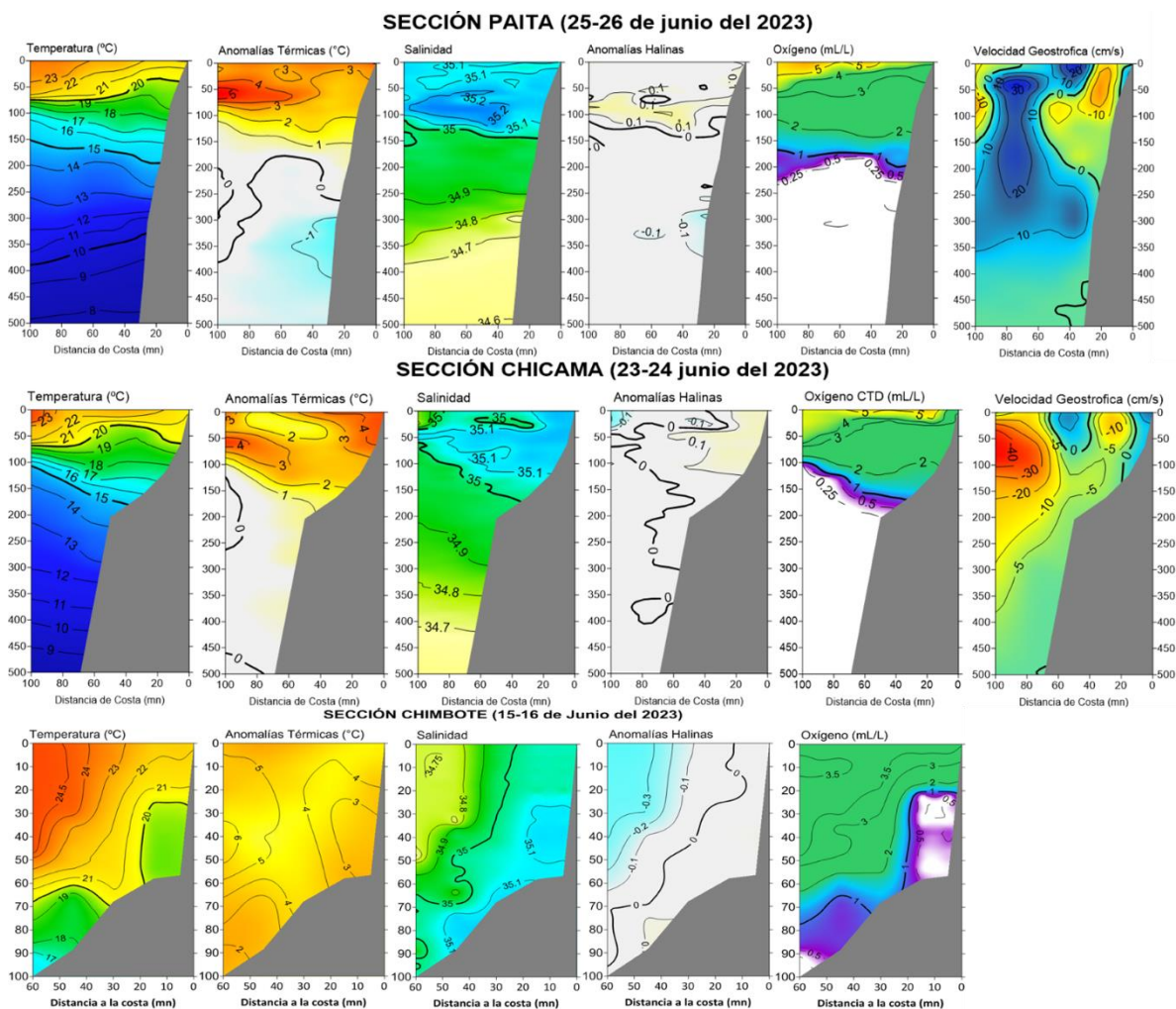


Figura 22. Las columnas (de izquierda a derecha) indican secciones de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas, oxígeno disuelto OD (mL L^{-1}) y corriente geostrofica. Las filas (de arriba abajo) son secciones de Paíta (25-26 junio), Chicama (23-24 junio) y Chimbote (15-16 junio).

Cabe indicar que durante el mes de junio, considerando los registros de boyas Argo frente a la costa norte, las anomalías térmicas mayores a $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ se redujeron en profundidad de 150 m a 110 m; este cambio también se observó en junio de 2015, asociado a El Niño 2015-2016 (Figura 23). La profundidad de la termoclina y oxiclina frente a Paita y Chicama continuó mostrando anomalías positivas, aunque menores respecto al mes anterior (Figura 24).

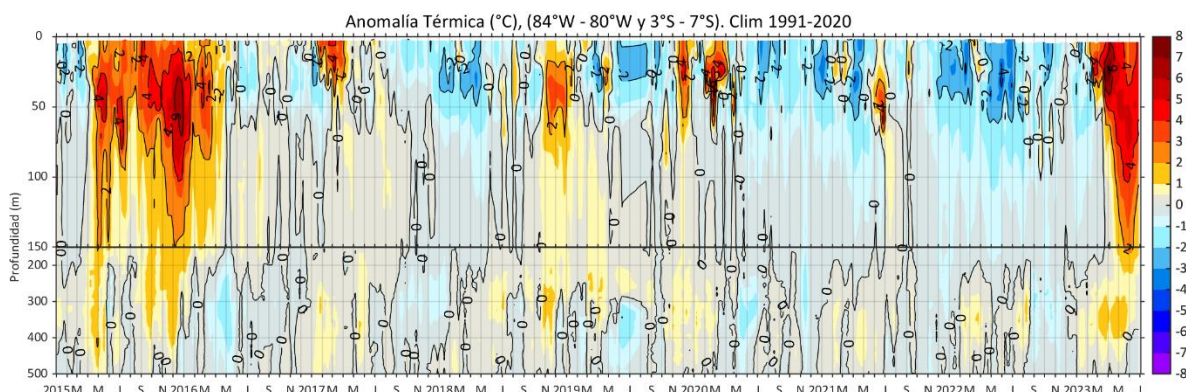


Figura 23. Anomalia térmica en base a los perfiladores ARGO, frente al zona norte, climatología 1991-2020.

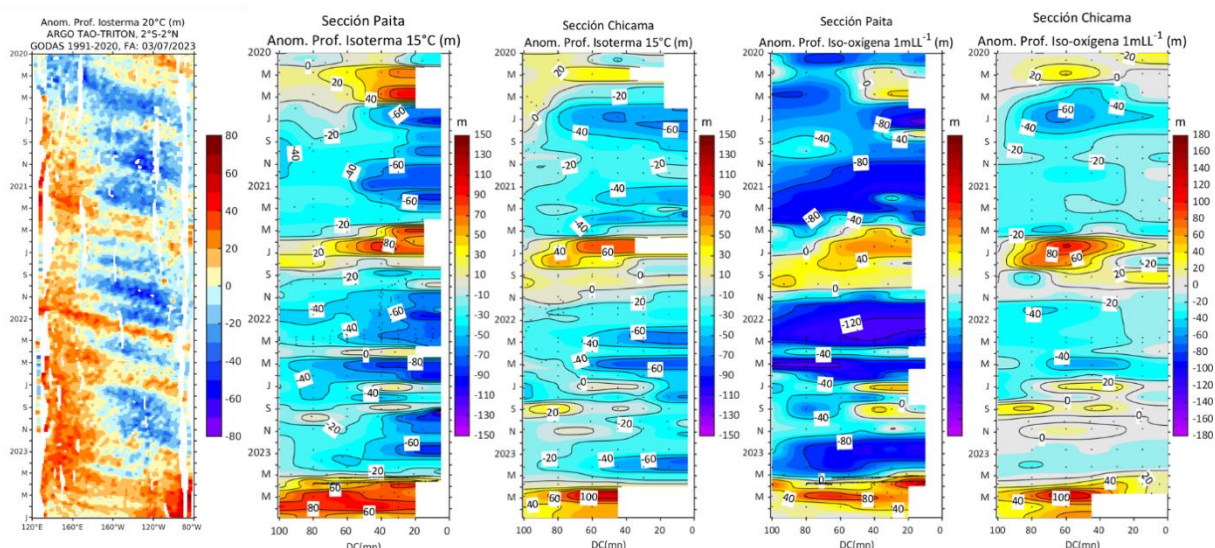


Figura 24. Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacífico ecuatorial (ARGO/ TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y de la iso-oxígeno de 1 mL.L^{-1} , indicadores de la termoclina y de la oxiclina, respectivamente, frente a Paita y Chicama, estimadas en base a los monitoreos mensuales realizados por el IMARPE.

En la capa sub-superficial las mayores anomalías térmicas se presentaron frente a la costa norte y centro durante junio, observándose una disminución en la extensión vertical de las anomalías positivas desde inicios de mes frente a zona norte; registrando anomalías de hasta +4 °C para los últimos días sobre los 150 m. Entre los 200 m y 500 m se registró una normalización hasta ligeras anomalías negativa asociado al ascenso de las isotermas. Mientras que se observa una conservación y hasta ligero incremento frente a la zona centro, alcanzando hasta los 100 m de profundidad. Esta disminución en la zona norte estaría relacionada con la llegada de la onda Kelvin fría (Figura 25).

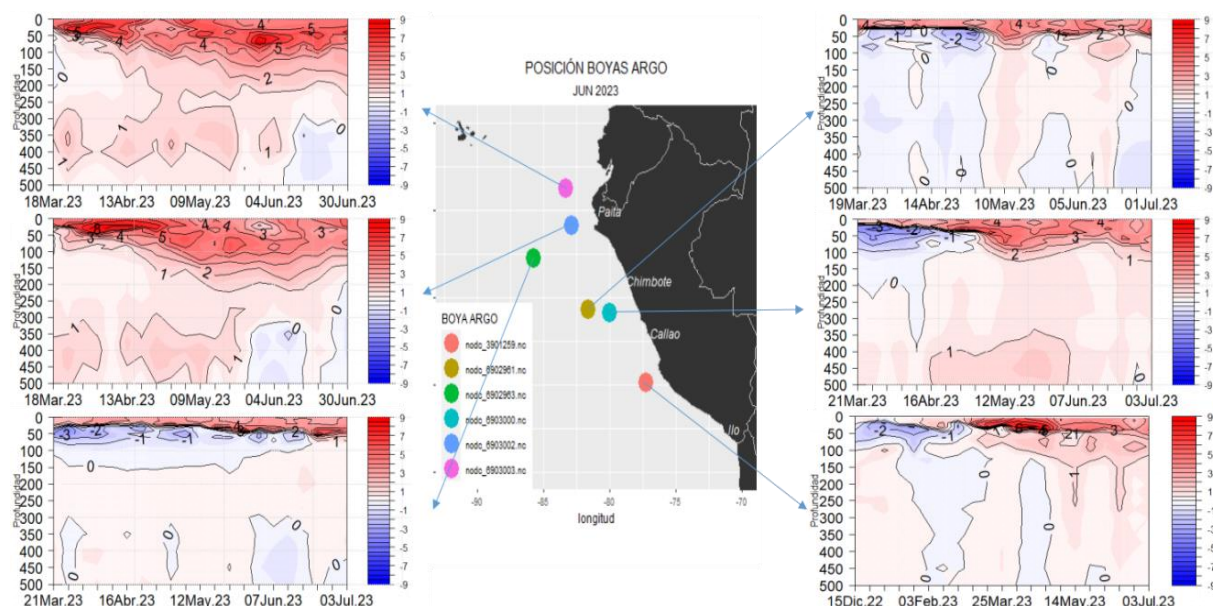


Figura 25. Secciones de anomalías de temperatura del mar de marzo a junio de 2023 hasta los 500 m de profundidad. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

La salinidad superficial del mar (SSM) en junio mostró la permanencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) y las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) al norte de Tumbes y Caleta Cruz, respectivamente. Al sur de Caleta Cruz, se apreció un notable incremento de la cobertura de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS, $S \geq 35,1$) hacia la zona costera, alcanzando un espesor de hasta 150 m frente a la costa norte (Figura 20 y Figura 22). A nivel superficial, las ASS presentaron su mayor acercamiento hacia la costa entre Pucusana y Pisco. Fuera de las 40 mn, en la segunda quincena de junio se detectaron núcleos de salinidad de 34,8 entre Chicama y Callao sobre los 30 m, asociados a la mezcla de los remanentes de AES con ASS (Figura 26, Figura 27 y Figura 28).

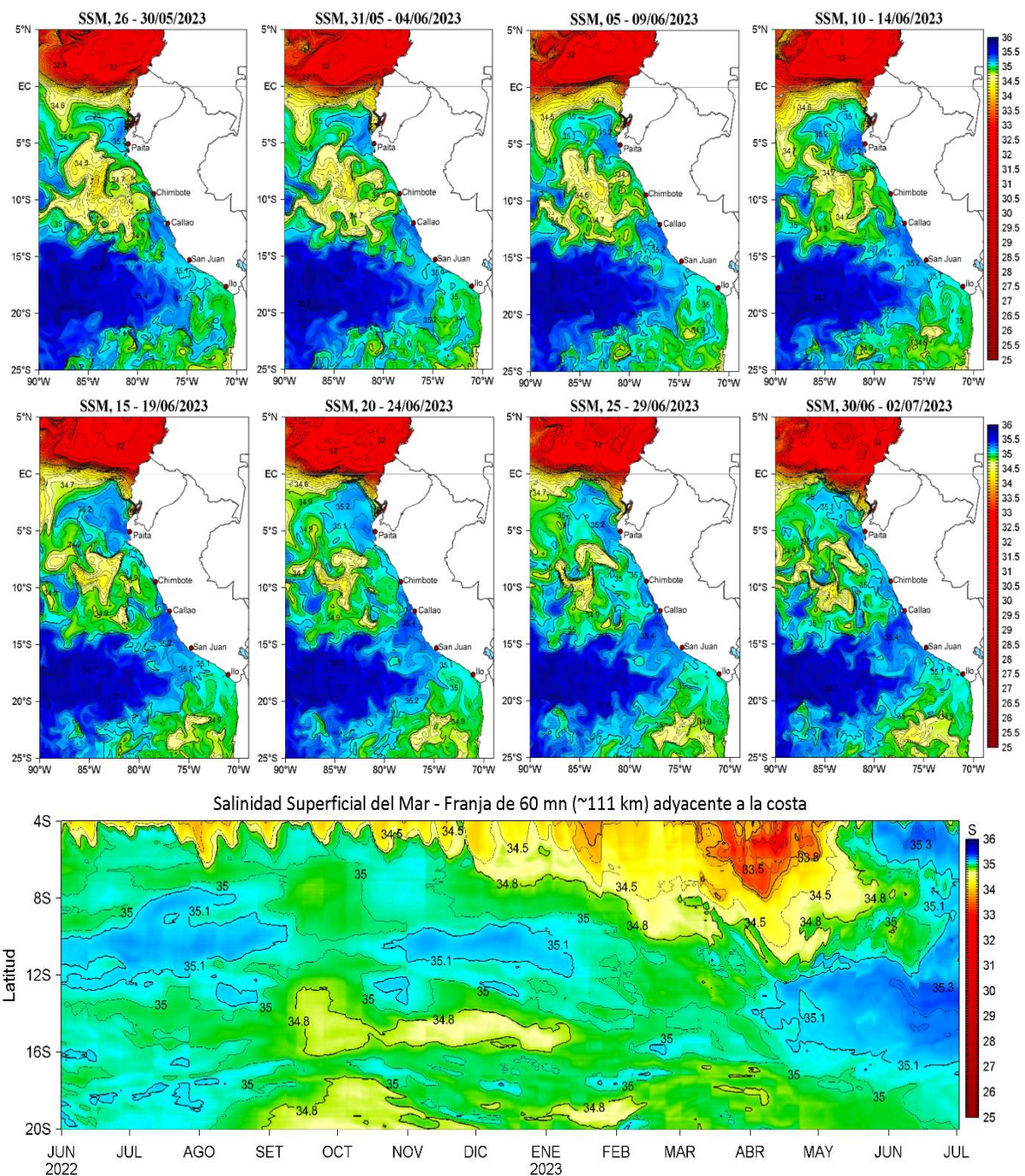


Figura 26. (a) Distribución pentadal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de junio y julio 2023. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 2 de julio de 2023. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et 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.

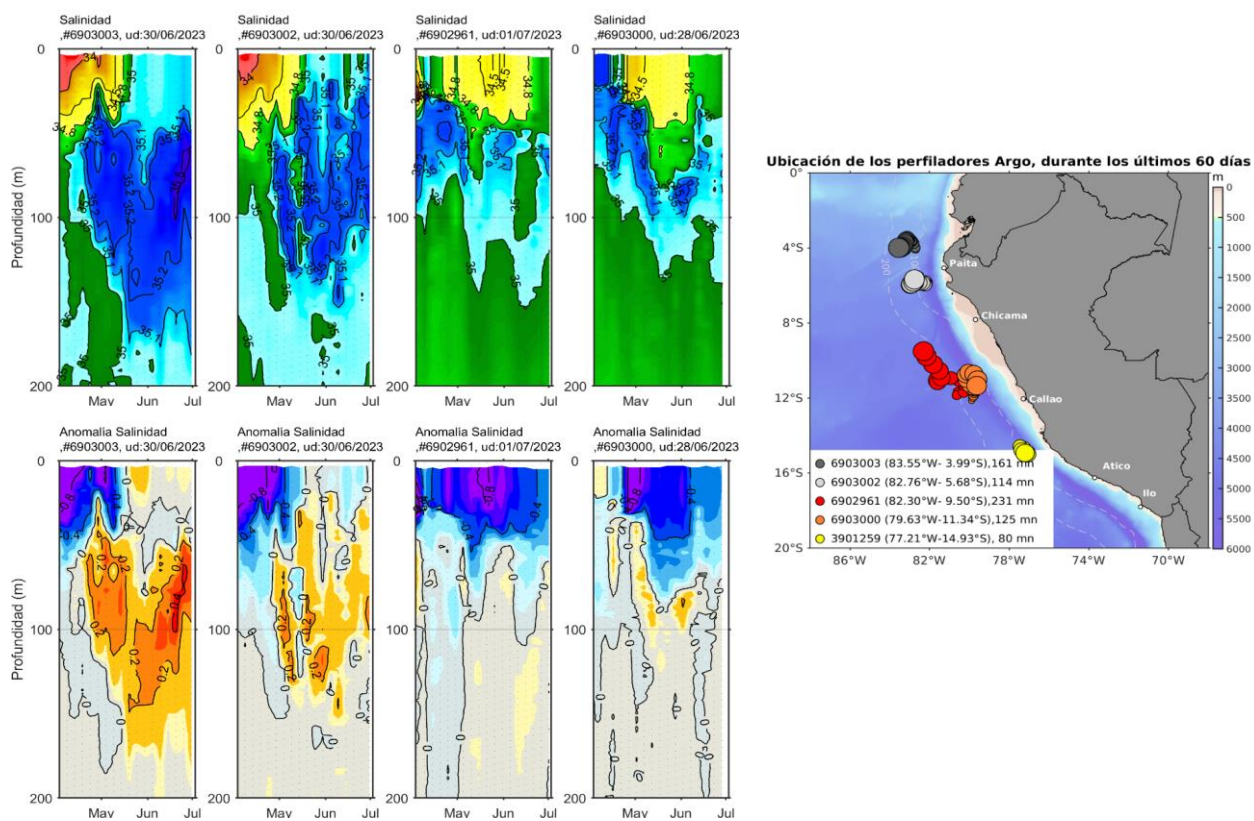


Figura 27. Evolución de la salinidad del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (30 junio - 3 julio).
Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

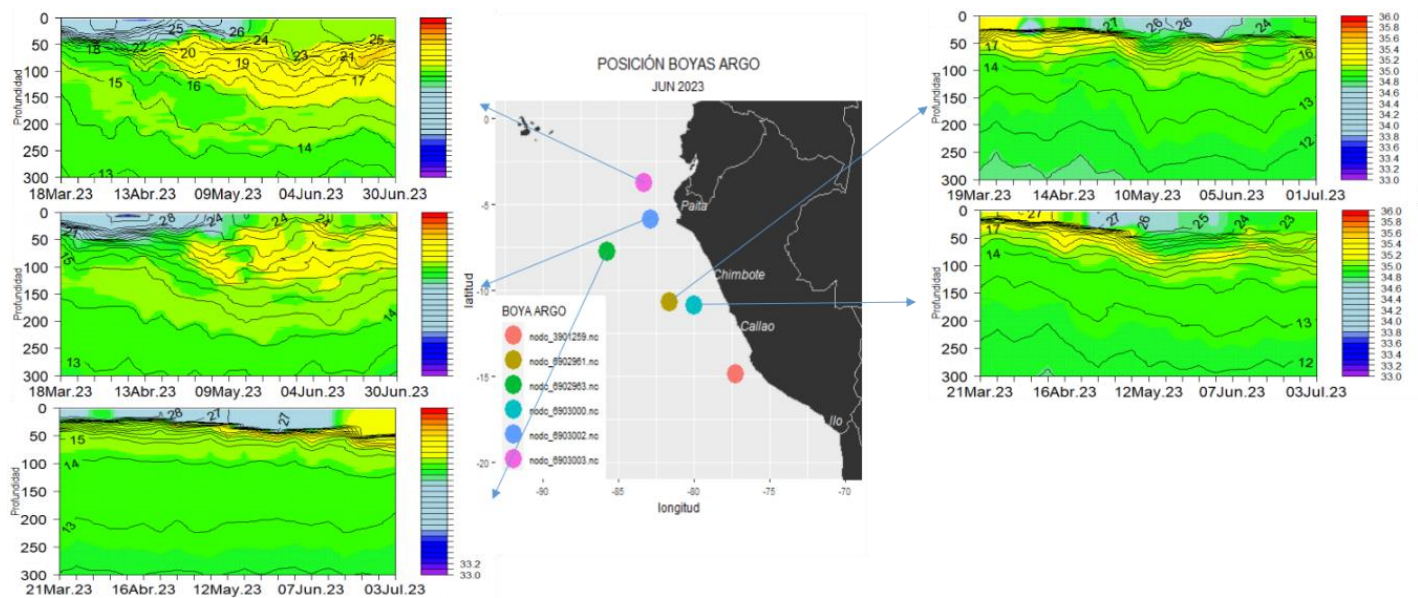


Figura 28. Secciones de la temperatura (isolíneas) y salinidad (shape) del mar frente a la costa de Perú de marzo a junio 2023. Fuente: datos: Argo, procesamiento: DIHIDRONAV.

Respecto a las concentraciones de oxígeno disuelto (OD), en la última semana de junio, en la sección Paita y en la sección Chicama se registró el afloramiento de la iso-oxígena de $4,0 \text{ mL L}^{-1}$ en una zona muy costera dentro de las 30 mn, coincidente con las isotermas de 21 y $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$, indicando un afloramiento de aguas cálidas y relativamente oxigenadas (Figura 24). El límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO, $\text{OD} < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$) fue registrado entre los 190 m a 250 m de profundidad en la frente a Negritos-Paita y entre 100 a 200 m de profundidad en la sección Chicama (Figura 20 y Figura 22), indicando una tendencia ascendente en las últimas semanas frente a Negritos-Paita.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, aumentó ligeramente respecto a mayo, presentando concentraciones promedio de $1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 30 mn a lo largo de la costa peruana, con concentraciones mayores a $3 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, dentro de las 10 mn, principalmente al norte de Chicama. Estos valores estuvieron relacionados con anomalías de $+3 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ al norte de Chicama y entre -1 a $-3 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ al sur de Huacho, con los menores valores frente a Pisco ($-5 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 29). El incremento de la clorofila-a frente a la costa norte también es evidenciado por datos *in situ* (Figura 20 y Figura 31), los cuales indican que los núcleos de concentración de clorofila-a alcanzaron los 25 m de profundidad entre Negritos y Chicama, con valores de hasta $7,5 - 10 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ frente a Negritos - Paita (Figura 20 y Figura 31). Cabe indicar que la concentración de clorofila-a en las últimas semanas de junio, se encuentra por primera vez en lo que va del año en la misma magnitud de su climatología (Figura 30)

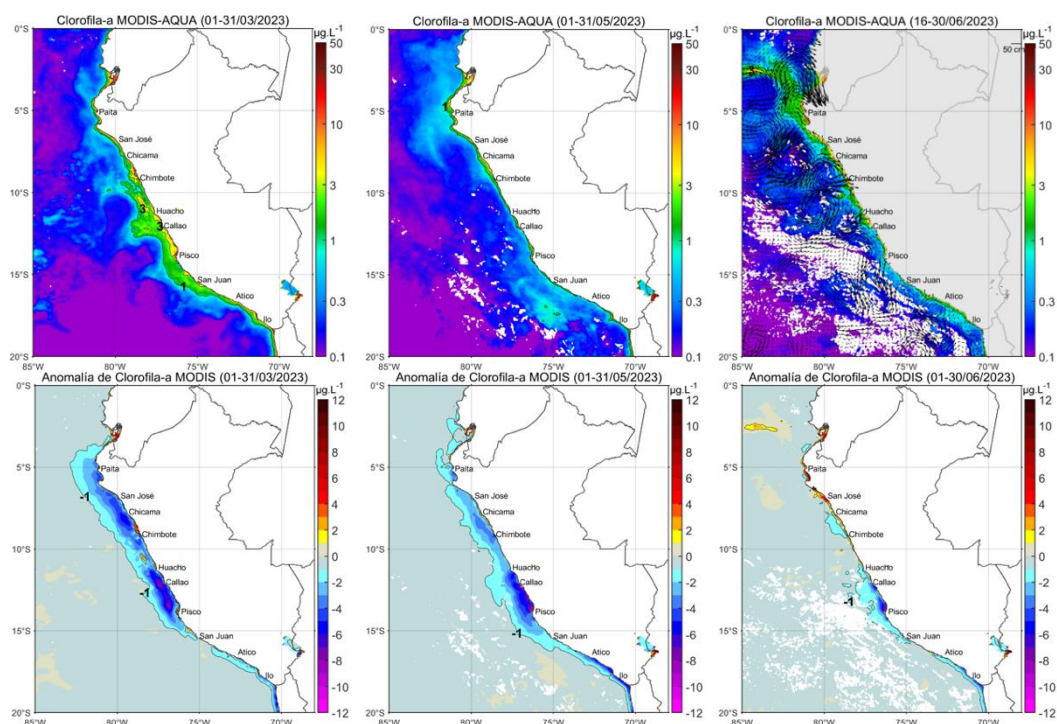


Figura 29. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior), durante abril, mayo y junio de 2023 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

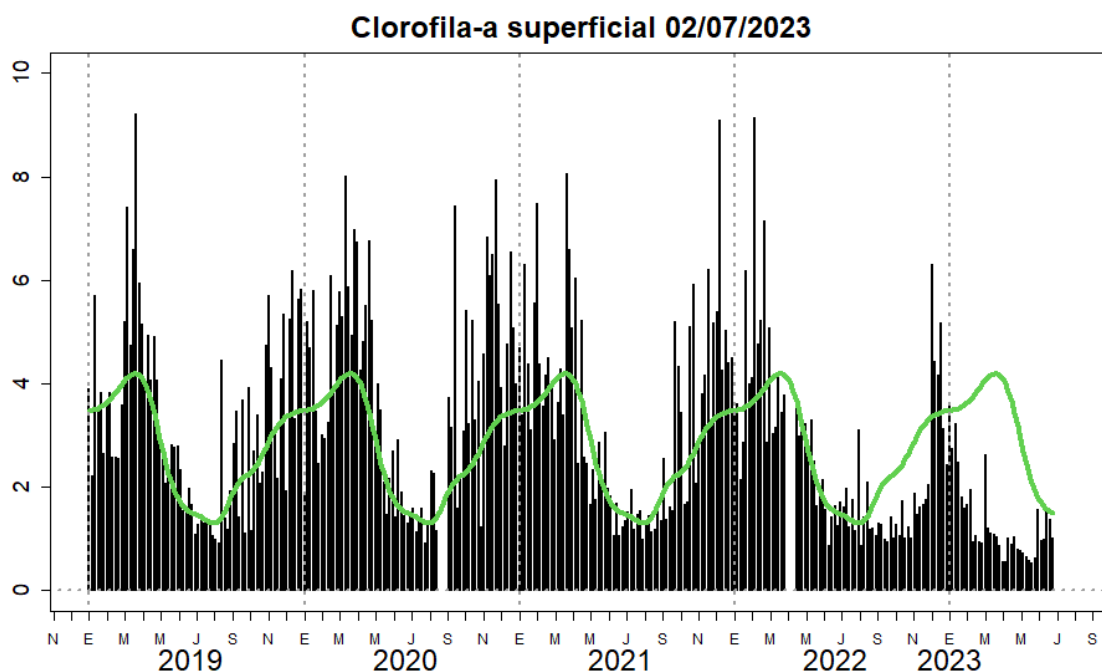


Figura 30. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

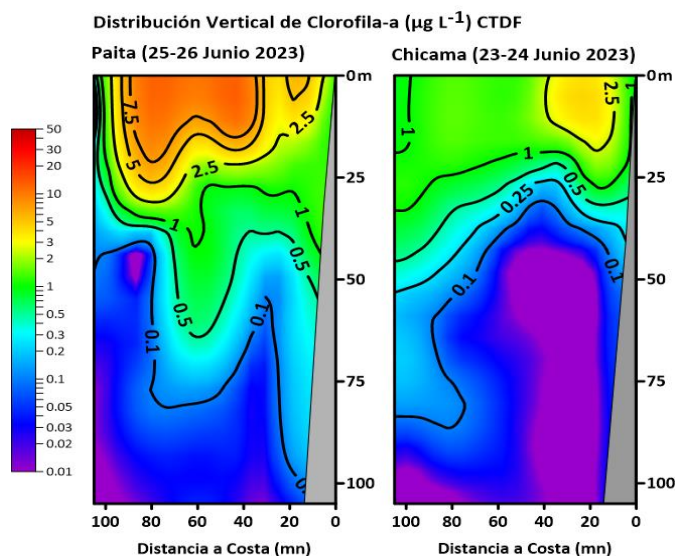


Figura 31. Distribución vertical de la concentración de clorofila-a ($\mu\text{g L}^{-1}$) en las secciones de Paíta (izquierda) y Chicama (derecha) a fines del mes de junio. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

En junio, la flota industrial de cerco, dirigida a la pesca de anchoveta, se registró en la región norte-centro y sur del dominio marítimo peruano. En la región norte-centro, la anchoveta se registró dentro de las 50 mn asociada a la presencia de aguas de mezcla entre AES y ASS. En la región sur, se registró dentro de las 10 mn de Ilo al extremo sur asociada a aguas costeras frías (ACF) (Figura 32). En ambas zonas se observó una mayor abundancia de juveniles, con porcentajes mayores al 50 %. Los indicadores reproductivos de anchoveta peruana del stock norte-centro, hasta el 30 de junio, mostraron menores procesos de maduración gonadal y desove, acordes para la época (Figura 33).

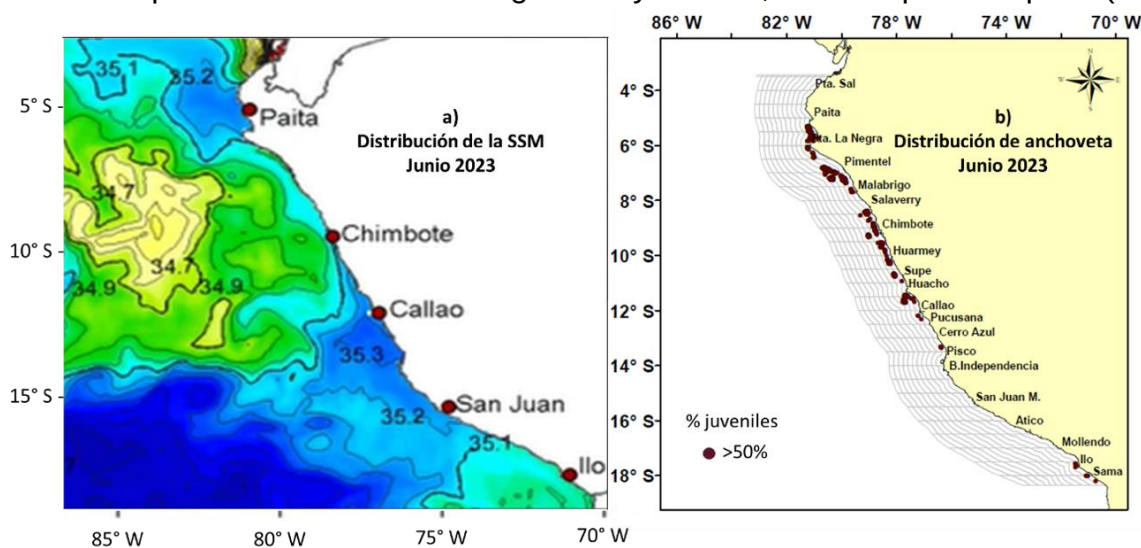


Figura 32. Distribución de a) salinidad superficial del mar (SSM) y b) la flota industrial de cerco de anchoveta en las regiones norte, centro y sur del dominio marítimo peruano.

Las especies transzonales se registraron a lo largo de mar peruano. La caballa se distribuyó

principalmente entre Paita y Pimentel dentro de las 60 mn asociado a masas de agua ASS y AES. La pesca de jurel se registró principalmente en la región sur entre Ático y Morro Sama, hasta las 25 mn, influenciada por los frentes halinos de las ACF con ASS. El bonito presentó una mayor cobertura entre Chimbote a Morro Sama dentro de las 40 mn, asociado a masas de agua entre AES, ASS y ACF (Figura 34) y al repliegue costero de la distribución de la anchoveta (Figura 34). La caballa presentó una disminución en los procesos de maduración gonadal y desove, mientras que los recursos jurel y bonito continuaron con una baja actividad reproductiva.

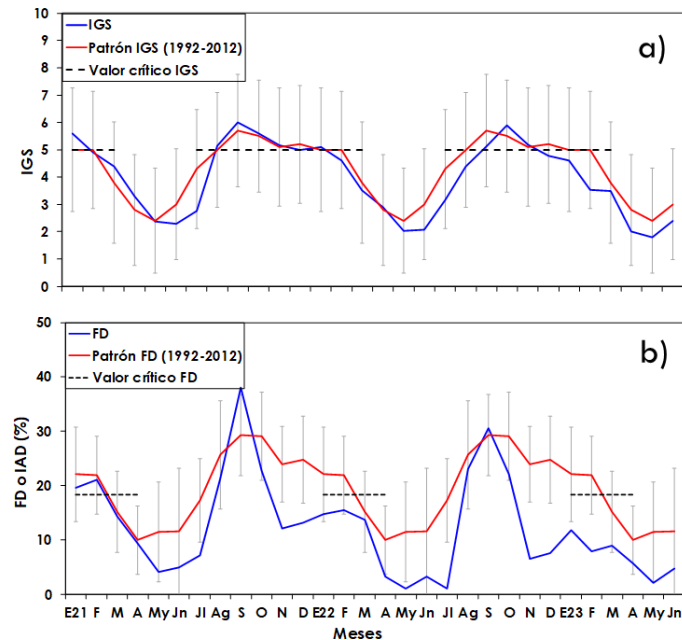


Figura 33. Indicadores reproductivos a) índice gonadosomático, b) fracción desovante de anchoveta peruana de enero del 2021 a junio del 2023

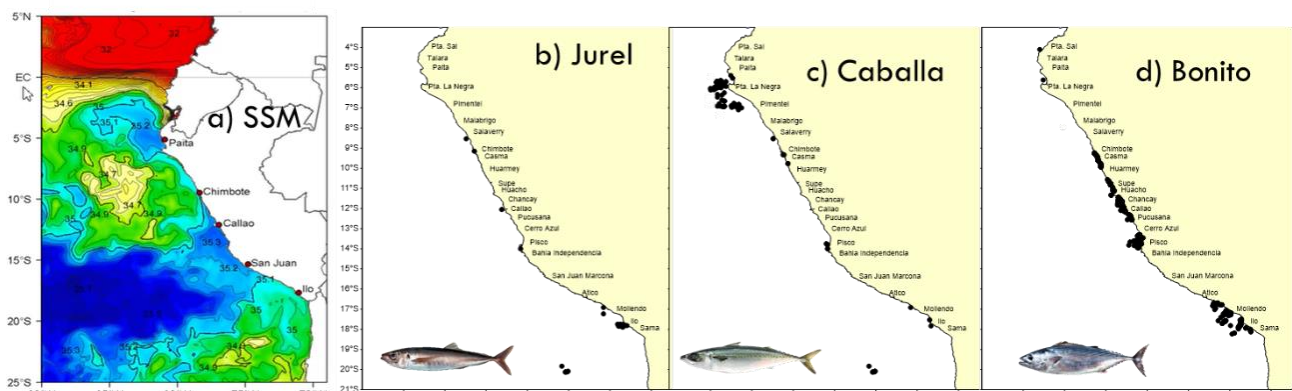


Figura 34. Distribución de la a) SSM y su relación con la b) jurel, c) caballa y d) bonito durante junio 2023.

Recursos demersales y litorales

Durante el mes de junio, la actividad de la flota industrial arrastrera se desarrolló en el área comprendida desde el extremo norte del litoral peruano hasta frente a Paita. La población de merluza presentó un núcleo de concentración frente a Puerto Pizarro, donde se estimaron los mayores valores de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) (Figura 35). Estos valores siguen considerándose bajos para esta pesquería, lo cual podría deberse a una profundización y cambios en la distribución del recurso. Por otro lado, disminuyó el ligero incremento de los individuos de mayor tamaño entre los 4° y 6°S (Figura 36), que podría estar indicando un leve desplazamiento de la población hacia el sur, como se tiene documentado ha ocurrido durante otros eventos el Niño.

En cuanto a los recursos invertebrados, respecto a la primera quincena del mes de junio, disminuyeron los desembarques del calamar gigante, pulpo y concha de abanico. El calamar gigante se encontró distribuido entre Punta Sal a Morro Sama, mostrando las mayores concentraciones en la zona norte y centro (Figura 37).

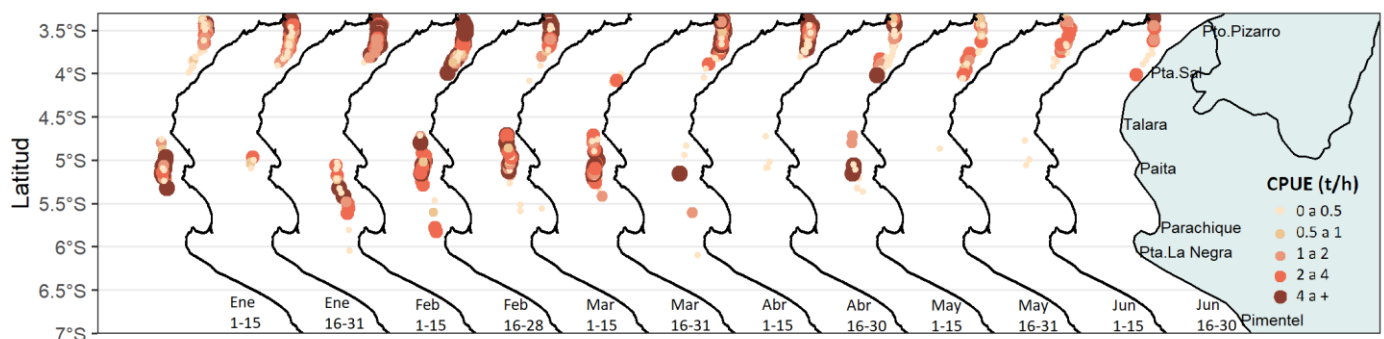


Figura 35. Distribución quincenal de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en t/h) por lance de pesca entre los meses de enero y junio del 2023 de la flota industrial de arrastre de merluza.

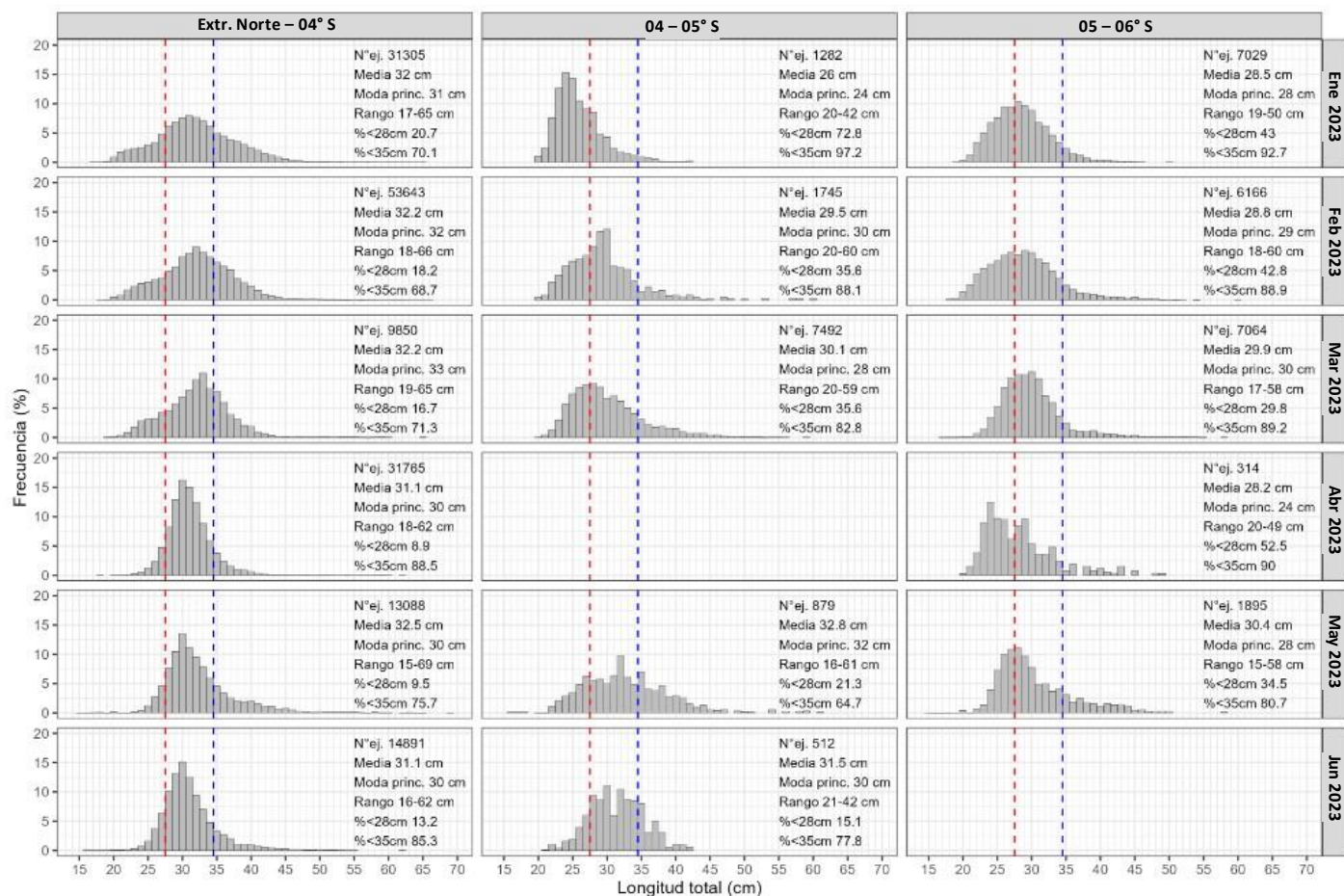


Figura 36. Distribución de tallas de merluza por subárea (latitud) entre los meses de enero y la segunda quincena de junio 2023 (de izquierda a derecha), capturada por la flota industrial de arrastre.

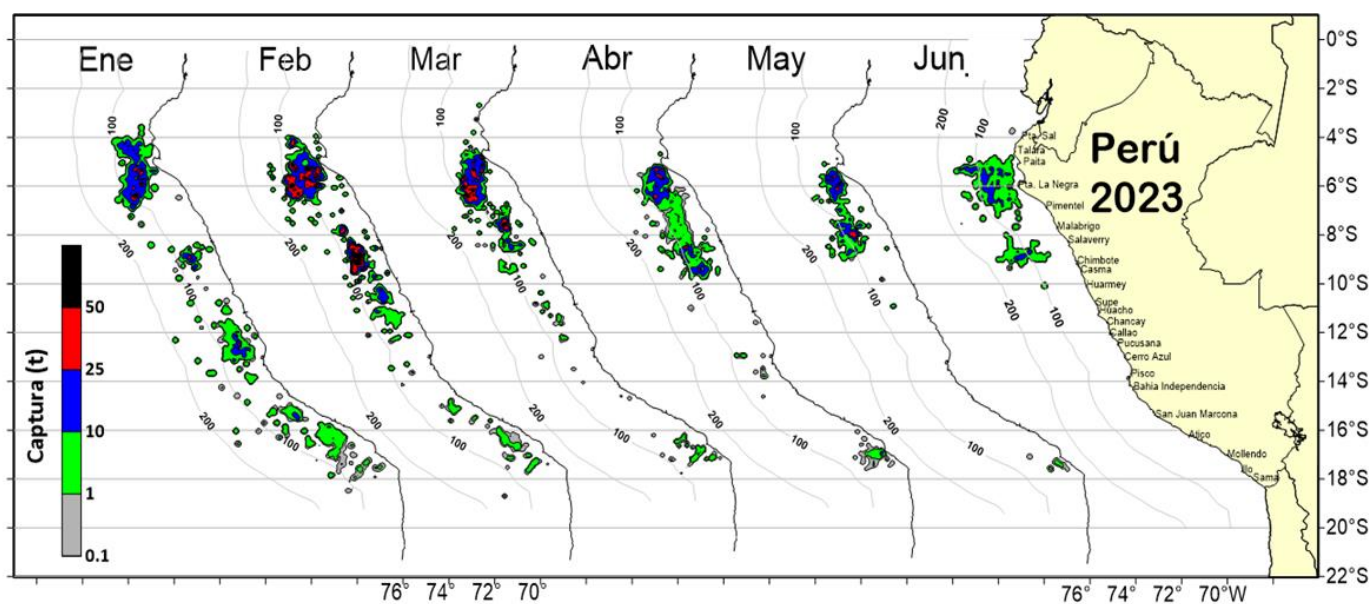


Figura 37. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante durante junio 2023

Especies indicadoras de condiciones cálidas

En la pesca artesanal de las regiones de Lima Norte, a las especies observadas desde fines de mayo y primera quincena de junio, se presentaron las especies *Xenichthys xanti* “chulita” y *Umbrina xanti* “Polla rayada”, que en condiciones normales se distribuyen de Cabo San Lucas (México) a Chimbote (Perú) y desde Baja California (México) a Pimentel respectivamente. En el sur, en Arequipa (Playa Quilca) se mantuvo la presencia de *Scomberomorus sierra* “sierra” (Figura 38)

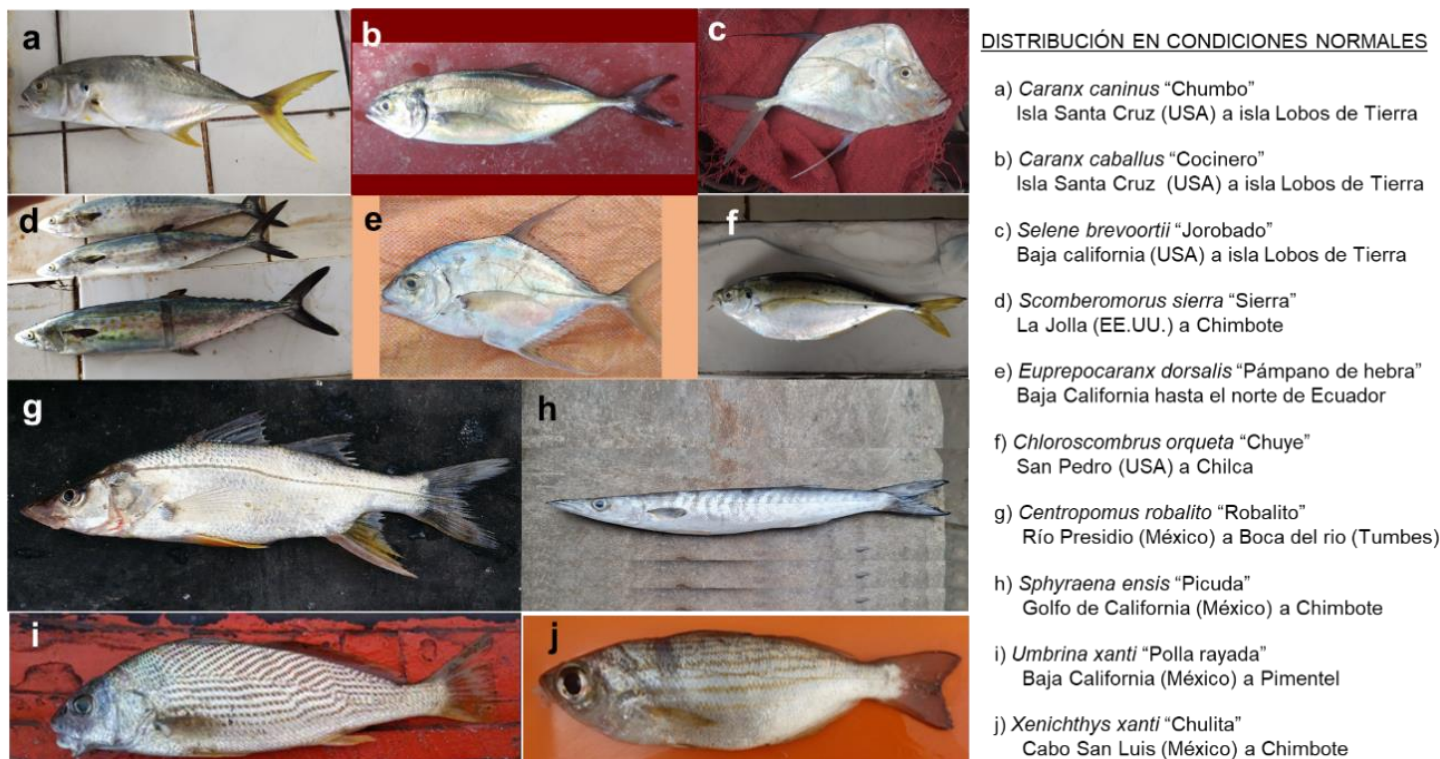


Figura 38. Especies de aguas cálidas registradas en la pesca artesanal de Lima, Callao y Arequipa en el mes de junio.

Varamiento de depredadores superiores

Durante el mes de junio, se registró el varamiento de *Chelonia mydas* “tortuga verde”, en San Juan Marcona. Este registro es inusual para la zona, ya que esta especie está restringida a aguas cálidas, por ser animales ectotérmicos, y su presencia podría estar relacionada al calentamiento anómalo (Figura 39).



Figura 39. Tortugas varadas en San Juan de Marcona durante junio.

3.4. Condiciones hidrológicas

Para el periodo del mes junio y los tres primeros días del mes julio del 2023, los ríos de la costa norte continúan presentando caudales sobre lo normal de forma muy considerable, pero algunos ríos muestran tendencia a la normalización como Chancay Lambayeque y el Santa. En los ríos del Pacífico centro y sur predominan caudales normales, pero los ríos Mala y Pisco se mantienen valores ligeramente sobre lo normal, en cuanto a los ríos de la sierra oriental, el Mantaro, Urubamba, Huancané, Ramis, Coata e Ilave se encuentran con valores por debajo de lo normal ya de forma persistente, mientras que el Huallaga, el Pampas y Apurímac muestra condiciones normales (Tabla 4).

Los principales embalses del país, al 03/07/2023 se encuentran al 78.89 % de la capacidad hidráulica nacional, cabe mencionar que las represas de San Lorenzo, Poechos, San Lorenzo, Tinajones y Gallito Ciego en el norte y Jarumas en el sur siguen al 100 % de su capacidad, mientras que los demás embalses del sur, en su conjunto, se encuentran dentro de sus valores mínimos históricos con tendencia a la disminución, mientras que en los embalses de la sierra sur y sierra centro continúan por muy debajo de sus valores mínimos históricos (Tabla 5).

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del al 03 de julio del 2023.

Zona	Rios	Pentadiarios (m3/s)							Promedio (m3/s)	Anomalía (%)
		Jun-23						Jul		
Pacífico Norte	Tumbes	175.9	145.6	148.5					156.7	144.1
	Chira	159.6	158.6	113.4	144.8	82.1	66.4	77.5	114.6	80.4
	Piura	100.9	95.4	83.6	79.8	57.6	47.0	53.8	74.0	618.8
	Motupe	2.1	1.7	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.5	57.9
	La Leche	6.9	6.6	6.5	6.3	4.3	3.2	2.6	5.2	55.2
	Chancay Lambayeque	43.0	31.6	28.2	21.2	17.1	17.4	17.1	25.1	44.3
	Zaña	14.6	12.5	11.9	11.2	8.6	7.9	7.0	10.5	89.7
	Jequetepeque	24.1	17.9	16.8	13.3	9.8	8.3	7.5	14.0	38.7
	Chicama	29.6	24.0	21.6	20.3	19.1	18.4		22.2	96.1
	Santa	71.6	60.5	57.0	54.4	49.6	47.9	48.5	55.6	-1.9
Pacífico Centro	Pativilca	20.0	18.7	17.5	16.3	15.4	14.2	13.9	16.6	-8.8
	Huaura	10.6	9.5	12.2	10.1	8.1	8.0	7.8	9.5	12.6
	Huaral	3.1	2.8	2.5	2.7	2.4	1.9	1.5	2.4	-59.4
	Chillón	1.9	1.9	1.8	1.5	1.6	1.4	1.6	1.7	-15.3
	Rímac	17.2	17.2	16.5	17.3	16.6	16.6	17.3	17.0	-2.4
	Mala	4.4	3.8	3.4	3.2	2.9	2.8	2.4	3.3	33.7
	Cañete	28.2	31.8	27.6	23.6	20.9	20.5	19.0	24.5	-17.2
	Pisco	6.3	5.8	5.5	5.2	4.8	4.5		5.4	52.3
	Acarí	2.5	2.1	1.9	1.8	1.5	1.2	1.2	1.7	-49.1
	Yauca	3.0	2.5	2.3	2.0	1.8	2.0	1.7	2.2	21.8
	Ocoña	48.5	44.3	39.7	38.5	36.3	39.7	40.0	41.0	-17.7
	Camaná	45.7	44.6	43.4	42.8	42.4			43.8	-0.2
	Chili	6.9	6.8	6.9	7.0	7.0	7.0	7.3	7.0	-3.3
	Sama	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3		1.2	9.7
	Cajaluma	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-4.3
Titicaca	Huancané	3.8	3.5	3.2	2.9	2.2	2.0	1.8	2.8	-36.9
	Ramis	16.9	16.2	15.4	13.9	9.8	8.9	8.5	12.8	-37.2
	Coata	4.6	4.5	4.3	4.4	4.1	3.7	3.5	4.2	-39.1
Marañón	Marañón (Coral Quemado)	414.2	266.3	233.9	219.2	170.4	149.0	146.9	228.5	-24.5
	Marañón (Cumba)	394.5	316.6	281.2	287.2	233.4	218.6		288.6	8.2
	Crisnejas (Puente)	19.1	4.0	4.9	7.7	9.0	10.5	4.7	8.6	-30.0
	Crisnejas (Jesús Túnel)	2.8	1.1	1.6	1.2	1.0	1.2	0.9	1.4	36.6
Hualлага	Hualлага (Huayabamba)	848.1	641.2	745.3	602.4	423.7	430.2	427.7	588.4	11.0
	Sisa	70.3	27.9	25.7	19.8	15.4	12.3	11.0	26.1	21.4
	Hualлага (Tingo María) m	1.1	1.0	1.3	1.3	1.0	0.9	0.9	1.1	-7.5
	Hualлага (Taruca)	39.8	34.3	34.7	32.9	27.0	24.3	23.0	30.9	-8.6
Mantaro	Mantaro (Pongor)	93.4	85.6	80.4	81.6	83.2	78.8	77.0	82.9	-28.3
	Mantaro (La Mejorada)	77.9	71.0	67.8	69.3	69.6	67.2	64.4	69.6	-28.6
	Mantaro (Stuart)	30.1	25.6	32.7	31.0	28.6	25.9	24.7	28.4	-48.9
	Mantaro (Chulec)	30.0	22.4	26.9	25.8	23.8	17.5	18.5	23.6	-51.1
Pampas	Pampas	78.1	73.7	71.6	69.8	68.4	66.5	65.3	70.5	18.4
Apurímac	Apurímac	115.0	111.9	104.5	96.7	93.7	87.9	87.9	99.7	-2.0
Urubamba	Urubamba (Km 105)	45.5	40.4	37.4	35.3	33.8	33.4	30.4	36.6	-19.4
	Paucartambo	11.3	10.5	9.7	8.4	7.4	6.8	6.6	8.7	-76.8
	Pisac	30.8	28.2	26.9	25.3	23.5	21.8	21.1	25.4	-41.5

Fuente: SENAMHI, Juntas de Usuarios y Proyectos Especiales

Elaborado: ANA

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 03 de julio del 2023

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm3)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	3-Jul	Piura	445.50	445.50	100.00
Costa - Norte	San Lorenzo	3-Jul	Piura	195.60	194.98	99.68
Costa - Norte	Tinajones	3-Jul	Lambayeque	331.55	328.30	99.02
Costa - Norte	Gallito Ciego	3-Jul	La Libertad	366.09	360.50	98.47
Costa - Centro	Viconga	3-Jul	Lima	30.00	22.20	74.00
Costa - Centro	Sistema Rimac	15-Jun	Lima, Junin	282.35	220.95	78.25
Costa - Centro	Choclococha	3-Jul	Ica	131.10	108.78	82.98
Costa - Sur	Ccaracocha	3-Jul	Ica	40.00	28.52	71.31
Costa - Sur	Condorama	3-Jul	Arequipa	259.00	212.32	81.98
Costa - Sur	El Pañe	3-Jul	Arequipa	99.61	72.93	73.22
Costa - Sur	Dique Los Españoles	3-Jul	Arequipa	9.09	2.94	32.34
Costa - Sur	Pillones	3-Jul	Arequipa	78.50	43.33	55.20
Costa - Sur	El Frayle	3-Jul	Arequipa	127.24	74.65	58.67
Costa - Sur	Aguada Blanca	3-Jul	Arequipa	30.43	18.01	59.19
Costa - Sur	Chalhuanca	3-Jul	Arequipa	25.00	22.76	91.04
Costa - Sur	Bamputañe	3-Jul	Arequipa	40.00	22.16	55.40
Costa - Sur	Pasto Grande	3-Jul	Moquegua	200.00	152.40	76.20
Costa - Sur	Paucarani	3-Jul	Tacna	10.50	3.26	31.05
Costa - Sur	Laguna Aricota	3-Jul	Tacna	280.00	194.04	69.30
Sierra - Centro	Jarumas	3-Jul	Tacna	13.00	13.00	100.00
Sierra - Centro	Cuchoquesera	3-Jul	Ayacucho	80.00	69.81	87.26
Sierra - Sur	Lago Junin	3-Jul	Junin	441.00	230.18	52.20
Sierra - Sur	Lagunillas	3-Jul	Puno	585.13	423.50	72.38
Sierra - Sur	Sibinacocha	3-Jul	Cusco	110.00	56.61	51.46
Situación Nacional				4210.69	3321.63	78.89

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos

Elaborado: ANA

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En las zonas productoras de Lambayeque y Piura, las temperaturas máximas y mínimas superiores a su promedio climático propiciaron el brotamiento vegetativo de las plantaciones de mango; sin embargo, se observó el inicio lento de maduración de brotes; específicamente en Lambayeque. En la costa central, las condiciones cálidas retrasaron la floración de la fresa, especialmente las variedades de “día corto”; al mismo tiempo que se reportó una mayor incidencia de plagas en los cultivos de papa, maíz, hortalizas, entre otros. En la costa sur, la persistencia de temperaturas superiores a su climatología fue favorable para el desarrollo vegetativo de los olivares que finalizaron la cosecha (Figura 40).

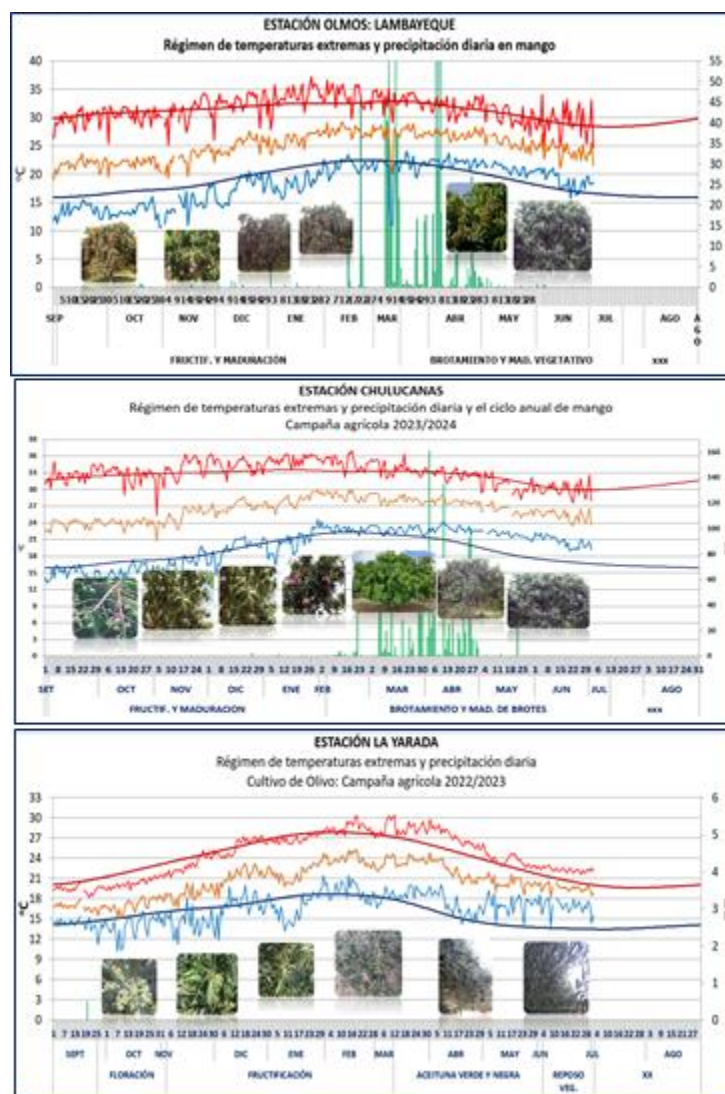


Figura 40. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2023/2024 en las estaciones de Lambayeque, Chulucanas y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME, con condiciones iniciales de junio de 2023, para el Pacífico central (Niño 3.4), indican en promedio, condiciones de cálidas moderadas en los meses de julio y agosto, condiciones cálidas fuertes entre los meses de setiembre y febrero de 2024, y finalmente se esperarían condiciones cálidas moderadas para los meses de marzo y abril (Tabla 6).

Los resultados del modelo CFSv2, entre los días 23 junio y 02 de julio, en promedio, indican condiciones cálidas moderadas hasta el mes de setiembre, condiciones cálidas fuertes entre los meses de octubre y enero de 2024, en el mes de febrero la condición sería cálida moderada (Figura 41)

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	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2	1.12	1.44	1.66	1.79	1.81	1.76	1.65	1.50	-----	-----
CanCM4i	1.26	1.57	1.73	1.80	1.89	1.96	1.96	1.79	1.51	1.15
GEM5_NEMO	1.10	1.18	1.19	1.25	1.34	1.44	1.49	1.44	1.29	1.02
NASA	1.25	1.32	1.20	1.04	0.94	0.88	0.73	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	1.23	1.46	1.55	1.62	1.76	1.87	1.88	1.79	1.58	1.31
COLA	1.30	1.72	2.02	2.21	2.26	2.21	2.03	1.75	1.45	1.27
Promedio										
NMME	1.21	1.45	1.56	1.62	1.67	1.69	1.62	1.65	1.46	1.19

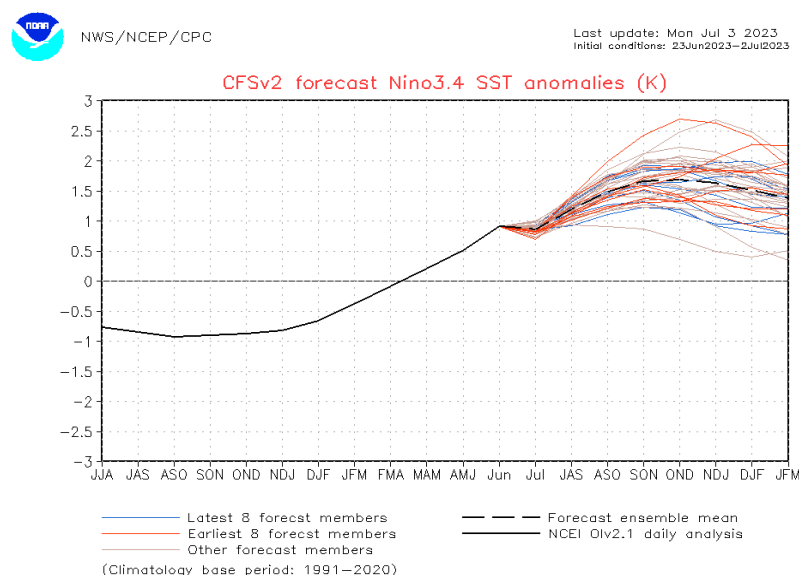


Figura 41. Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSV2, para la región Niño 1+2

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME en promedio, indican condiciones cálidas fuertes para los meses del periodo de julio a setiembre, y cálidas moderadas de octubre a marzo de 2024. Finalmente, para abril, se esperaría la condición cálida débil (Tabla 7). Los resultados del modelo CFSv2, en promedio indican condiciones cálidas fuertes hasta el mes de agosto, y condiciones cálidas moderadas entre los meses de setiembre y febrero de 2024 (Figura 42).

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	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2	2.13	1.94	1.62	1.40	1.33	1.38	1.39	1.37	-----	-----
CanCM4i	2.28	2.20	1.98	1.73	1.54	1.44	1.40	1.33	1.22	1.13
GEM5_NEMO	1.89	1.69	1.43	1.24	1.15	1.07	0.93	0.75	0.61	0.58
NASA	2.93	2.75	2.20	1.56	0.98	0.44	-0.04	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	2.57	2.48	2.28	2.05	1.84	1.65	1.40	1.18	1.10	1.14
COLA	2.23	2.28	2.30	2.17	2.09	1.94	1.72	1.44	1.23	1.04
Promedio										
NMME	2.34	2.22	1.97	1.69	1.49	1.32	1.13	1.21	1.04	0.97

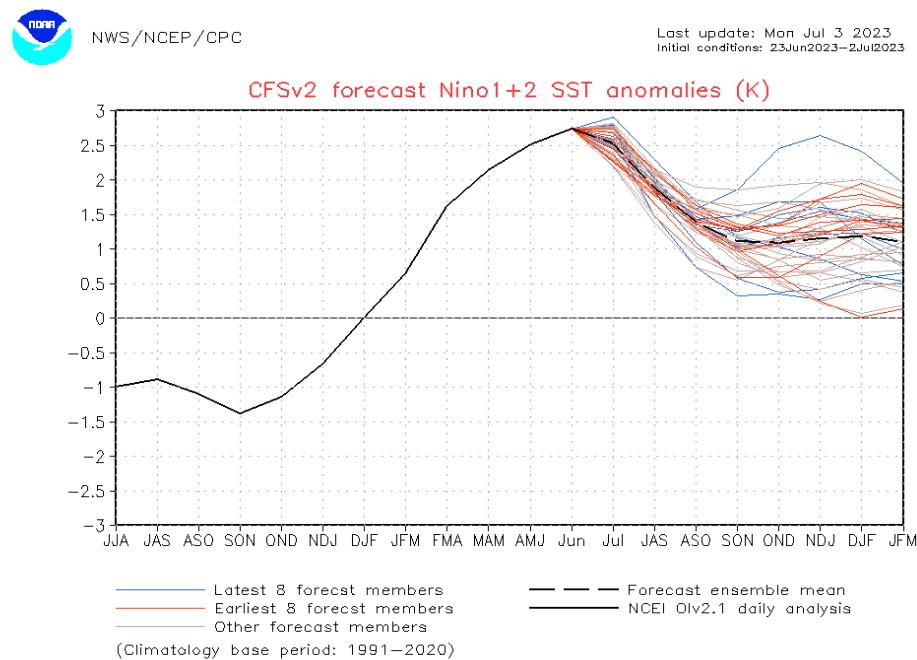


Figura 42. Pronóstico de la media móvil de la anomalía de TSM del modelo CFSV2, para la región Niño 1+2.

Analizando las proyecciones basadas en los datos observados y los resultados de los modelos de ondas

forzados con anomalías iguales a cero para el pronóstico, se espera que continúe el arribo de la onda de Kelvin fría, aparentemente, débil a inicios de julio. Finalmente, se espera que otra onda Kelvin cálida, formada por el pulso de viento del oeste de fines de mayo, arribe durante julio e inicios de agosto (Figura 43).

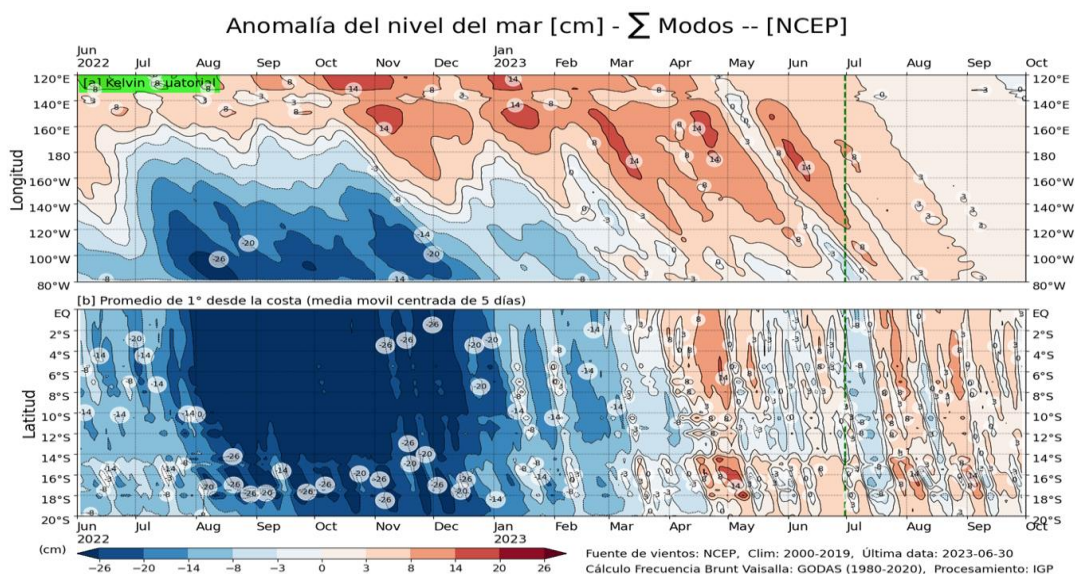


Figura 43. Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior). La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP

Conforme a lo expuesto, considerando el análisis de los datos observados, los resultados de los modelos de pronóstico y el juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, se espera para el Pacífico central una mayor probabilidad de condiciones entre cálida débil y cálida moderada, entre julio y noviembre (Tabla 8 y Figura 44). Para el verano 2023-2024, el evento alcanzaría la magnitud cálida débil (Tabla 10)

Tabla 8. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre julio y noviembre 2023.

Pacífico central	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	0
Neutro	2	1	1	2	3
Cálida débil	56	46	37	29	31
Cálida moderado	41	49	55	60	60
Cálida fuerte	1	4	7	9	6
Cálida muy fuerte	0	0	0	0	0

Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones cálidas fuertes hasta

setiembre, seguida de condiciones cálidas moderadas hasta al menos noviembre de 2023 (Tabla 9 y Figura 44). Finalmente, para el verano 2023-2024 la mayor probabilidad corresponde a El Niño de magnitud débil. (Tabla 11).

Tabla 9. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre julio y noviembre 2023.

Pacífico oriental	Julio (%)	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0
Fría débil	0	0	0	0	0
Neutro	0	0	0	0	1
Cálida débil	0	0	1	8	22
Cálida moderado	8	18	43	51	57
Cálida fuerte	73	73	55	41	20
Cálida extraordinario	19	9	1	0	0

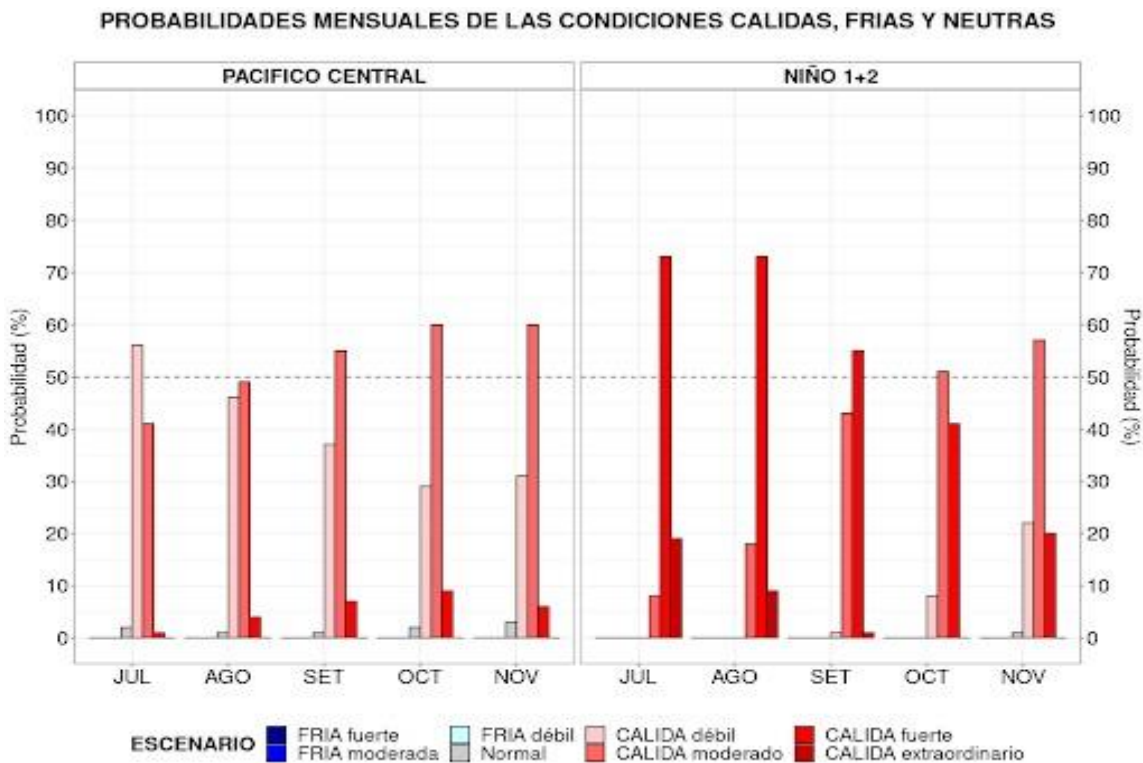


Figura 44. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, frías y neutras en el Pacífico central (región Niño 3.4, barras de la izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, barras de la derecha) entre julio y noviembre de 2023. Fuente ENFEN.

Tabla 10. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña costeros (región Niño 1+2, frente

a la costa norte y centro del Perú) para el verano diciembre 2023-marzo 2024.

Magnitud del evento diciembre 2023-marzo 2024	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	0
La Niña Débil	1
Neutro	18
El Niño Débil	37
El Niño Moderado	33
El Niño Fuerte	10
El Niño Extraordinario	1

Tabla 11. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) para el verano diciembre 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	19
El Niño Débil	60
El Niño Moderado	20
El Niño Fuerte	1
El Niño Muy fuerte	0

Según el pronóstico vigente julio-setiembre de 2023⁴, se esperan lluvias muy localizadas y ligeramente sobre lo normal en la costa norte, así como, temperaturas del aire sobre lo normal a lo largo de la costa peruana. En el verano de 2024, asociado a las condiciones cálidas de la temperatura superficial del mar esperadas, es probable la ocurrencia de lluvias de moderada a fuerte intensidad principalmente en la costa norte y sierra norte.

Entre julio y octubre, se prevé condiciones hidrológicas descendentes a estables propias de la estacionalidad, entre lo normal a debajo de lo normal. En la región hidrográfica del Titicaca el régimen hídrico es muy probable que se mantengan en condiciones hidrológicas predominantemente deficitarias⁵.

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, se espera un retraso del inicio del proceso de

⁴ Pronostico estacional para el periodo JJA 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-36.pdf>

⁵ Pronóstico hidrológico estacional junio 2023-octubre 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-34.pdf>

maduración y desove de invierno de la anchoveta de stock norte centro; y que continúe la mayor disponibilidad de caballa y bonito. Respecto a los recursos demersales, la merluza mantendrá bajos valores de desembarques como efecto de los cambios en su distribución. De otro lado, se prevé la permanencia de especies indicadoras de aguas ecuatoriales y oceánicas como el pez sierra, barrilete, atún de aleta amarilla, entre otros. Asimismo, continuaría la mortandad de los depredadores superiores (aves y lobos marinos).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de “Alerta de El Niño Costero”, ya que se espera, que en la región Niño 1+2 (que abarca la zona norte y centro del mar peruano, Figura 1), El Niño costero continúe hasta el verano de 2024, considerando la alta probabilidad del desarrollo de El Niño en el Pacífico central. La magnitud más probable para lo que resta del año iría de fuerte a moderada (Figura 2)²; mientras que para el verano de 2024 las magnitudes se encontrarían principalmente entre débil (37 %) y moderada (33 %) (Tabla 1).

Para la región del Pacífico central (región Niño 3.4, Figura 1), 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, es más probable que El Niño alcance la magnitud moderada hacia la primavera (ver Figura 2). Por otro lado, para el verano de 2024, la magnitud más probable sería débil (60 %) seguida de moderada (20 %).

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.

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)
- 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>
- 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 científica/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,

[illegible]