

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 8 N° 07

JULIO DE 2022

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:

Ing, José de la Cruz Sotomayor

Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

Vice-Presidente:

Calm. César Emilio Zelada Levy

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. Alfonso Pablo Huerta Fernández

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Calm (r) Raúl Esteban Vásquez Alvarado

Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

COORDINACIÓN: Tte. 1° Milagros Lizbeth Aliaga Vidal (DIHIDRONAV)

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

SENAMHI: Tania Ita, Yury Escajadillo, Andrés Rodríguez, Glicerio Canchari

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

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Fonseca, Lucio Vergara y Manuel Collas

INDECI: Jakie Rojas, Miguel Yamasaki

CENEPRED: Ena Jaimes y Neil Alata

Año: 8

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), 2022.

Informe Técnico ENFEN. Año 8, N° 07, julio de 2022, 46 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: 12 de agosto de 2022



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú

JULIO 2022

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	5
II.	MÉTODOS	5
2.1.	Variables.....	5
2.2.	Índices	6
2.3.	Modelos y Pronósticos	7
III.	CONDICIONES OBSERVADAS EN JULIO DE 2022.....	9
3.1.	Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical.....	9
3.2.	Condiciones oceánicas y atmosféricas locales.....	14
3.3.	Productividad marina y condiciones biológico pesqueras	25
3.4.	Condiciones hidrológicas	31
3.5.	Condiciones agrometeorológicas.....	33
IV.	PERSPECTIVAS.....	34
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	40
VI.	REFERENCIAS.....	41
VII.	ANEXO	44

I. INTRODUCCIÓN

Existen registros que El Niño - Oscilación Sur (ENOS) en sus dos fases, El Niño y La Niña tiene repercusiones distintas, y más intensas en algunas zonas del mundo. 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, propician lluvias intensas que generan impactos en los sectores socioeconómicos.

En ese sentido, 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, con mayor atención 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 los siguientes tipos: 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 mayor 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 (A.O.A.C., 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 y 2014; Mosquera et al., 2011).

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-Ccalluari 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. 2004). 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 (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 JULIO DE 2022

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante julio y las dos primeras semanas de agosto, la TSM en el Pacífico ecuatorial se mantuvo en promedio con anomalías negativas (Figura 1 y 2). Entre junio y julio, en la región Niño 4 la anomalía varió de $-0,57$ a $-0,88$ °C; en Niño 3.4, de $-0,68$ a $-0,62$ °C y en Niño 3 de $-0,62$ a $-0,36$ °C. Por su parte, en la región Niño 1+2, la anomalía de TSM disminuyó su intensidad de $-1,41$ a $-1,16$ °C (Tabla 1).

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

TSM-ATSM Mensual 2021-2022 (ERSSTv5)				
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Feb. 22.	24.66 -1.43	25.32 -1.06	26.02 -0.71	27.87 -0.23
Mar.	25.95 -0.66	26.46 -0.70	26.34 -0.89	27.58 -0.65
Abr.	24.31 -1.42	26.68 -0.89	26.85 -0.95	27.79 -0.72
May.	23.20 -1.42	26.30 -0.92	26.83 -1.05	27.93 -0.86
Jun.	21.77 -1.41	26.02 -0.62	27.03 -0.68	28.27 -0.57
Jul.	20.67 -1.16	25.51 -0.36	26.68 -0.62	27.90 -0.88

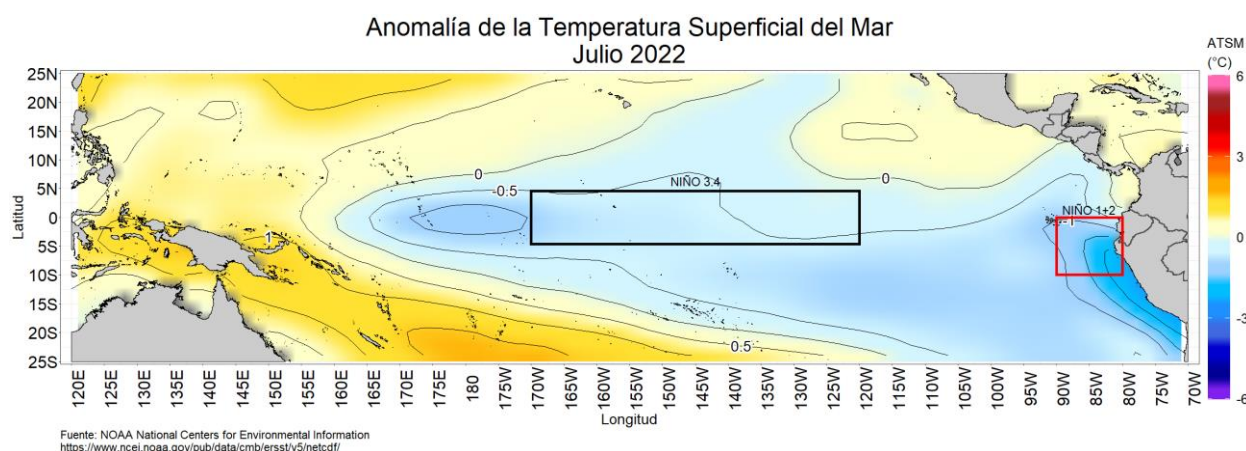


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico en julio de 2022. La región Niño 3.4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: ERSSTv5.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

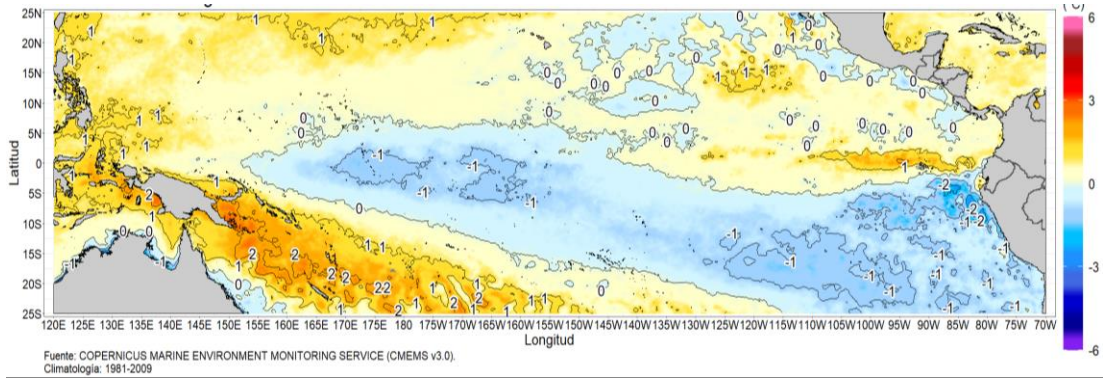


Figura 2: Promedio de las anomalías de TSM en el Pacífico del 1-7 de agosto de 2022. Fuente: CMEMS v3.0. Elaboración: DIHIDRONAV.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de junio de 2022 se ubicó dentro de la categoría fría moderada; mientras que el ICEN temporal (ICEN-tmp) de julio correspondió a la condición fría débil. Por otro lado, los valores del ONI de junio (-0,85) y el ONI temporal de julio (-0,73) correspondieron a condiciones frías débiles (Tabla 2).

Tabla 2: Valores del ONI e ICEN desde julio de 2021 hasta junio de 2022 y sus valores temporales. Fuente IGP.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
jul-21	-0,22	Neutro	-0,37	Neutro
ago-21	-0,36	Neutro	-0,46	Neutro
set-21	-0,59	Neutro	-0,67	Fría Débil
oct-21	-0,83	Neutro	-0,80	Fría Débil
nov-21	-1,18	Fría Débil	-0,98	Fría Débil
dic-21	-1,28	Fría Moderada	-0,99	Fría Débil
ene-22	-1,43	Fría Fuerte	-0,97	Fría Débil
feb-22	-1,05	Fría Débil	-0,95	Fría Débil
mar-22	-1,10	Fría Débil	-1,00	Fría Moderada
abr-22	-1,10	Fría Débil	-1,08	Fría Moderada
may-22	-1,36	Fría Moderada	-1,00	Fría Moderada
jun-22	-1,36	Fría Moderada	-0,85	Fría Débil
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
jul-22	-1,18	Fría Débil	-0,73	Fría Débil

Según la información observada de los datos de los flotadores ARGO a lo largo del Pacífico ecuatorial y la información de altimetría satelital a lo largo de la costa y de los modelos de ondas, durante julio una onda Kelvin cálida inició su arribó a la costa peruana. Por otro lado, se sigue desplazando hacia la costa un paquete de ondas de Kelvin frías, cuyo frente estaría localizado alrededor de 110°W (Figura 3).

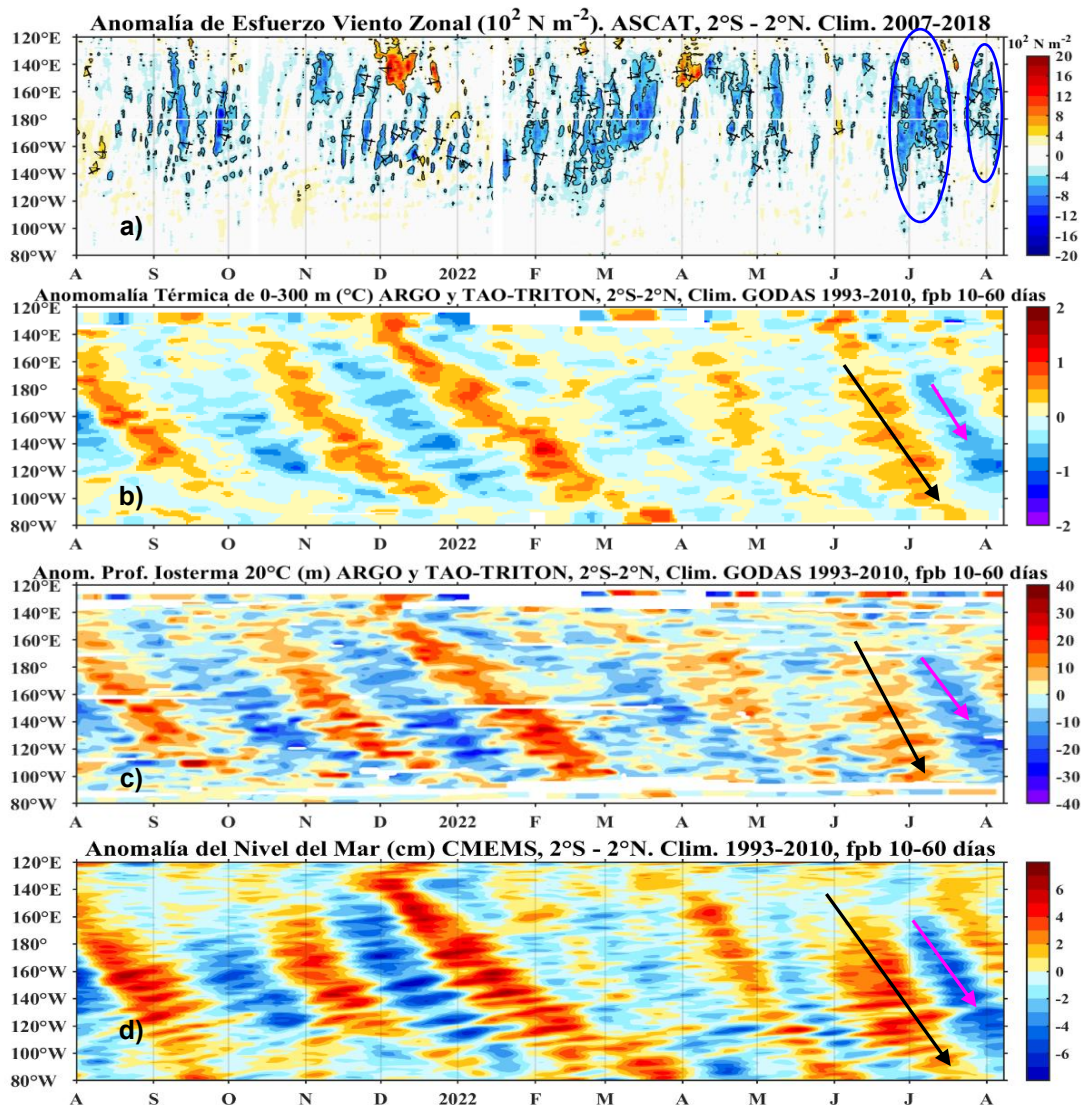


Figura 3: Diagrama Hovmöller: a) anomalía del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 $^{\circ}\text{C}$ (m) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, c) anomalía de temperatura de 0 a 300 m de profundidad ($^{\circ}\text{C}$) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, d) anomalía del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2010; en el Pacífico ecuatorial (120°E-80°W y 2°N-2°S). Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

En julio, respecto al mes anterior, el patrón subsidente persistió al oeste de la línea de cambio de fecha sobre el Pacífico ecuatorial, presentando anomalías menos intensas que el mes anterior; mientras que el patrón convectivo al noreste del continente se debilitó. En la baja tropósfera (850 hPa), sobre el Pacífico occidental, se intensificaron los vientos anómalos del este, favoreciendo la persistencia de condiciones más frías de lo normal de la TSM en dicha región. Por otro lado, en niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico ecuatorial, también se intensificaron los vientos anómalos del oeste; por lo cual, el patrón de circulación atmosférica, típico de un evento La Niña, se presentó persistente y fortalecido (Figura 4).

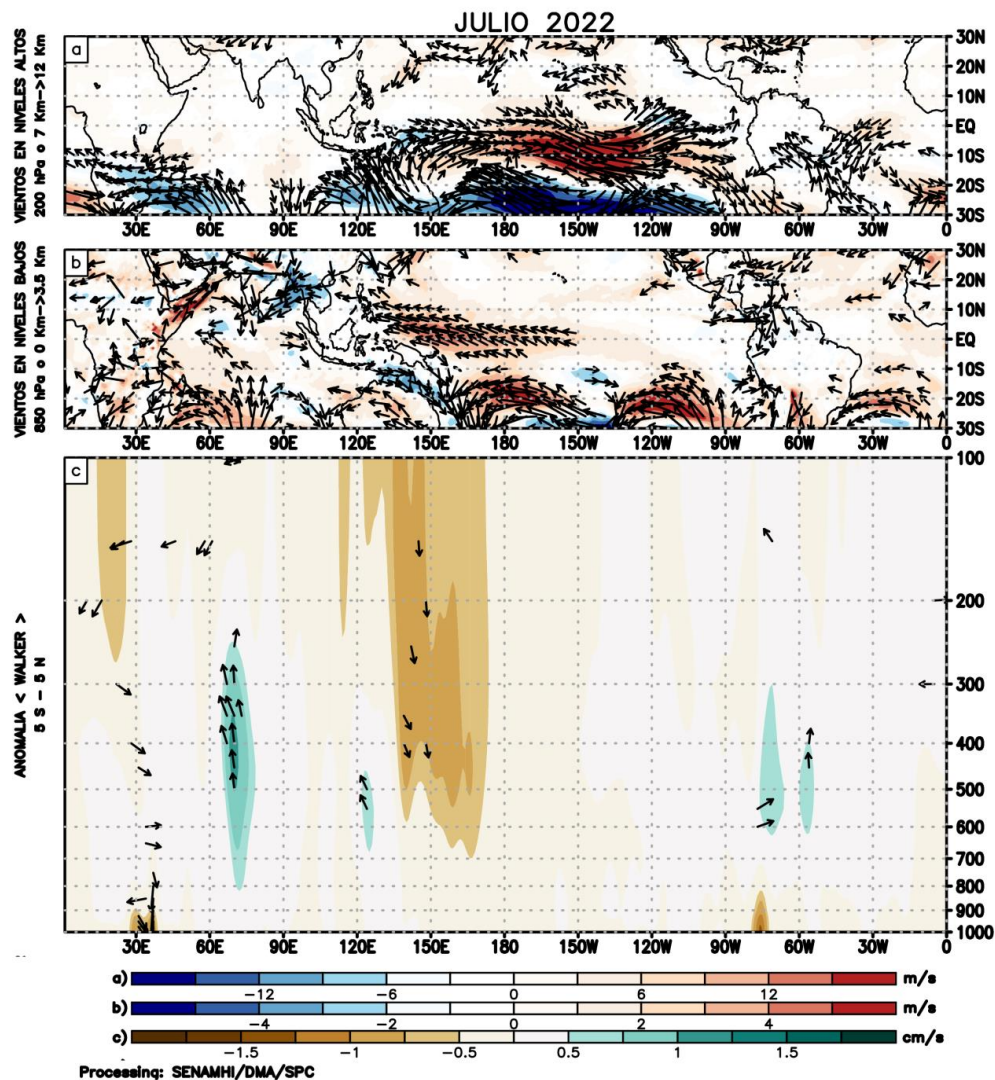


Figura 4: (a) Anomalías de los vientos respecto a su velocidad (colores) y dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para julio de 2022, (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para julio de 2022. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para julio, presentó una configuración zonal y se ubicó al suroeste de su posición normal, con un núcleo más intenso (+7 hPa) respecto a su climatología (Figura 5). Esta configuración favoreció la persistencia de los vientos alisios hacia el Pacífico centro occidental; sin embargo, la ubicación del APS, alejado del continente, contribuyó a que los vientos frente al litoral presentaran condiciones normales en gran parte del mes; no obstante, asociado a la dinámica del APS, se presentó un evento de intensificación alrededor de la quincena de julio (Figura 6).

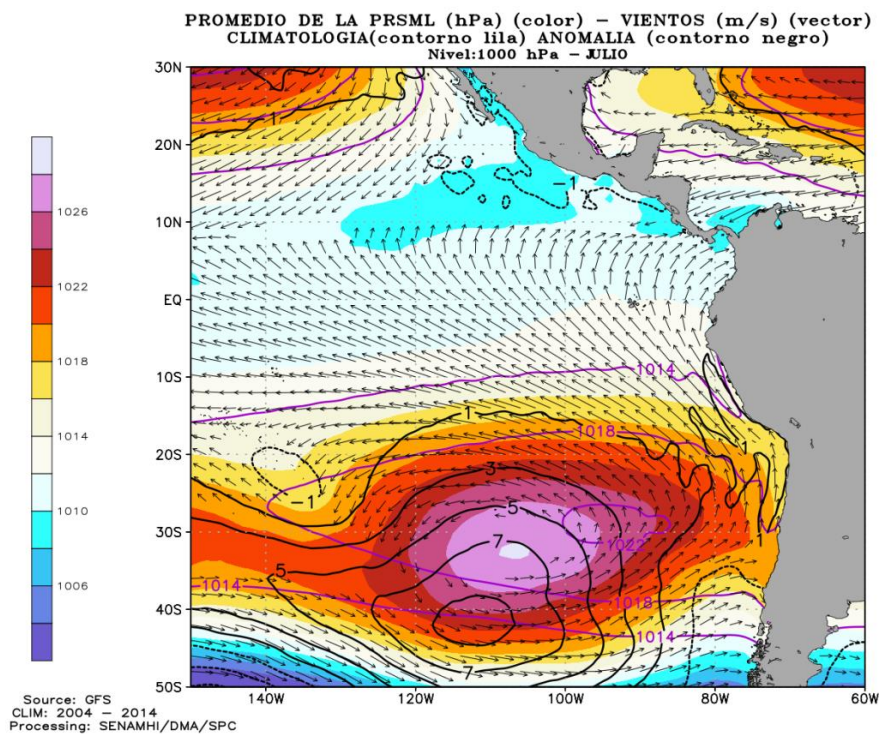


Figura 5. Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (colores) con su climatología (línea lila), anomalía (línea negra) y vientos (flechas) para julio de 2022.
 Procesamiento: SENAMHI.

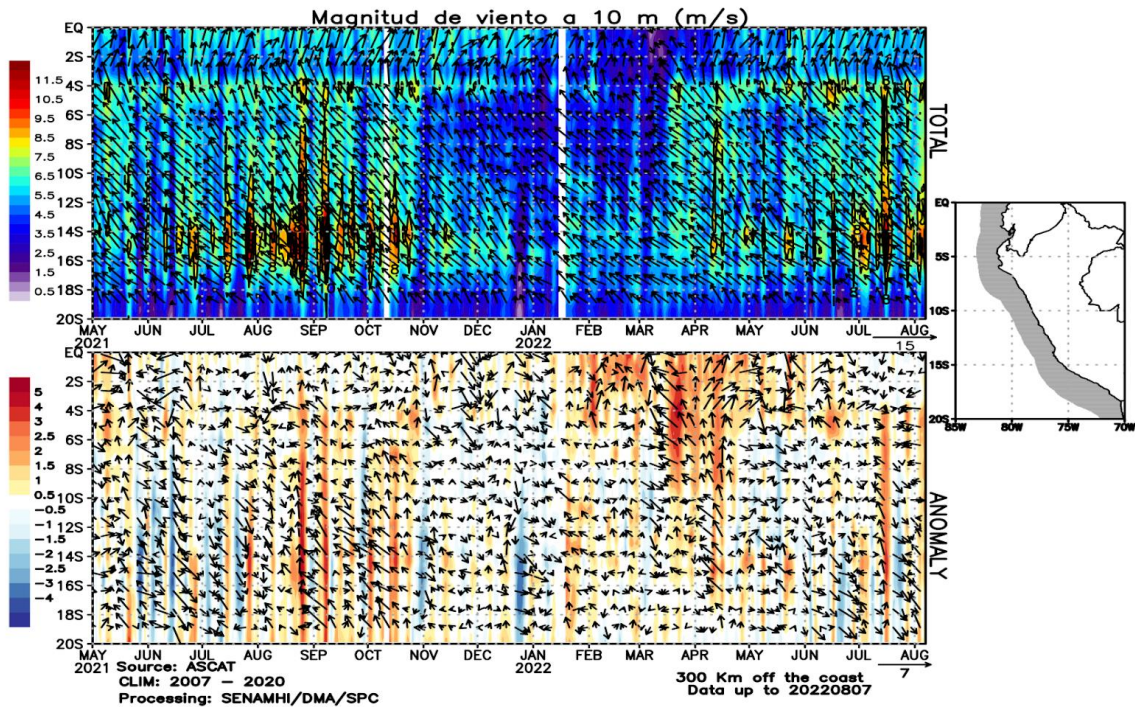


Figura 6. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento dentro de los 300 km de la costa, Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento frente a la costa de Perú. Fuente: ASCAT, Procesamiento: SENAMHI-SPC.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Frente a la costa peruana, los vientos oceánicos superficiales exhibieron pulsos de intensificación, alcanzando velocidades de magnitud fuerte ($>6,8$ m/s) y anomalías de $+2,0$ m/s a mediados de julio, así como episodios de debilitamiento. Por otro lado, a lo largo de la franja adyacente a la costa y dentro de los 40 km, predominaron vientos entre moderados ($>4,1$ m/s) y fuertes, registrando periodos de intensificación de viento, principalmente a mediados de julio (Figura 7). El afloramiento costero peruano presentó una intensidad superior a 200 m³/s x 100 m, principalmente entre Talara y San Juan de Marcona, asociada a la presencia de vientos de moderados a fuertes, mientras que, al sur de San Juan de Marcona, el índice de afloramiento registró valores menores a 100 m³/s x 100 m, como consecuencia de vientos de moderados a débiles (Figura 8).

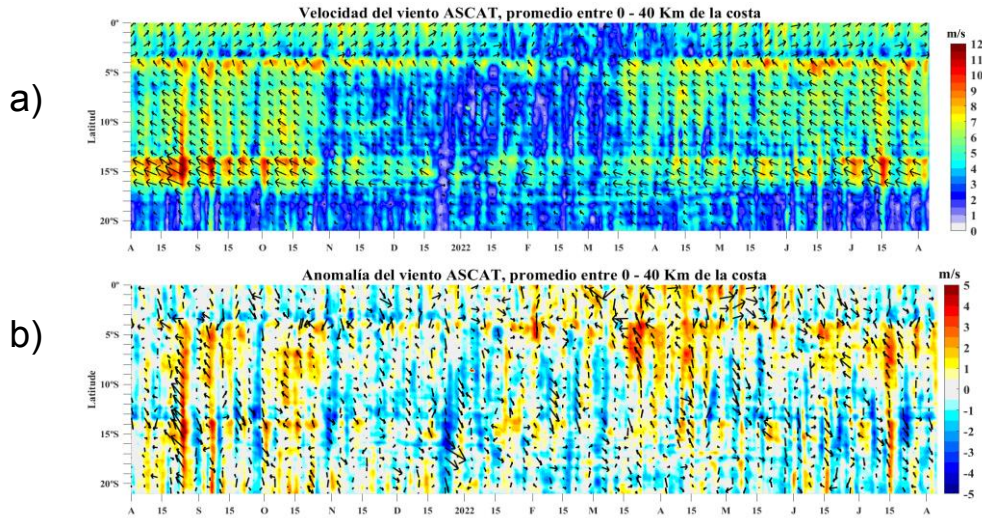


Figura 7. Viento a 40 km frente a la costa de Perú. a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) anomalía de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

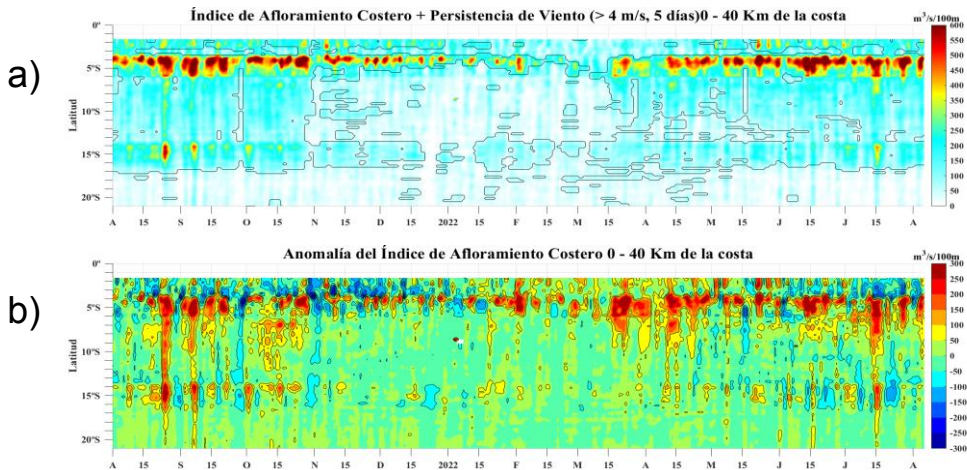


Figura 8. Índice de Afloramiento Costero. a) Índice de Afloramiento Costero ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), b) Anomalía del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

Durante julio, las temperaturas máximas del aire (diurnas) en la costa norte y sur registraron en promedio valores dentro de su variabilidad climática ($\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$), mientras que la costa central presentó valores por debajo de su normal, con anomalías promedio de $-1,2 \text{ }^\circ\text{C}$. En cuanto a las temperaturas mínimas del aire (nocturnas) las condiciones más frías se registraron en la costa norte y centro, donde se alcanzaron anomalías promedio de $-1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ y $-1,8 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente. Por otro lado, en la costa sur se presentaron valores dentro de su variabilidad climática. En lo que va de agosto, la temperatura máxima a lo largo del litoral registra, en promedio, valores dentro de su variabilidad normal; de forma similar, la temperatura mínima presenta valores dentro de su variabilidad normal a excepción de la costa norte donde se mantienen las anomalías negativas con un valor promedio de $-1,2 \text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 9).

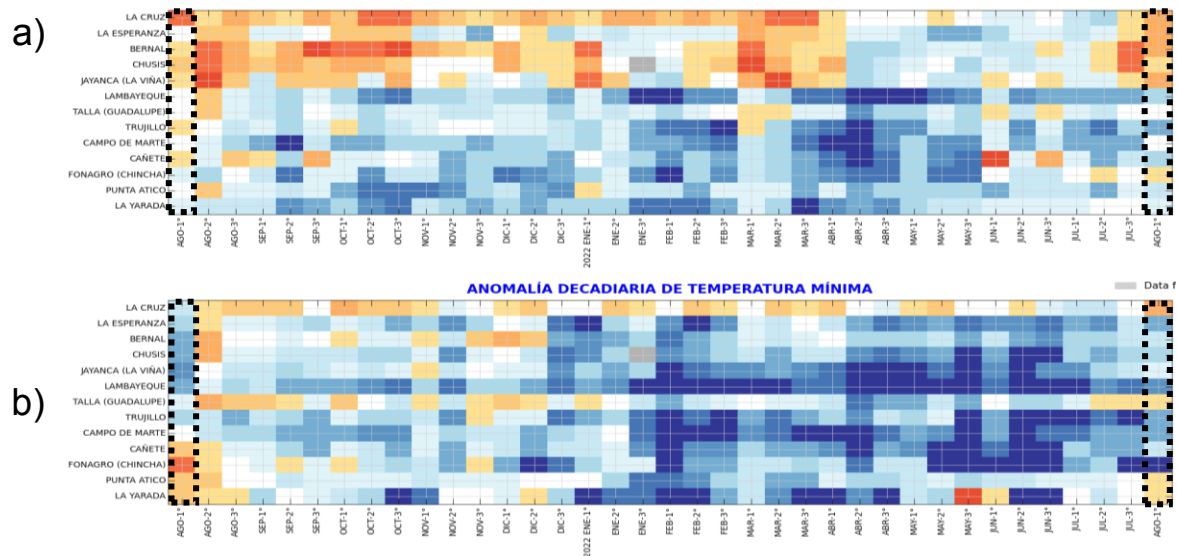


Figura 9. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI de agosto de 2021 a julio de 2022. Fuente: SENAMHI.

En julio, la TSM frente a la costa de Perú presentó en promedio valores entre 14 °C y 20 °C, excepto al norte de los 4°S, donde se obtuvieron valores entre 21 °C y 22 °C. La anomalía de TSM muestra la continuidad de un escenario frío en todo el mar de Perú, con mayor intensidad (−1,5 °C a −2,5 °C) entre los 4°S y 10°S. En lo que va de agosto, las condiciones frías continúan, con una misma intensidad de las anomalías térmicas, excepto en el extremo norte donde se observó un ligero calentamiento. En el litoral, entre julio y lo que va de agosto, las anomalías de la TSM de julio si bien continuaron mostrando un escenario frío, presentaron una tendencia ascendente o de normalización (Figuras 10 y 11).

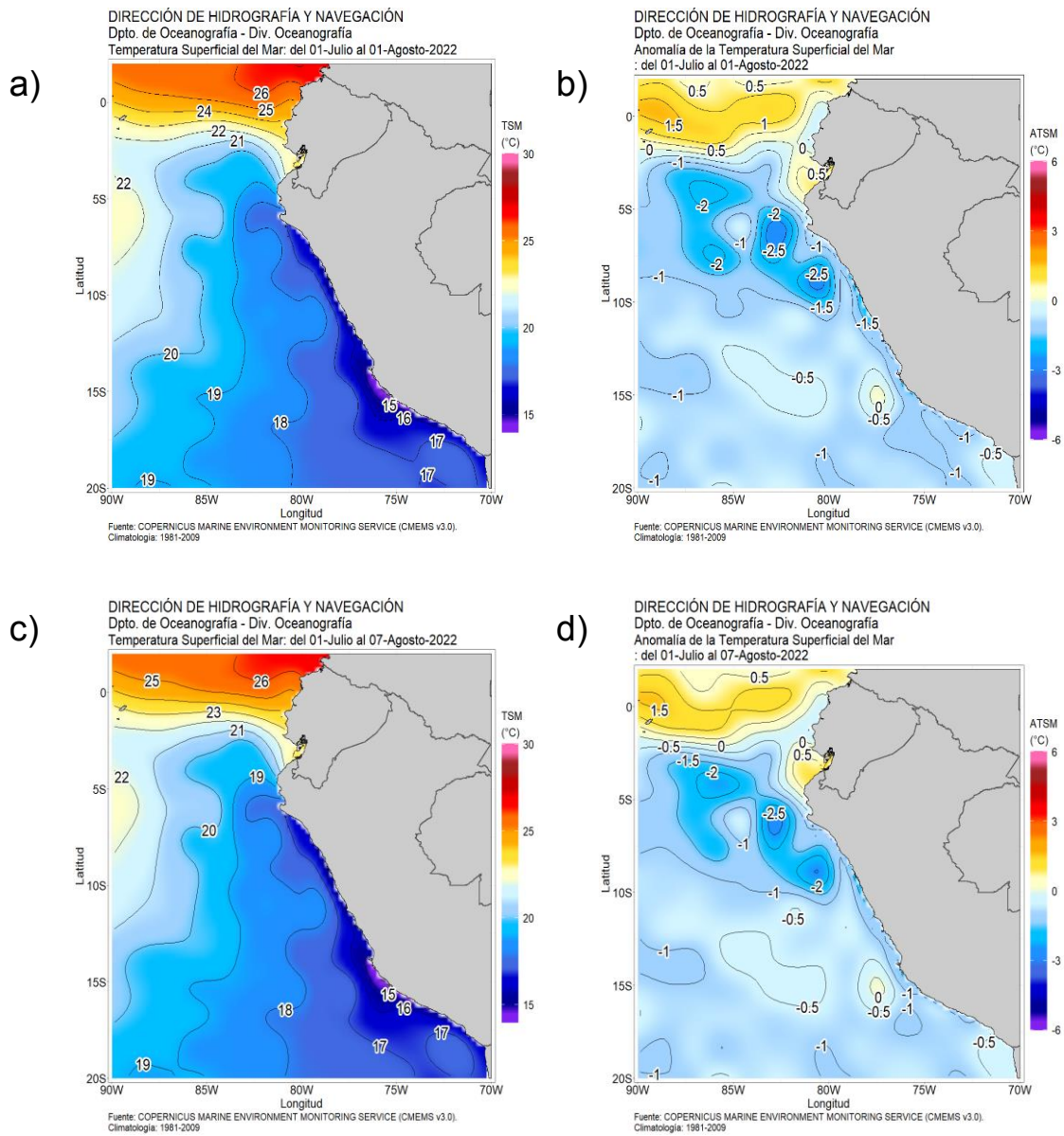


Figura 10. a) TSM promedio mensual (julio de 2022); b) Anomalia de TSM promedio mensual (julio 2022) y c) TSM promedio del 1-10 agosto, d) Anomalia de TSM promedio del 1-10 de agosto de 2022. Fuente: Ostia. Climatología 1981 – 2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

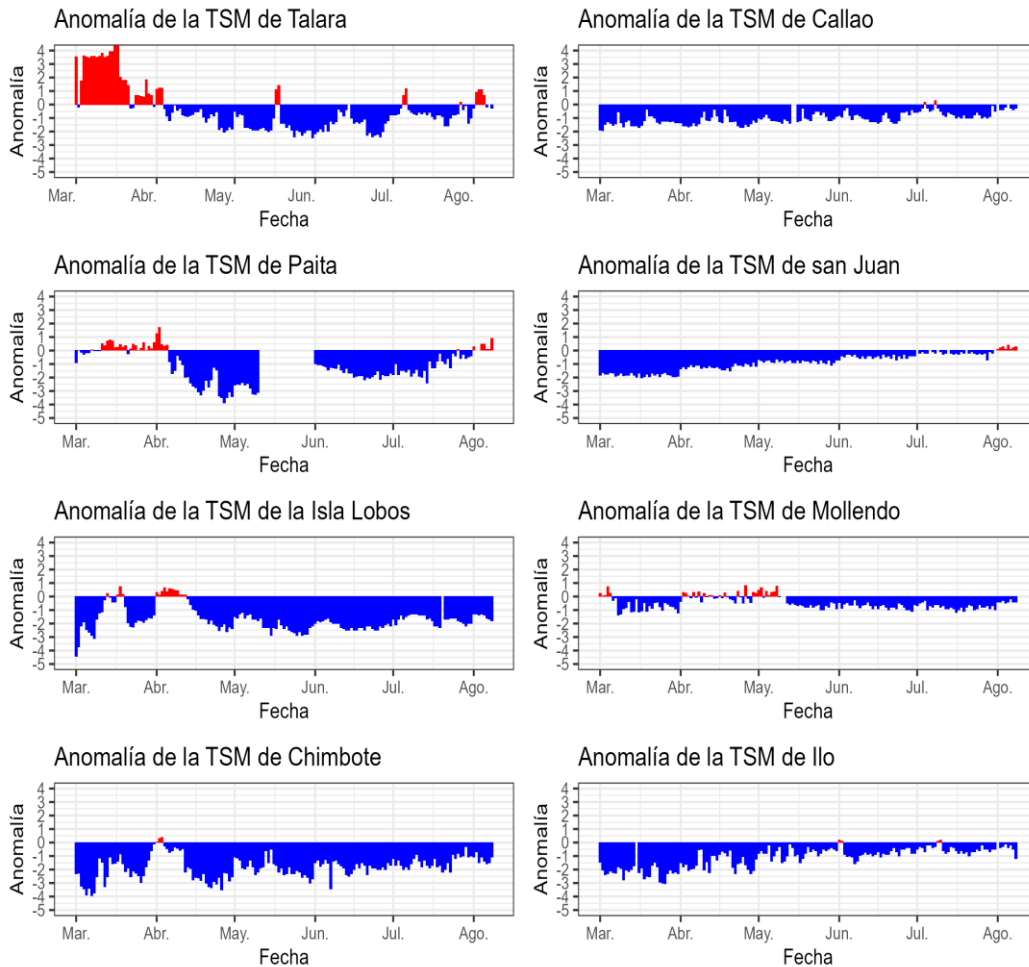


Figura 11. Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 3 meses hasta el 7 de agosto de 2022. Fuente: DHN.

Respecto al nivel del mar (NM) en el litoral, en la primera quincena de julio, los registros evidenciaron un incremento con anomalías positivas que se asociaron al paso de la onda Kelvin cálida, cuya señal se detectó principalmente hasta San Juan de Marcona. Posteriormente se observó un descenso hasta por debajo del nivel medio, entre la tercera semana de julio y lo que va de agosto (Figura 12). Asimismo, dentro de las 60 millas náuticas, se produjo un ligero incremento entre la segunda y tercera semana de julio, asociado al arribo de la onda Kelvin cálida y cuyo efecto se extendió hasta Huarmey alcanzando valores de +12 cm. Durante agosto, estos valores se normalizaron (Figura 13).

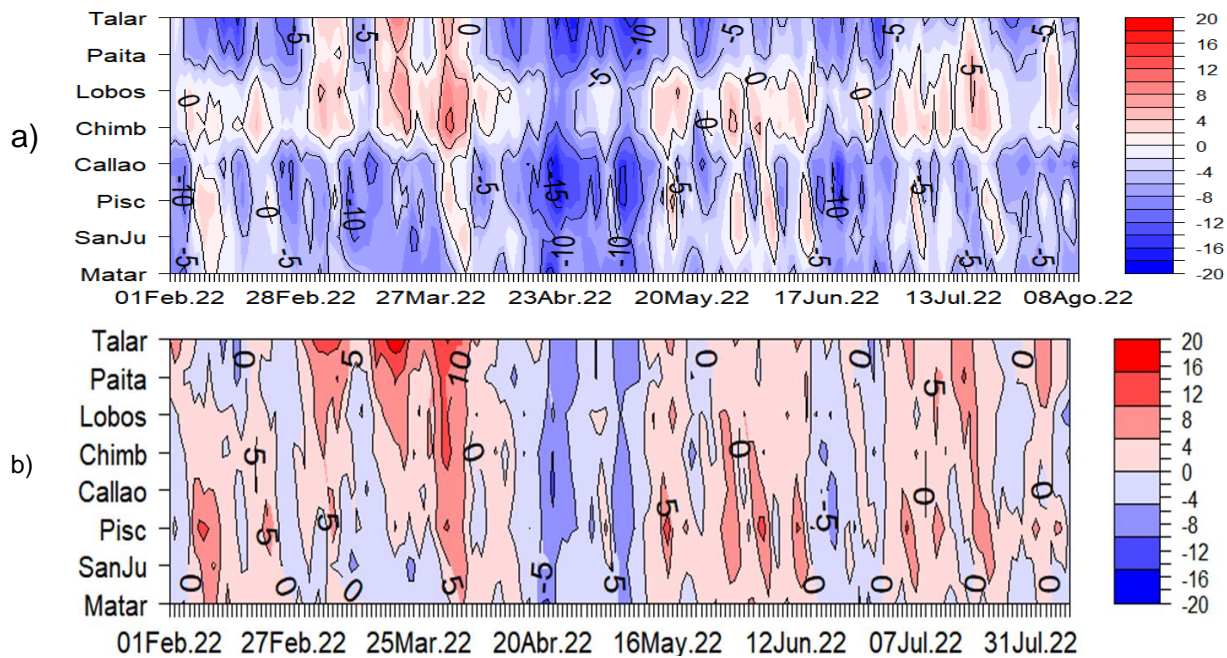


Figura 12. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM diaria en el litoral peruano a) sin filtro y b) con filtro móvil anual, del 01 de febrero al 8 de agosto de 2022, Climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV

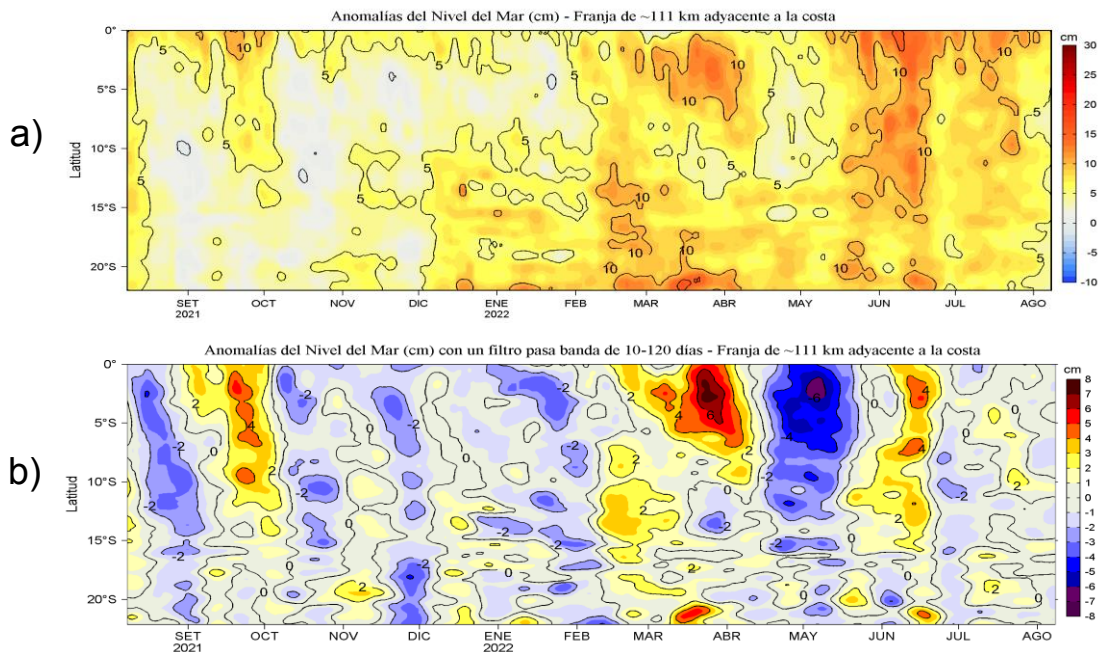


Figura 13. Diagrama Hovmöller de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de agosto de 2022. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento:

La temperatura subsuperficial de julio, frente a la costa norte y dentro de las 200 millas náuticas, mostró anomalías negativas de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, en promedio, sobre los 100 m de profundidad. Por debajo de los 250 m se detectaron anomalías entre cero y $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, asociadas al paso de la onda Kelvin cálida (Figuras 14 y 15). Respecto a inicios de julio, la termoclina y la oxiclina se ubicaron en una posición ligeramente más superficial de lo normal (Figura 16). Frente a la costa centro, entre Huacho y Pisco y dentro de las 100 millas náuticas, se observó una transición de anomalías positivas ($+1\text{ }^{\circ}\text{C}$) a anomalías negativas ($-1\text{ }^{\circ}\text{C}$), sobre los 100 m. Al sur, frente a San Juan de Marcona, predominaron las anomalías negativas de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 100 m de profundidad desde julio hasta inicios de agosto (Figuras 15).

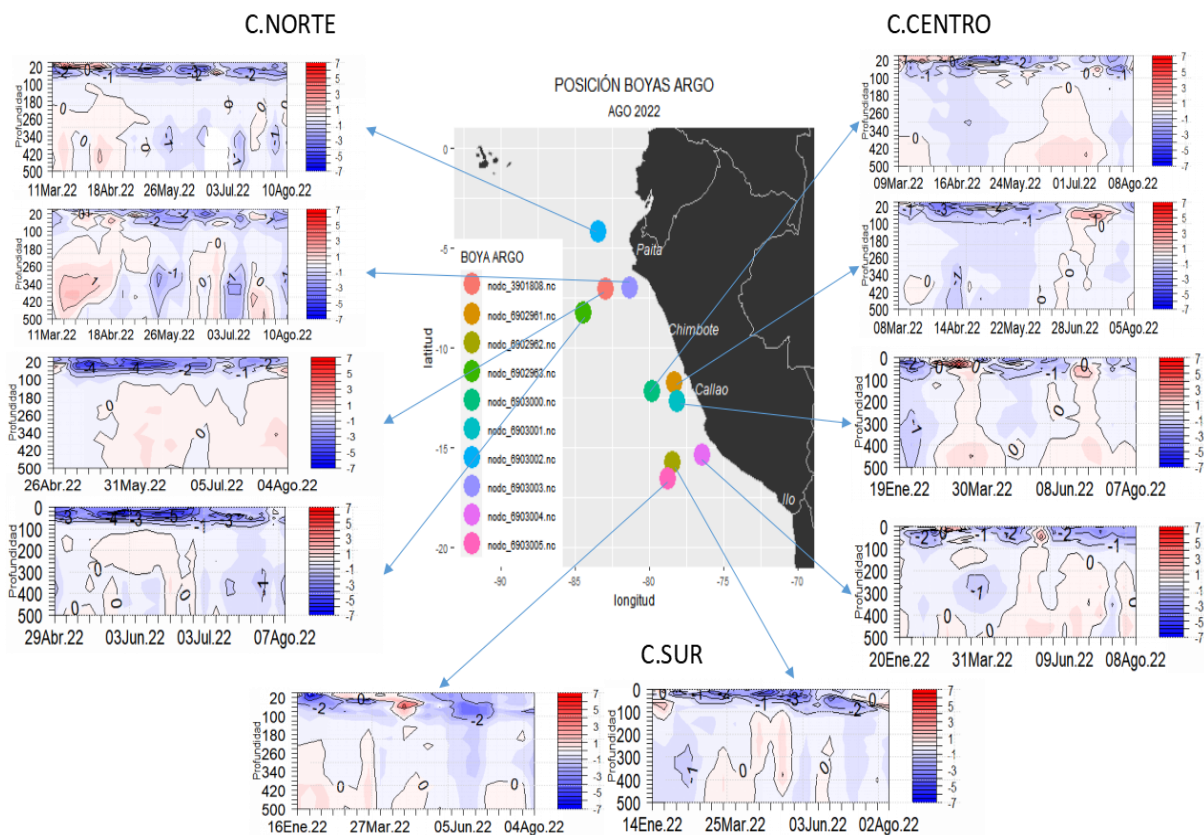


Figura 14: Secciones de anomalías de temperatura del mar de enero a agosto de 2022 hasta los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

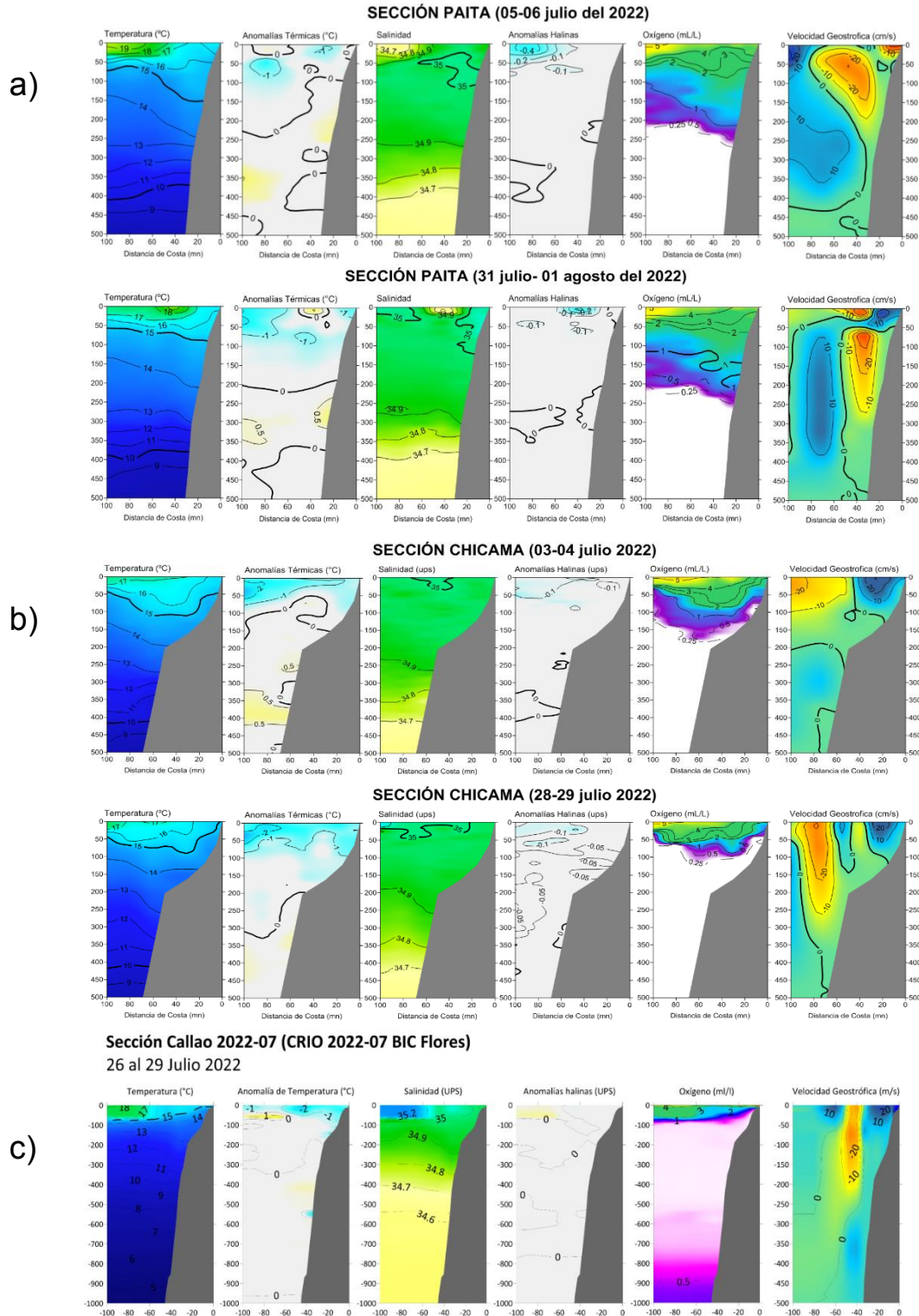


Figura 15. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas y oxígeno disuelto (mL L^{-1}) frente a a) Paíta (5-6 julio y 31 julio-1 agosto), b) Chicama (3-4 julio y 28-29 julio) y c) Callao (26-29 julio), de izquierda a derecha. Fuente: IMARPE.

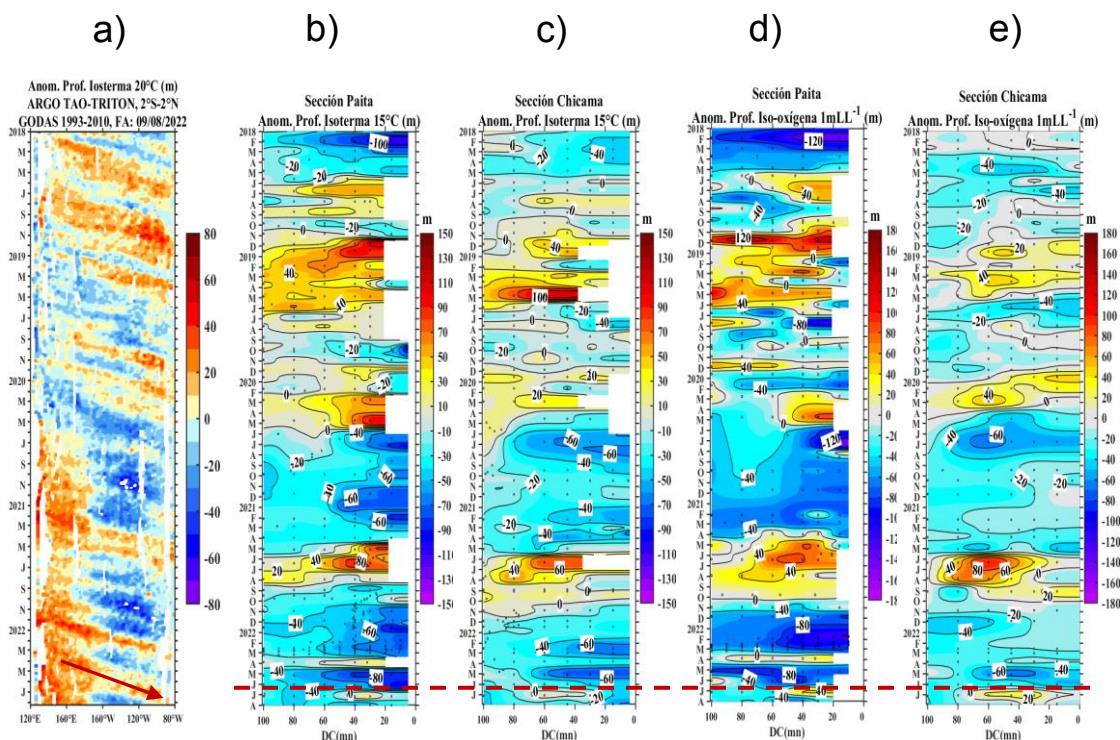
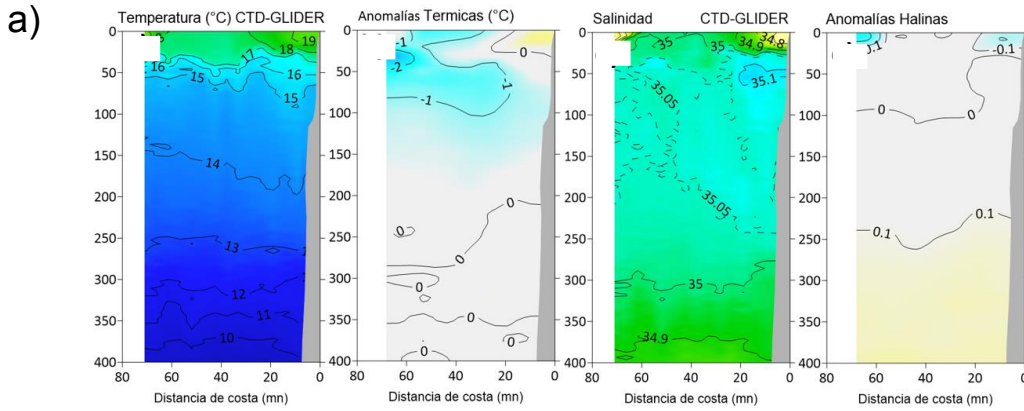


Figura 16. Diagrama Hovmöller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico Ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Paita (0-100 mn), c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Chicama (0-100 mn), d) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹ frente a Paita (0-100 mn), y e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹ frente a Chicama (0-100 mn). Climatología de 1981 a 2010. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

La salinidad superficial del mar (SSM) indicó la permanencia de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hasta Talara durante la primera quincena de julio, para posteriormente desplazarse hasta Paita, generando la disminución de las anomalías térmicas negativas y aguas de mezcla con las aguas costeras frías (ACF) (Figura 17). En agosto, las AES continuaron desplazándose hacia el sur, ubicándose hasta Punta Falsa con presencia de áreas de mezcla con las aguas costeras frías (ACF) frente a Punta Falsa y Mórrope. Al sur de Paita, durante julio y agosto, la presencia de ACF continuó intermitente, con presencia de zonas de mezcla por el acercamiento de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) (Figuras 18 y 19).

**SECCION NEGRITOS (21 julio al 01 agosto del 2022)
GLIDER MOCHICA EN SALIDA**



**SECCION NEGRITOS (02 al 09 agosto del 2022)
GLIDER MOCHICA EN RETORNO**

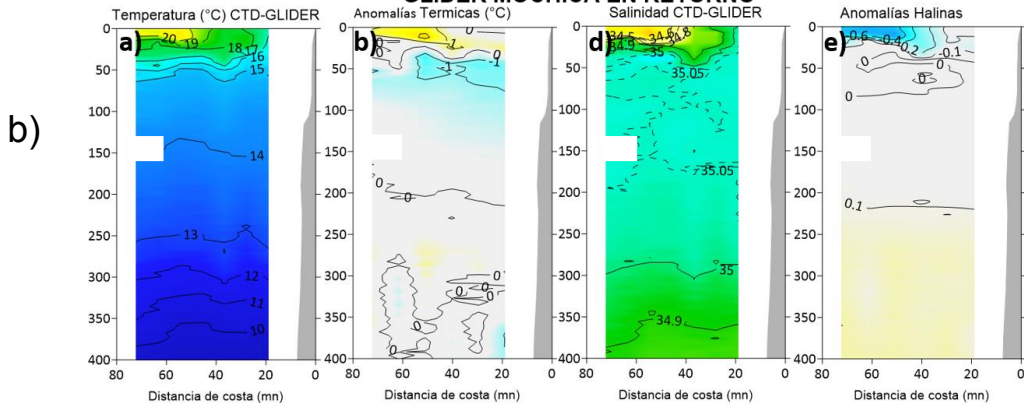


Figura 17. Recorrido de salida del glider Mochica frente a Negritos (Talara) para los parámetros de temperatura, anomalía térmica, salinidad y anomalía halina (de izquierda a derecha) entre a) el 21 de julio y 01 de agosto de 2022 y b) el 02 de agosto y 09 de agosto de 2022. Fuente: IMARPE.

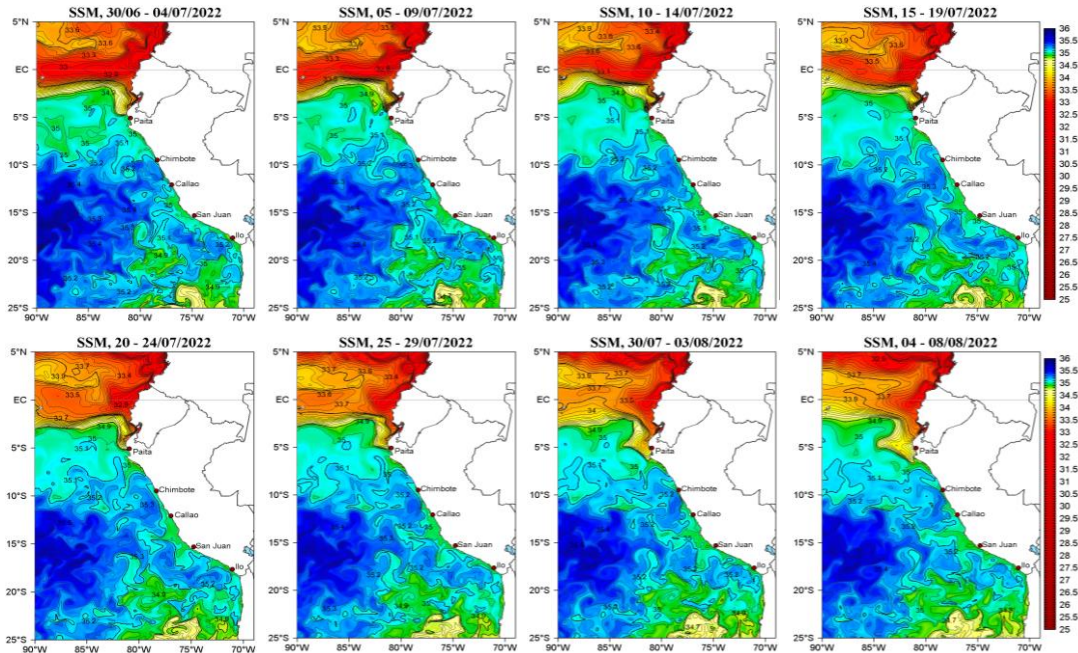


Figura 18. Distribución espacial promedio pentadal de la salinidad superficial en el océano Pacífico tropical oriental, de julio a agosto de 2022. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

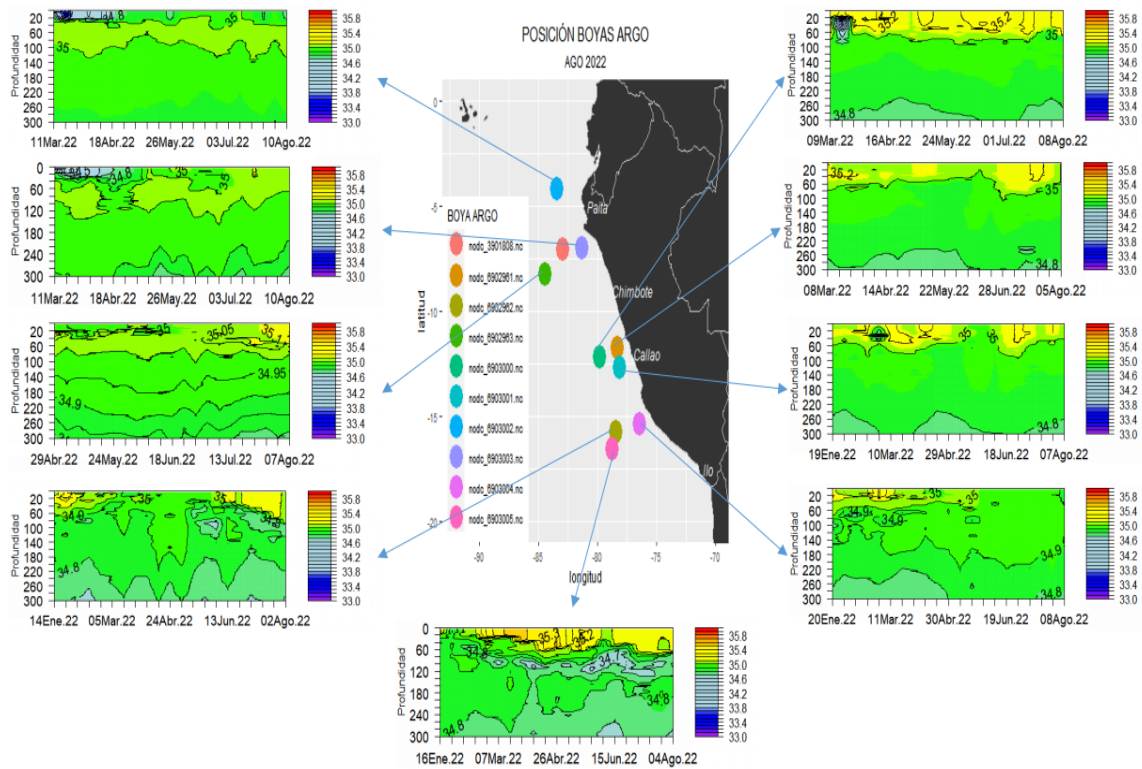


Figura 19. Sección de la salinidad del mar frente a la costa de Perú de enero a agosto de 2022. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

De acuerdo a la información satelital e instrumental, la concentración de clorofila-a para julio y lo que va de agosto presentó bajas concentraciones frente a toda la costa, alrededor de $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$, propios de la temporada, con núcleos de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ entre Callao y Pisco, y entre Atico e Ilo. Las condiciones neutras predominaron al norte del Callao, y frente a Pisco y entre Atico e Ilo se presentaron anomalías positivas ($>+3,0 \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 20).

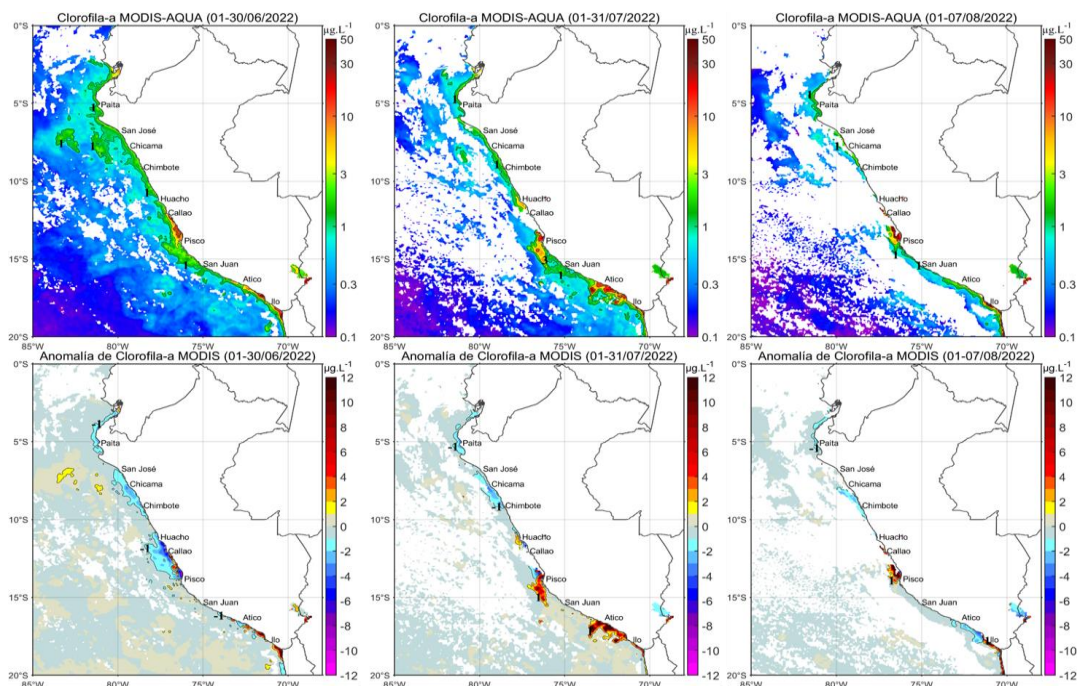


Figura 20. Distribución de la clorofila-a superficial ($\mu\text{g L}^{-1}$) (superior) y anomalía (inferior) de junio a agosto de 2022 (de izquierda a derecha). Fuente: MODIS-AQUA. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

Respecto a la captura de los recursos pesqueros pelágicos, la flota industrial de cerco dirigida a la pesca de la anchoveta en el mar peruano se presentó desde Chicama hasta Bahía Independencia dentro de las 60 millas náuticas, culminando la actividad extractiva en la región centro durante julio. En la región sur, dicha flota distribuyó desde Atico hasta Morro Sama dentro de 15 millas náuticas, mostrando una distribución dispersa y costera (Figura 21).

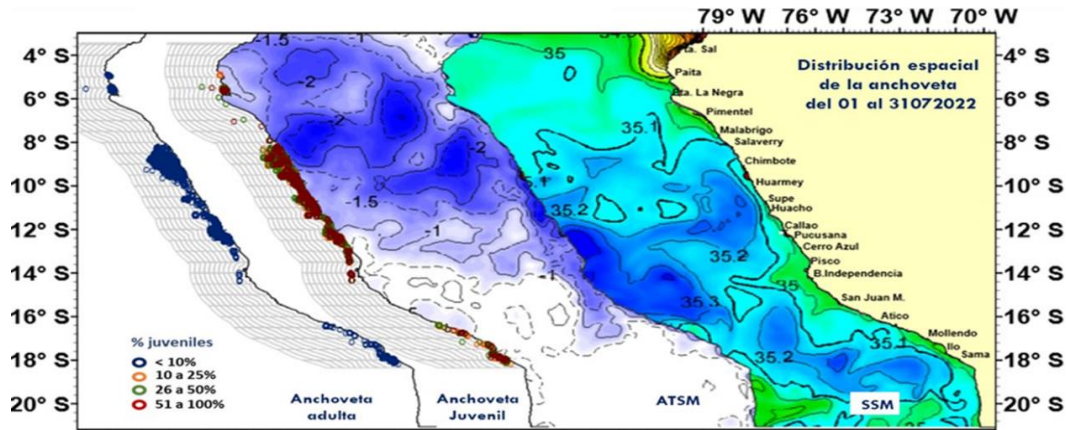


Figura 21. Distribución de la anchoveta adulta, anchoveta juvenil, anomalía de temperatura superficial del mar y salinidad superficial del mar, de izquierda a derecha. Julio de 2022. Fuente: IMARPE.

La estructura de tallas de la anchoveta fluctuó entre 7,0 y 17,0 cm de longitud total (LT), con una moda en 12,0 cm y porcentajes de juveniles de 26,2 % (Figura 22). Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro tuvo un comportamiento dentro de lo esperado para la época; asimismo, la fracción desovante (FD) mostró valores menores y el índice gonadosomático (IGS) presentó un ligero aumento respecto a sus patrones, indicando que los procesos de maduración gonadal se vienen incrementando. Por otro lado, de acuerdo a su condición reproductiva, el contenido graso (CG) presentó un comportamiento similar al de junio (Figura 23).

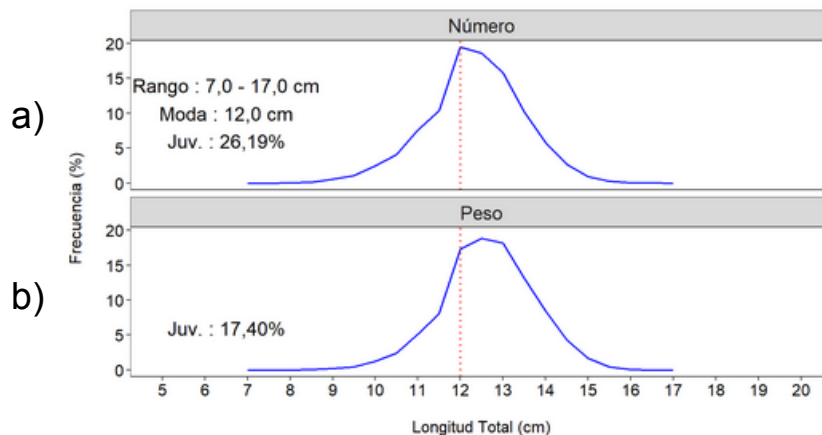


Figura 22. Estructura por tamaños de la anchoveta en la a) número y b) peso, durante julio del 2022. Fuente: IMARPE.

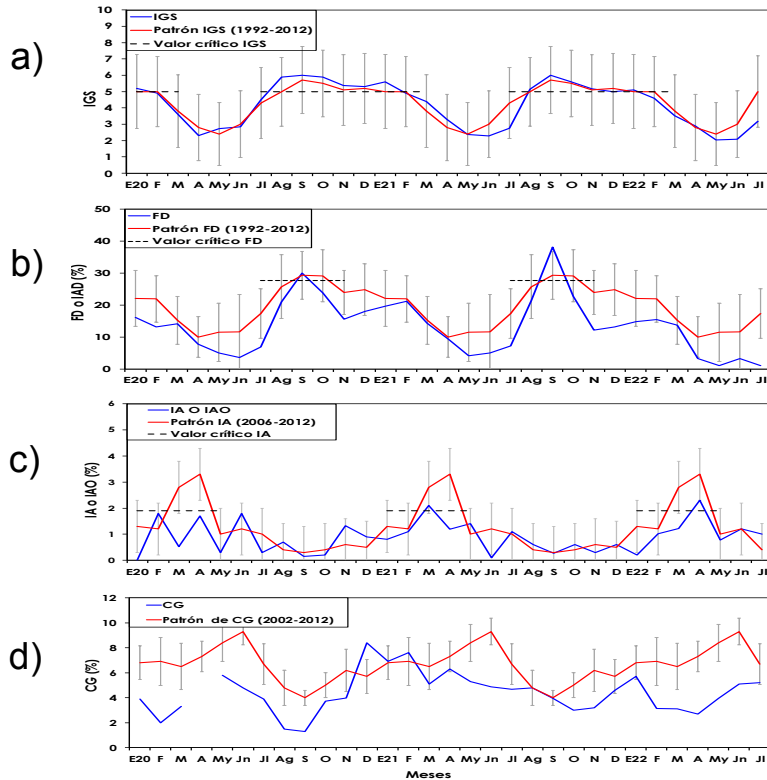


Figura 23. Serie mensual de los indicadores de la condición reproductiva de la anchoveta: a) Índice gonadosomático, b) Fracción desovante, y c) Índice de atresia y de condición somática d) contenido graso. De enero 20 a julio de 2022. Fuente: IMARPE.

Sobre las especies transzonales, la caballa se distribuyó mayormente al norte de Paita; mientras que el bonito presentó una amplia cobertura latitudinal y longitudinal, desde de Paita hasta Morro Sama y hasta las 100 millas náuticas (Figura 24). Respecto a la actividad reproductiva, ambos recursos mostraron valores menores de índice gonadosomático (IGS), indicando menores procesos de actividad gonadal (Figura 25).

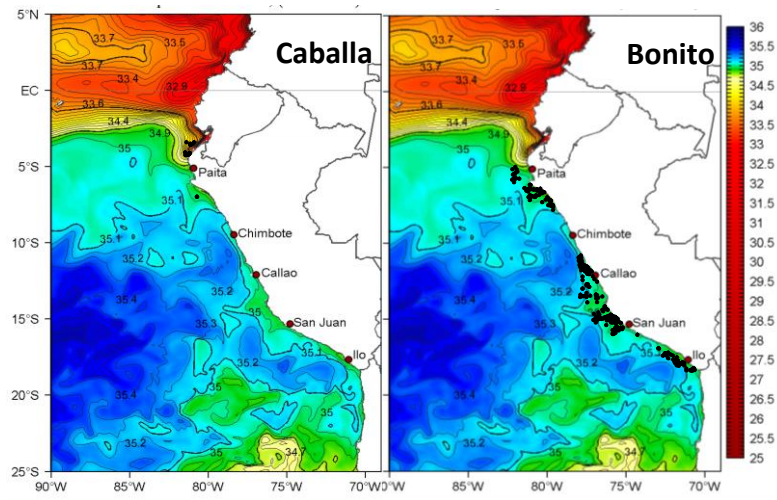


Figura 24. Distribución de lances, realizados por la pesca artesanal, de a) caballa y b) bonito en relación a la salinidad superficial del mar (SSM). Periodo: julio 2022. Fuente: IMARPE.

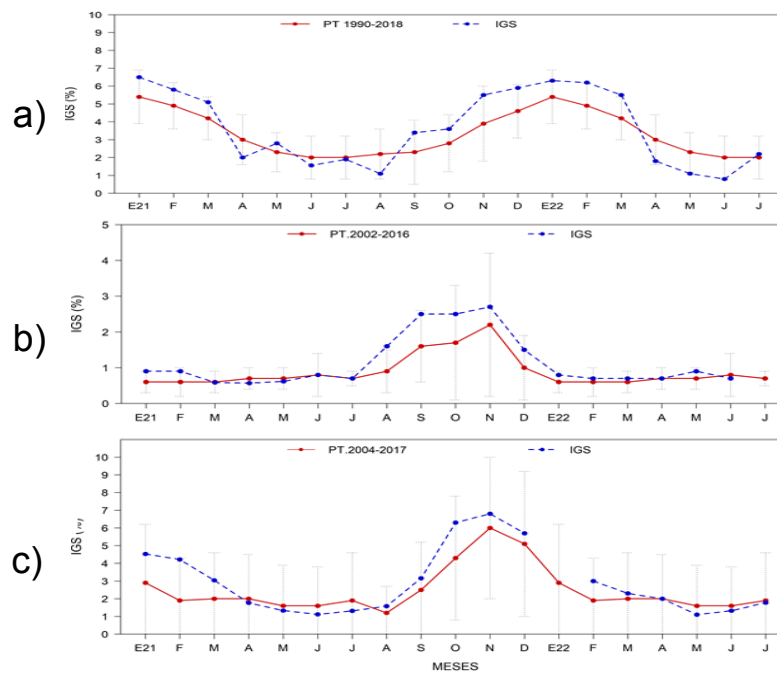


Figura 25. Índice gonadosomático (IGS) de a) jurel, b) caballa y c) bonito. Periodo enero 2021 a julio 2022 respecto al patrón histórico de cada especie. Fuente: IMARPE.

La merluza se distribuyó entre Puerto Pizarro y frente a Punta La Negra, registrándose las principales capturas frente a Paíta, con una distribución de tallas similar al mes anterior (Figura 26).

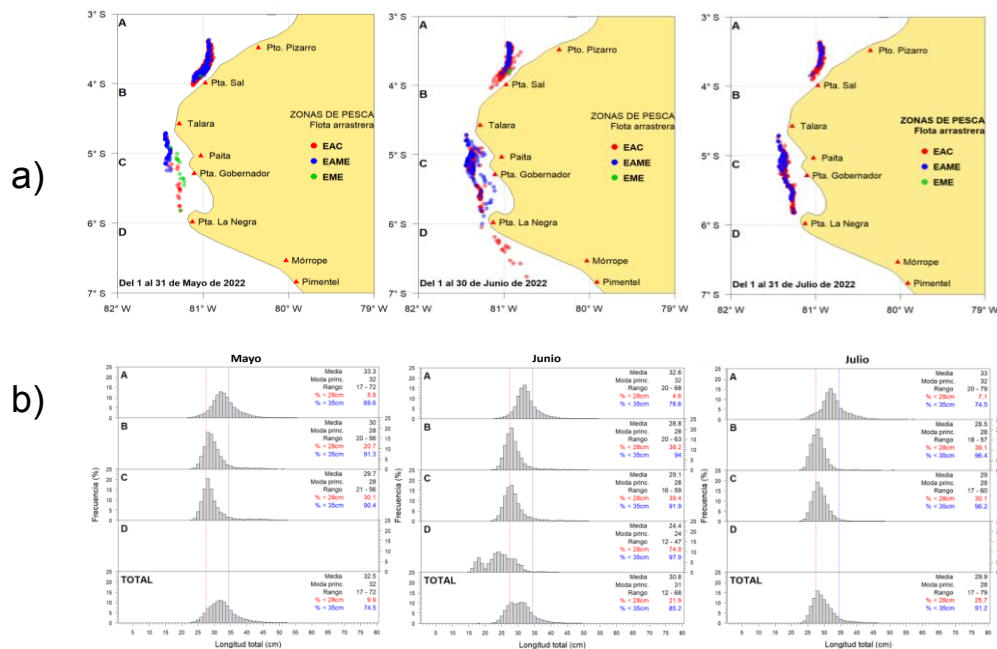


Figura 26. a) Distribución mensual de merluza de mayo y julio de 2022 y b) estructura de tallas de merluza. Fuente: IMARPE.

Los desembarques del calamar gigante (*Dosidicus gigas*), calamar común (*Doryteuthis gahi*) y pulpo (*Octopus mimus*) disminuyeron respecto a junio; mientras que la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) mantuvo sus desembarques. La distribución del calamar gigante estuvo entre Paíta y Morro Sama y, principalmente, fuera de las 60 millas náuticas, desde Punta Falsa hasta Pisco y cerca del litoral al sur de Bahía Independencia. Las mayores concentraciones se registraron en el norte, entre Malabrigo y Salaverry, en la zona centro, entre Huarmey y Pucusana, y en el sur frente a San Juan de Marcona (Figura 27).

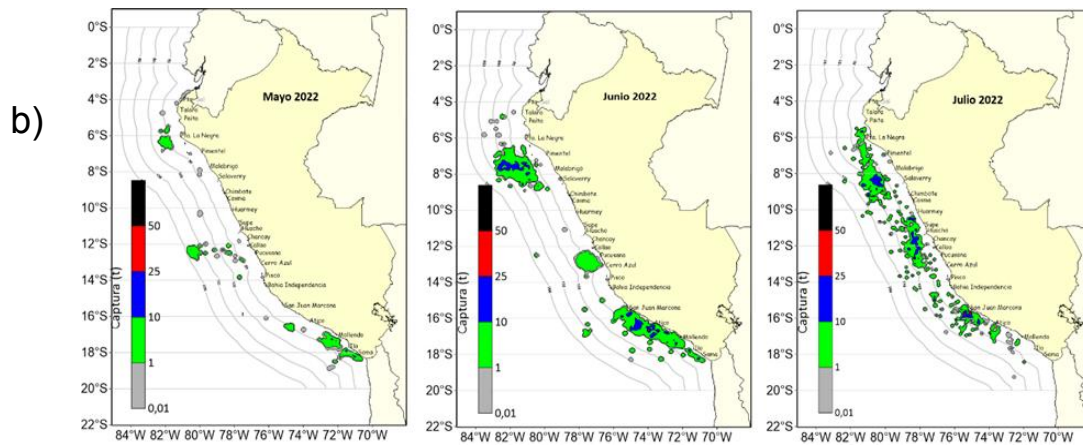
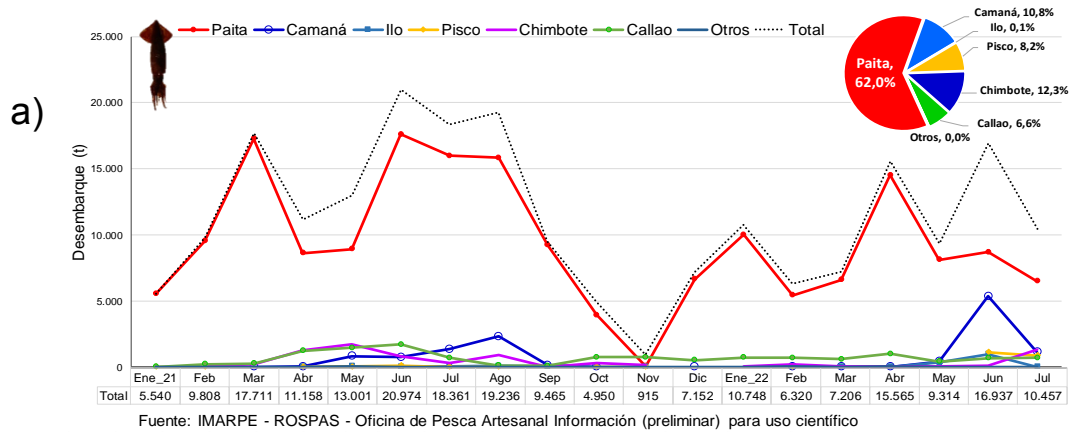


Figura 27. a) Desembarques entre enero 2021 a julio 2022 y b) distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas* mayo-julio 2022.

3.4. Condiciones hidrológicas

En julio y en los primeros días de agosto, en los ríos de las cuencas ubicadas en el norte de la vertiente del Pacífico y la región del Altiplano, predominaron caudales sobre lo normal, este comportamiento es observado desde el mes de marzo hasta la actualidad, mientras que en los ríos del centro y sur de la vertiente del Pacífico prevalecieron condiciones normales, pero cabe destacar que en los ríos de Pativilca, Ocoña y Majes persistieron anomalías ligeramente, de forma muy notoria, por debajo de lo normal aunque con una tendencia a normalizarse (Tabla 3).

Tabla 3: Caudales de los principales ríos del país julio 2022 - agosto 2022

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)								Promedio (m3/s)	Anomalía (%)
		Julio						Agosto			
Costa Norte	Tumbes	45.0	44.5	40.6	37.1	35.5	37.2	30.9	33.1	38.0	10.4
	Chira	190.4	130.5	65.6	92.7	82.4	53.0	29.3	60.8	88.1	100.1
	Motupe	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	72.3
	La Leche	S/D	1.1	0.8	3.0	1.5	S/D	3.6	8.0	3.0	46.9
	Chancay Lambayeque	17.6	15.1	16.0	13.1	12.2	14.6	13.2	25.2	15.9	61.9
	Zaña	6.3	6.2	5.4	4.8	4.0	4.9	3.9	5.3	5.1	68.5
	Jequetepeque	7.1	6.0	5.1	4.2	4.0	4.0	3.4	3.8	4.7	11.1
	Chicama	6.9	6.3	5.2	4.7	4.3	4.2	3.6	3.9	4.9	25.0
	Santa	39.7	39.1	39.4	42.2	38.8	40.8	38.3	40.4	39.8	-10.8
Costa Centro	Pativilca	12.8	12.4	12.6	12.6	11.9	12.1	11.5	11.8	12.2	-16.6
	Huaral	7.2	6.8	6.6	7.0	6.7	6.5	6.4	6.8	6.7	44.0
	Chillón	1.0	1.0	1.8	1.5	1.5	1.4	1.2	1.2	1.3	-16.4
	Rímac	19.0	18.8	18.9	19.0	18.9	18.5	18.5	18.9	18.8	25.1
	Cañete	13.1	13.8	13.8	13.4	13.0	13.3	13.0	13.0	13.3	1.6
	Pisco	2.3	2.1	2.0	2.1	2.0	2.0	1.9	1.7	2.0	-16.5
Costa Sur	Ocoña	36.5	36.6	36.4	36.0	35.7	35.0	33.8	32.6	35.3	-17.0
	Camana	31.4	27.8	27.6	26.8	28.7	25.7	S/D	S/D	28.0	-23.1
	Tambo	10.6	10.0	10.0	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	10.2	-2.3
	Locumba	2.3	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4	2.5	2.4	-5.6
	Sama	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	-7.5
	Caplina	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	-18.7
Titicaca	Huancane	3.4	3.4	3.3	3.2	2.7	2.7	2.7	2.6	3.0	-6.8
	Ramis	19.2	17.3	15.8	15.0	14.9	13.7	13.1	12.0	15.1	15.4
	Coata	9.3	8.9	8.9	8.3	8.1	7.4	8.3	8.2	8.5	34.0
	Ilave	10.2	9.7	9.7	10.3	10.8	10.8	10.8	10.8	10.4	21.4

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

Todos los reservorios del país en su gran mayoría superan el 70 % de agua almacenada en relación a sus capacidades totales, como también a nivel nacional se observa un almacenamiento del 80,9 % de la capacidad hidráulica. Por otro lado, en el norte aún el embalse Poechos se encuentran al 100 % de agua almacenada, mientras que los demás empezaron a un desembalse ya constante. Los embalses del centro de la vertiente del Pacífico siguieron llenándose de manera constante a excepción del embalse Ccaracocha, cuya descarga es muy continua, con un comportamiento similar al observado en el mes pasado. De otro lado, en la costa sur, los volúmenes de los embalses continuaron disminuyendo de forma constante, especialmente de Condoroma (Tabla 4).

Tabla 4: Estado situacional de los reservorios al 09 de agosto del 2022.

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	9-Ago	Piura	445.5	445.5	100.0
Costa - Norte	San Lorenzo	9-Ago	Piura	195.6	181.8	92.9
Costa - Norte	Tinajones	9-Ago	Lambayeque	331.6	322.0	97.1
Costa - Norte	Gallito Ciego	9-Ago	La Libertad	366.1	335.7	91.7
Costa - Centro	Viconga	18-Jul	Lima	30.0	24.0	79.9
Costa - Centro	Sistema Rímac	31-Jul	Lima, Junin	282.4	225.5	79.8
Costa - Centro	Choclococha	9-Ago	Ica	131.1	130.7	99.7
Costa - Sur	Ccaracocha	9-Ago	Ica	40.0	27.9	69.8
Costa - Sur	Condoroma	9-Ago	Arequipa	259.0	202.3	78.1
Costa - Sur	El Pañe	9-Ago	Arequipa	99.6	79.0	79.3
Costa - Sur	Dique Los Españoles	9-Ago	Arequipa	9.1	7.3	80.3
Costa - Sur	Pillones	9-Ago	Arequipa	78.5	74.4	94.8
Costa - Sur	El Frayle	9-Ago	Arequipa	127.2	95.8	75.3
Costa - Sur	Aguada Blanca	9-Ago	Arequipa	30.4	20.6	67.7
Costa - Sur	Chalhuanca	9-Ago	Arequipa	25.0	0.4	1.6
Costa - Sur	Bamputañe	9-Ago	Arequipa	40.0	26.9	67.3
Costa - Sur	Pasto Grande	9-Ago	Moquegua	200.0	184.0	92.0
Costa - Sur	Paucarani	9-Ago	Tacna	10.5	7.8	74.3
Costa - Sur	Laguna Aricota	9-Ago	Tacna	280.0	195.6	69.9
Sierra - Centro	Jarumas	9-Ago	Tacna	13.0	12.5	96.2
Sierra - Centro	Cuchoquesera	9-Ago	Ayacucho	80.0	57.4	71.8
Sierra - Sur	Lago Junin	10-Ago	Junin	441.0	195.8	44.4
Sierra - Sur	Lagunillas	9-Ago	Puno	585.1	464.5	79.4
Sierra - Sur	Sibinacocha	9-Ago	Cusco	110.0	90.8	82.5
Situación Nacional				4,210.7	3,408.1	80.9

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos. Elaboración: ANA.

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En el departamento de Piura, la prevalencia de temperaturas diurnas alrededor lo normal favoreció la fructificación del mango; mientras que en Lambayeque las condiciones térmicas nocturnas de normales a ligeramente frías propiciaron la floración. Por el contrario, para los sembríos de arroz, dichas temperaturas frías, ligeramente por debajo de lo normal retrasaron el crecimiento vegetativo de las plantas de la zona de Lambayeque. En la costa sur, en La Yarada (Tacna), las temperaturas del aire que estuvieron en torno a sus valores normales favorecieron el avance de las labores de cosecha de la aceituna negra (Figura 28).

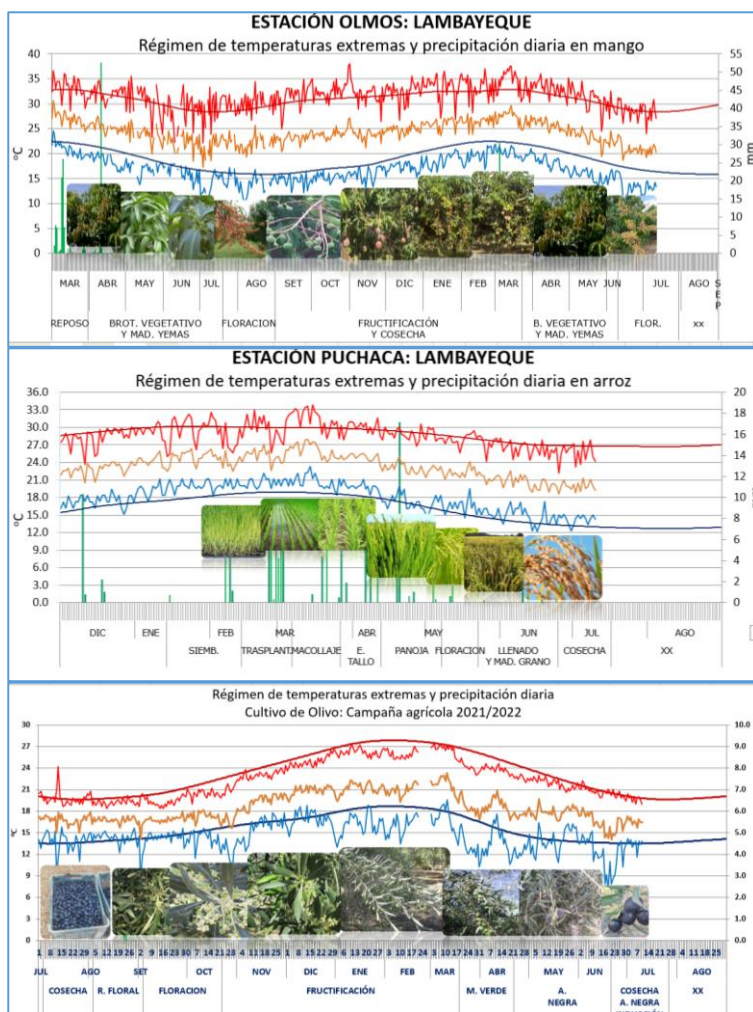


Figura 28. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2022/2023. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

Los pronósticos de la mayoría de los modelos numéricos de NMME continúan indicando la presencia de La Niña en Pacífico central (Niño 3.4) hasta febrero de 2023, mostrando los mayores valores negativos del ONI entre octubre y diciembre. Con respecto a la región Niño 1+2, los pronósticos del ICEN muestran que se mantendría con valores negativos, pero dentro del rango neutral hasta el mes de marzo 2023, inclusive (Tabla 6).

Tabla 2: 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	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA
CFS2	-0.76	-0.86	-0.94	-0.98	-0.84	-0.56	-0.27	0
CanCM4i	-0.68	-0.77	-0.96	-1.15	-1.25	-1.15	-0.85	-0.47
GEM5_NEMO	-0.66	-0.75	-0.89	-1.02	-1.01	-0.89	-0.76	-0.58
NASA	-1.03	-1.56	-2.11	-2.26	-2.01	-1.54	-1.01	-0.59
GFDL_SPEARE	-0.61	-0.56	-0.54	-0.54	-0.41	-0.18	0.08	0.3
NCAR_CCSM4	-0.8	-0.97	-1.17	-1.36	-1.35	-1.11	-0.76	-0.4
Promedio								
NMME	-0.76	-0.91	-1.1	-1.22	-1.15	-0.91	-0.6	-0.29

Tabla 3: 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	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA
CFS2	-0.86	-0.61	-0.46	-0.49	-0.45	-0.37	-0.18	-0.02
CanCM4i	-1.02	-0.89	-0.88	-0.81	-0.78	-0.7	-0.5	-0.3
GEM5_NEMO	-0.9	-0.76	-0.8	-0.94	-0.97	-0.78	-0.46	-0.02
NASA	-1.37	-1.39	-1.28	-1.28	-1.21	-0.96	-0.45	0.26
GFDL_SPEARE	-0.81	-0.61	-0.57	-0.51	-0.36	-0.17	0.11	0.50
NCAR_CCSM4	-1.04	-0.85	-0.69	-0.66	-0.64	-0.58	-0.34	-0.06
Promedio								
NMME	-1.00	-0.85	-0.78	-0.78	-0.74	-0.59	-0.3	0.06

Para la región Niño 3.4, de acuerdo con las proyecciones de los modelos numéricos internacionales hasta enero de 2023, se espera el reforzamiento de la circulación atmosférica típica de La Niña en el Pacífico central.

La reflexión de ondas Rossby en el Pacífico ecuatorial occidental habrían generado nuevas ondas Kelvin cálidas; pero se espera que dichas ondas cálidas no tengan un efecto significativo en el Pacífico oriental, debido a la probable persistencia de los vientos anómalos del este en el Pacífico central (Figura 31).

En consecuencia, frente a la costa peruana, la presencia esperada del paquete de ondas de Kelvin frías entre agosto y octubre, sería el principal factor que module las condiciones oceanográficas, contribuyendo a disminuir el nivel del mar y la TSM durante este periodo (Figura 29, 30 y 31).

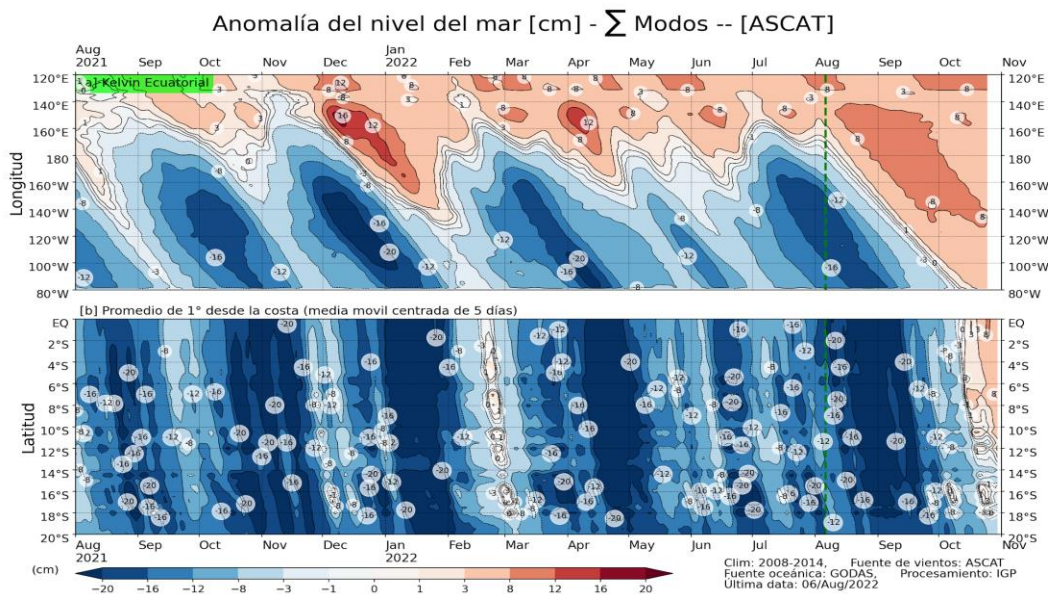


Figura 29: Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada ASCAT. Fuente: IGP.

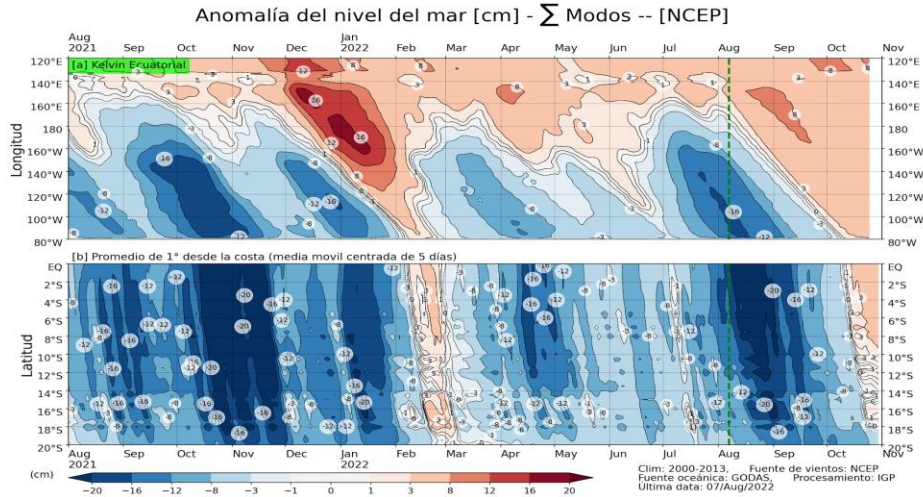


Figura 30: Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP.

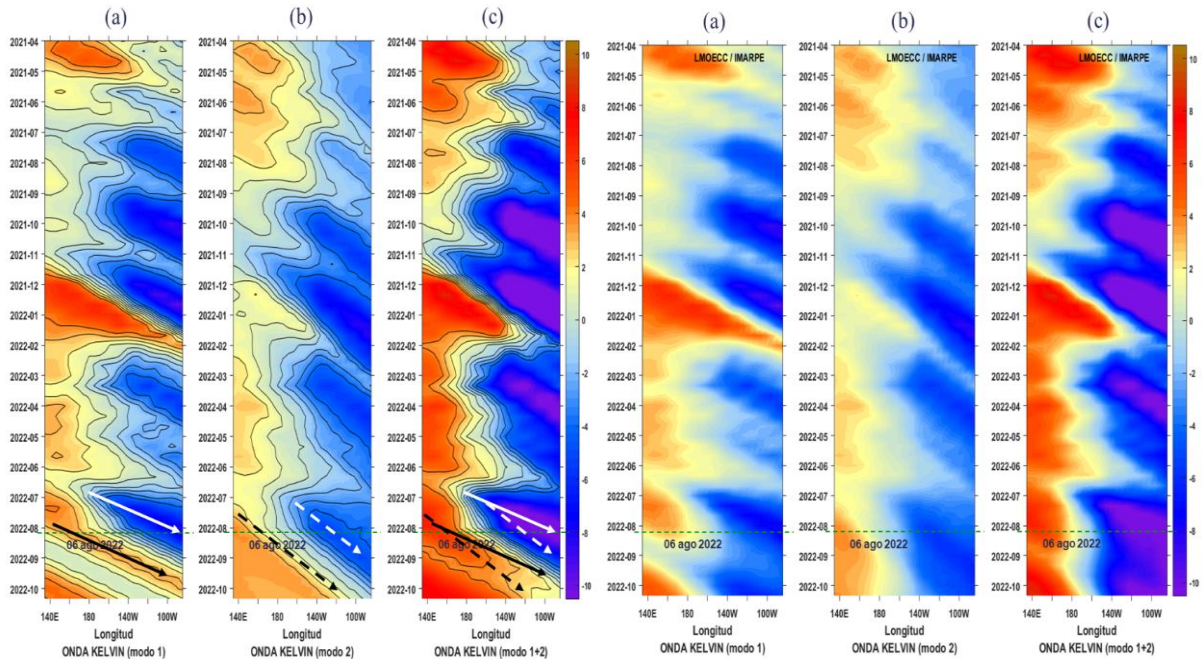


Figura 31. Izquierda: diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N) inicializado el 6 de agosto 2022 con el forzante de vientos climatológico: (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan 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. Derecha: diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial, considerando la persistencia del forzante de vientos observado a lo largo de la línea ecuatorial en la semana previa a la simulación. Fuente: IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo de vientos de NCEP. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

En base 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 estima que para el Pacífico central continúe presente el evento La Niña, con una magnitud moderada hasta diciembre de 2022 (Tabla 7 y Figura 32). Para el verano 2022-2023 la magnitud de La Niña en el Pacífico central sería débil (Tabla 9).

Tabla 4: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3,4) entre julio y noviembre de 2022.

Pacífico central	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)
Fría fuerte	1	3	5	7	4
Fría moderada	53	56	58	60	53
Fría débil	46	41	37	33	42
Neutro	0	0	0	0	1
Cálida débil	0	0	0	0	0
Cálida moderado	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

Para la región Niño 1+2, debido al próximo arribo del paquete de ondas Kelvin frías, se estima que La Niña costera se extendería hasta octubre de 2022, siendo más probable la condición fría débil (50 a 55 %). Desde noviembre en adelante, las condiciones neutras serían más probables (Tabla 8 y Figura 32). Finalmente, para el verano 2022-23 la mayor probabilidad corresponde a condiciones neutras con 70 % (Tabla 10).

Tabla 8: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región 1+2 frente a la costa de Perú) entre agosto y diciembre de 2022.

Pacífico oriental	Agosto (%)	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	10	12	4	2	0
Fría débil	50	55	51	45	38
Neutro	40	33	45	52	57
Cálida débil	0	0	0	1	5
Cálida moderado	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

Tabla 9. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) para el verano diciembre 2022-marzo 2023.

Magnitud del evento diciembre 2022 - marzo 2023	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	25
La Niña Débil	60
Neutro	15
El Niño Débil	0
El Niño Moderado	0
El Niño Fuerte	0
El Niño Muy fuerte	0

Tabla 10. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa norte y centro del Perú) para el verano diciembre 2022-marzo 2023.

Magnitud del evento diciembre 2022 - marzo 2023	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	0
La Niña Débil	20
Neutro	70
El Niño Débil	10
El Niño Moderado	0
El Niño Fuerte	0
El Niño Extraordinario	0

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

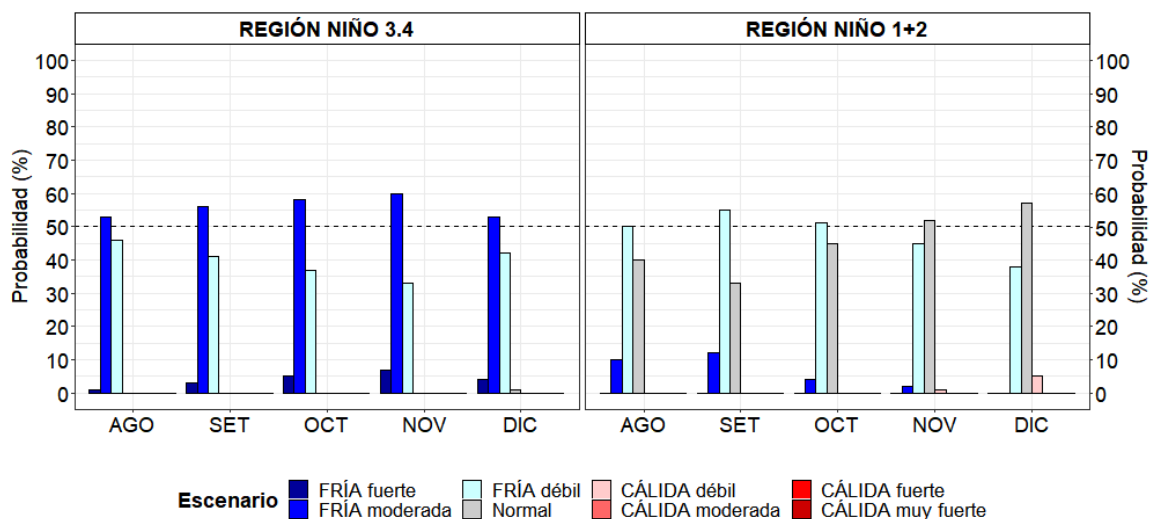


Figura 32. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre agosto y diciembre de 2022.

Según el pronóstico climático vigente³, para el trimestre agosto-octubre 2022, se espera que las temperaturas del aire a lo largo de la costa se mantengan por debajo de sus valores normales. En relación a las lluvias, se espera un exceso en el sector nororiental del país y deficiencias en la sierra suroccidental. Asimismo, el escenario de lluvias para el próximo verano 2023⁴ indica una mayor probabilidad de condiciones entre normal y bajo lo normal en el extremo norte del Perú, mientras que habría excesos de lluvias en la selva y sierra (especialmente en la zona centro y sur). Esto último estaría influenciado por la continuación de La Niña en el Pacífico central hasta el verano del próximo año.

Desde el punto de vista biológico-pesquero y de acuerdo al escenario oceanográfico, se prevé que el recurso anchoveta continúe presentando una amplia cobertura espacial, a lo largo del litoral peruano. Por otro lado, la actividad reproductiva de la anchoveta se presenta por debajo de lo normal y se espera un incremento en las próximas semanas, dando inicio al periodo principal de desove (invierno-primavera).

³ Perspectivas climáticas para el periodo agosto – octubre 2022 <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-25.pdf>

⁴ Escenario probabilístico de lluvias para el verano 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-6.pdf>

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de “**Alerta de La Niña costera**”, debido a que es más probable que la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, mantenga valores por debajo del rango normal hasta octubre de 2022. La magnitud más probable en lo que resta de este evento frío sigue siendo débil. Posteriormente, para el verano 2022-2023, las condiciones neutras serían más probables.

Por otro lado, se espera que continúe la presencia del evento La Niña en el Pacífico central, con una mayor probabilidad de magnitud moderada hasta fin de año, y de magnitud débil para el verano 2022-2023.

Se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo de acuerdo al pronóstico climático vigente, además del escenario de verano en el contexto de La Niña en el Pacífico central.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará monitoreando e informando sobre la evolución de las condiciones oceánicas-atmosféricas y actualizando las perspectivas. La emisión del próximo informe técnico será el 15 de setiembre de 2022.

VI. REFERENCIAS

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15 th Edition, USA.
- Behringer, D.W., and Y. Xue, 2004: Evaluation of the global ocean data assimilation system at NCEP: The Pacific Ocean. Eighth Symposium on Integrated Observing and Assimilation Systems for Atmosphere, Oceans, and Land Surface, AMS 84th Annual Meeting, Washington State Convention and Trade Center, Seattle, Washington, 11-15. Derber, J.C., and A. Rosati, 1989: A global oceanic data assimilation system. *J. Phys. Oceanogr.*, 19, 1333-1347.
- 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>
- Bentamy A. S. A.Grodko, A. Elyouncha, B. Chapron, F. Desbiolle, 2016. Homogenization of Scatterometer Wind Retrievals, *Int. J. Climatol.* doi:10.1002/joc.
- Boulangier, J.-P., & C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño, *J. Geophys. Res.*, 100(C12), 25,041–25,059.
- Buitrón B., A. Perea, J. Mori, J. Sánchez, C. Roque. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Protocol for studies on the reproductive process of pelagic and demersal fishes. *Boletín Instituto del Mar Perú*, 38: 373-384
- Carton, J. A., and B. S. Giese (2008), A reanalysis of ocean climate using Simple Ocean Data Assimilation (SODA), *Mon. Weather Rev.*, 136, 2999– 3017.
- Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 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. *Geoph. Res. Lett.*, vol. 29, no. 14, 1666, 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)
- Duan, W. and Wei, C. 2013. The ‘spring predictability barrier’ for ENSO predictions and its possible mechanism: results from a fully coupled model. *Int. J. Climatol.*, 33: 1280-1292. <https://doi.org/10.1002/joc.3513>
- ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. 2 pp.

- ENFEN, 2015. Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN. 7 pp.
- Huang, B., Peter W. Thorne, et.al. 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5), Upgrades, validations, and intercomparisons. *J. Climate*, doi: 10.1175/JCLI-D-16-0836.1
- Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. *J. Geophys. Research*, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.
- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437–471.
- Kirtman BP, Min D, Infanti JM, Kinter JL, Paolino DA, Zhang Q, van den Dool H, Saha S, Peña M, Becker E, Peng P, Tripp P, Huang J, DeWitt DG, Tippett MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 95, 585–601. doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1
- Lavado-Casimiro, Waldo y Espinoza, Jhan Carlo. Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorologia* [online]. 2014, v. 29, n. 2 [Accedido 1 Setiembre 2021], pp. 171-182. Disponible en: <<https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>>. Epub 04 Jul 2014. ISSN 1982-4351. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>.
- Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. *Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, 55 pp.
- Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos"*

- para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, enero, 1, 1, 4-7.
- Okumura, Y. M., DiNezio, P., & Deser, C. (2017). Evolving impacts of multiyear La Niña events on atmospheric circulation and U.S. drought. *Geophysical Research Letters*, 44, 11,614–11,623. <https://doi.org/10.1002/2017GL075034>
- Quispe-Ccalluari C, Tam J, Arellano C, Chamorro A, Espinoza-Morriberón D, Romero C y J Ramos. 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. *Inf Int. Mar Perú*, 44(1): 28-34.
- SENAMHI. 2021. INFORME TÉCNICO N°08-2021/SENAMHI-DMA-SPC. "ESCENARIO PROBABILÍSTICO DE LLUVIAS PARA EL VERANO 2022". Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-2.pdf>
- Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.-C., Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W. (2018), Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol*, 38: 420-435. <https://doi.org/10.1002/joc.5185>
- Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, febrero, 1, 2, 8-9.
- Tokinaga, H., Richter, I., and Kosaka, Y. (2019). ENSO Influence on the Atlantic Niño, Revisited: Multi-Year versus Single-Year ENSO Events. *Journal of Climate* 32, 14, 4585-4600, available from: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0683.1>
- Urbina, B. y K. Mosquera, 2020. Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, pag. 13-20.
- Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.
- Wentz, F.J., L.Ricciardulli, C.Gentemann, T. Meissner, K.A. Hilburn, J. Scott, 2013: Remote Sensing Systems Coriolis WindSat [indicate whether you used Daily, 3-Day, Weekly, or Monthly] Environmental Suite on 0.25 deg grid, Version 7.0.1, [indicate subset if used]. Remote Sensing Systems, Santa Rosa, CA. Available online at www.remss.com/missions/windsat.

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 (PBP)	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/variabci/m/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, Período 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, Período climatológico: 1993-2012, Frecuencia diaria.
Salinidad		X	X	X																X	DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones

