

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 8 N° 10

OCTUBRE 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. Hugo Eduardo Jara Facundo

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Calm. (r) Raúl Luis 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 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: 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° 10, octubre de 2022, 47 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles en <http://enfen.gob.pe/> así como en las páginas web de las instituciones que conforman la

Fecha de Publicación: 13 de octubre de 2022



Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú OCTUBRE 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 OCTUBRE 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	27
3.4.	Condiciones hidrológicas	32
3.5.	Condiciones agrometeorológicas.....	34
IV.	PERSPECTIVAS.....	35
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
VI.	REFERENCIAS.....	42
VII.	ANEXO	45

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 re-análisis 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 SETIEMBRE DE 2022

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante octubre y los primeros días de noviembre, la TSM en el Pacífico ecuatorial continuó con valores por debajo de lo normal (Figura 1 y 2). Entre setiembre y octubre, en la región Niño 4 la anomalía varió de $-1,01$ a $-1,81$ °C; en Niño 3.4, de $-1,08$ a $-1,03$ °C; en Niño 3, de $-0,97$ a $-1,13$ °C y en Niño 1+2, de $-1,01$ a $-1,81$ °C (Tabla 1).

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

TSM-ATSM Mensual 2021-2022 (ERSSTv5)					
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4	
May. 22	22.77 -1.65	26.20 -1.06	26.81 -1.12	28.10 -0.81	
Jun.	21.65 -1.48	25.81 -0.81	26.97 -0.76	28.25 -0.72	
Jul.	20.78 -1.18	25.27 -0.53	26.59 -0.70	27.90 -1.00	
Ago.	20.43 -0.58	24.44 -0.68	25.87 -0.98	27.69 -1.10	
Set.	19.71 -1.01	23.93 -0.97	25.64 -1.08	27.58 -1.18	
Oct.	19.21 -1.81	23.85 -1.13	25.69 -1.03	27.62 -1.14	

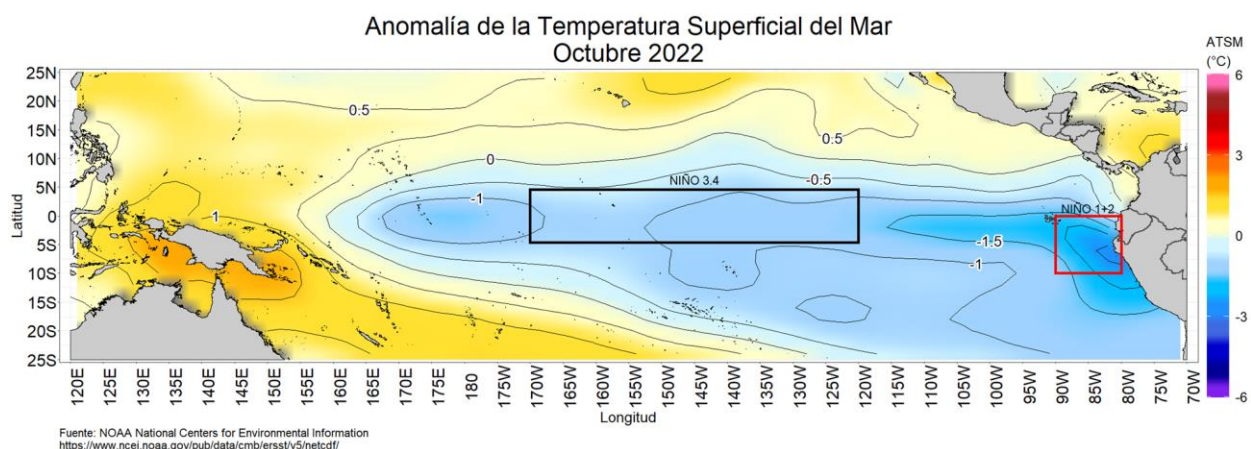


Figura 1: Promedio del mes de octubre 2022 de las anomalías de la TSM en el Pacífico. La región Niño 3.4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: ERSSTv5.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

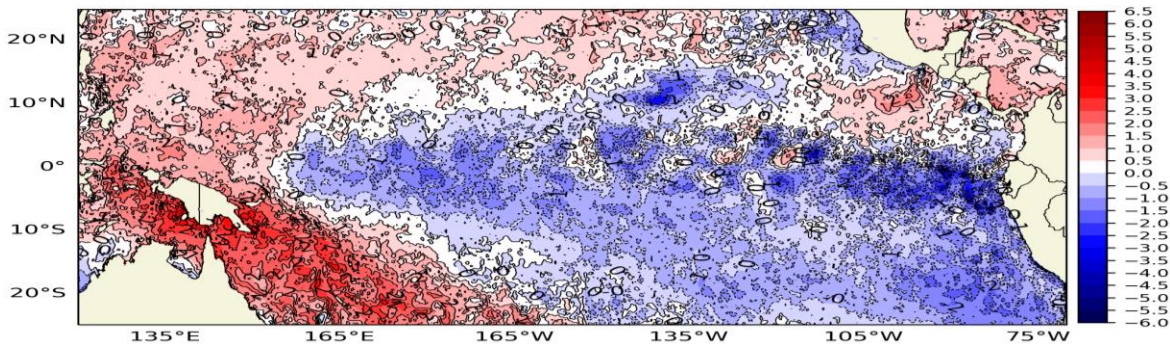


Figura 2: Promedio de las anomalías de TSM en el Pacífico del 1 al 10 de noviembre de 2022.
Fuente: Ostia. Elaboración: DIHIDRONAV.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de setiembre se ubica dentro del rango de la condición fría débil, mientras que el del ICEN temporal (ICEN-tmp) de octubre se ubica dentro de la condición fría fuerte. Por otro lado, los valores del ONI de setiembre y el temporal (ONItmp) de octubre se ubican dentro del rango de la condición fría moderada (Tabla 2).

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
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
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
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
oct-22	-1,51	Fría Fuerte	-1,08	Fría Moderada

El paquete de ondas de Kelvin frías sigue presente en el Pacífico ecuatorial, principalmente al este de los 160°W, según la información observada en el nivel del mar como en la profundidad de la termoclina. La información satelital e *in situ* muestran anomalías positivas del nivel del mar y de la profundidad de la termoclina en el Pacífico occidental, las cuales, según el modelo de ondas, sería la señal de una onda de Kelvin cálida (Figura 3 y 31).

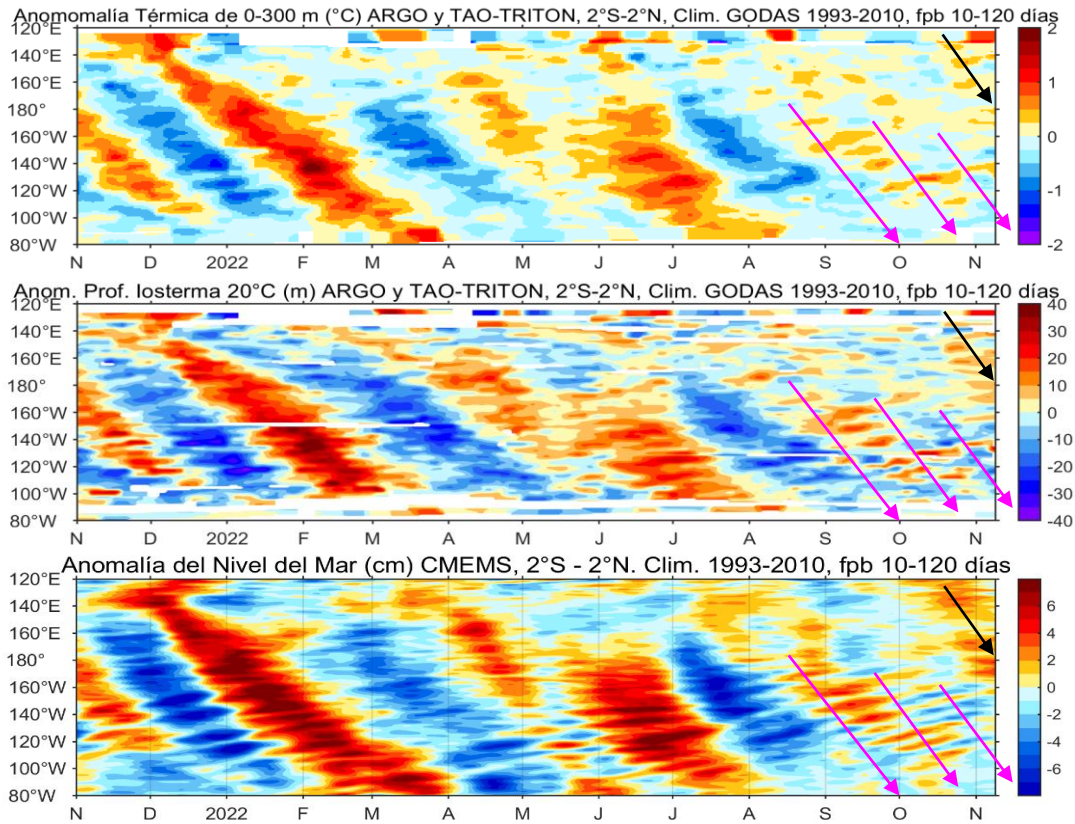


Figura 3: Diagrama Hovmöller: a) anomalía del esfuerzo de viento zonal (102 Nm^{-2}), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, c) anomalía de temperatura de 0 a 300 m de profundidad ($^\circ\text{C}$) con filtro pasa banda 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 octubre, sobre el Pacífico ecuatorial, el patrón subsidente persistió al oeste de la línea de cambio de fecha, presentando anomalías negativas menos intensas respecto al mes anterior; mientras que al noroeste del continente se intensificó el ramal subsidente de la circulación de Walker.

En la baja tropósfera (850 hPa) y sobre el Pacífico occidental, los vientos alisios se intensificaron favoreciendo la persistencia de condiciones frías de la TSM. Asimismo, en niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico ecuatorial, también se intensificaron los vientos anómalos del oeste; observándose el patrón de circulación típica de un evento fortalecido de La Niña (Figura 4).

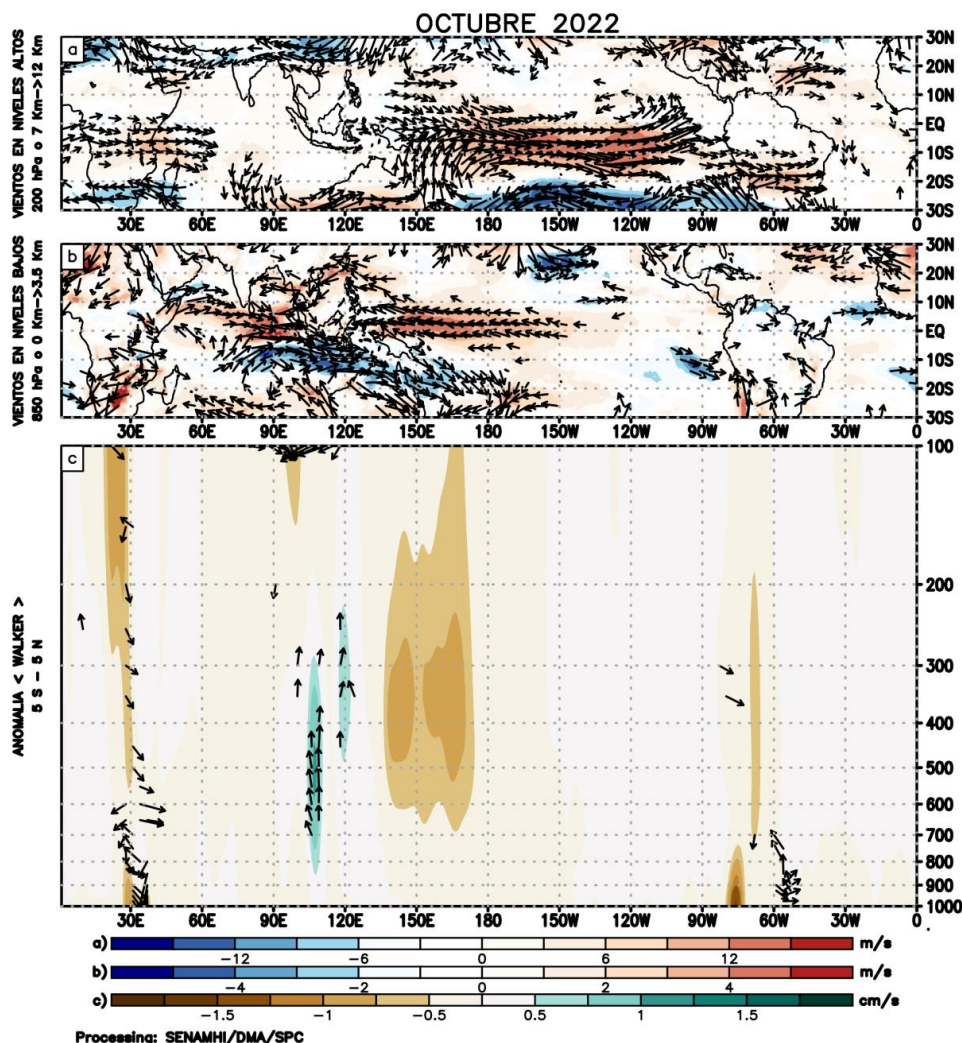


Figura 4: (a) Anomalías de los vientos respecto a su velocidad (colores) y dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) y (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker). Periodo: octubre de 2022. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para octubre, continuó con una configuración zonal, ubicada al sureste de su posición normal, con un núcleo más intenso (+1 hPa) respecto a su climatología (Figura 5).

Esta configuración contribuyó al incremento anómalo de los vientos del este hacia el Pacífico centro occidental; sin embargo, el debilitamiento periódico y el desplazamiento hacia el sur del APS favoreció a que los vientos frente al litoral presentaran condiciones normales en gran parte de octubre; no obstante, asociado a la dinámica del APS, el sistema se intensificó durante los primeros días de noviembre (Figura 6).

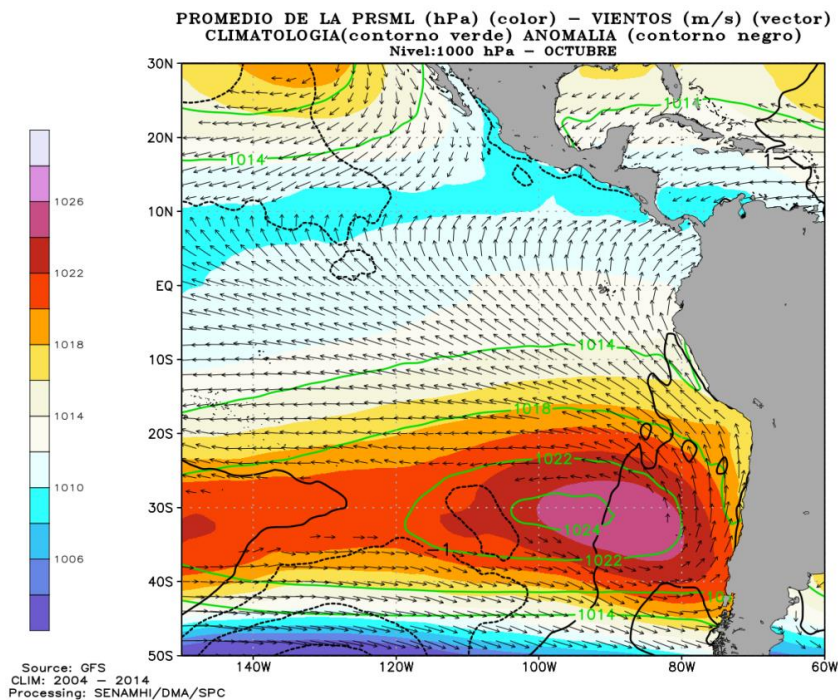


Figura 5. Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (colores) con su climatología (línea lila), anomalía (línea negra) y vientos (flechas) para octubre de 2022.
 Procesamiento: SENAMHI.

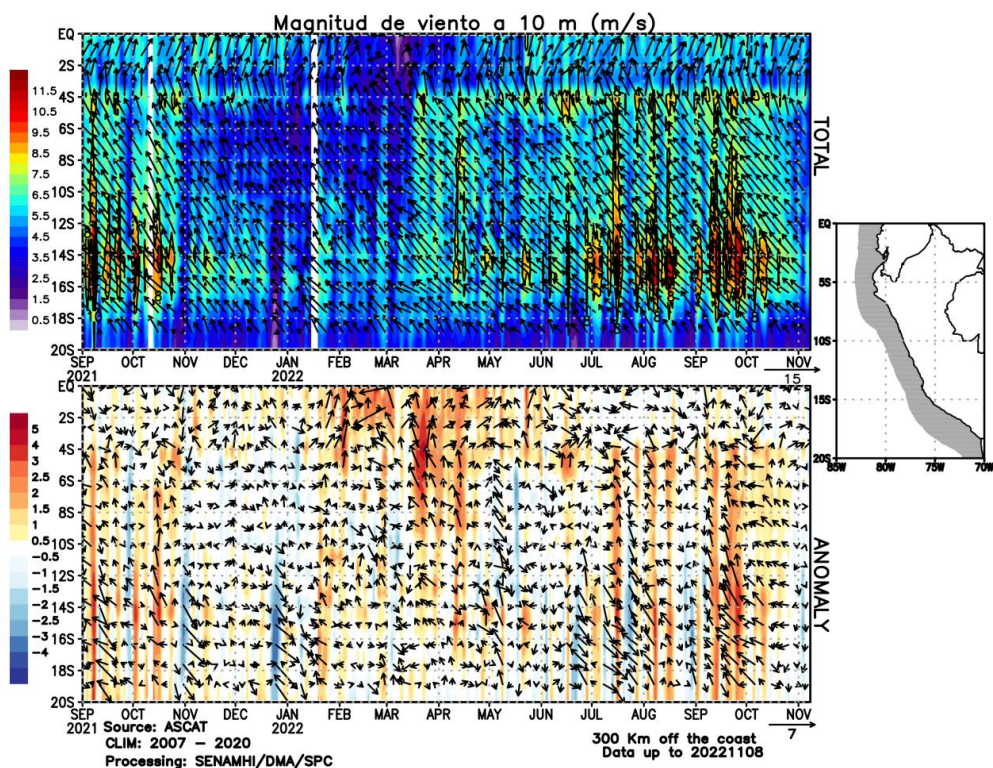


Figura 6. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento dentro de los 300 km frente a la costa, Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento frente a la costa de Perú. Fuente: ASCAT, Procesamiento: SENAMHI-SPC.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Frente a la costa peruana, se registraron vientos oceánicos superficiales fuertes (> 6,8 m/s), con anomalías positivas (+1,0 m/s), principalmente del 06 al 20 octubre; mientras que a partir de la cuarta semana de octubre hasta el 09 de noviembre predominaron vientos moderados (entre 4,1 y 6,8 m/s), con anomalías de viento en el rango neutral a negativo. A lo largo de la franja costera peruana, dentro de los 40 km, predominaron vientos fuertes a moderados, registrándose períodos de intensificación de viento, principalmente desde Talara a San Juan de Marcona hasta la tercera semana de octubre; mientras que, a partir de la última semana de octubre hasta el 09 de noviembre, predominaron vientos moderados a lo largo de toda la costa peruana (Figura 7). El afloramiento costero peruano fue superior de 200 m³/s x 100 m, principalmente entre Talara y San Juan de Marcona, durante las tres primeras semanas de octubre; mientras que durante la última hasta la fecha se redujo, presentando valores menores de 100 m³/s x 100 m como consecuencia de vientos moderados (Figura 8).

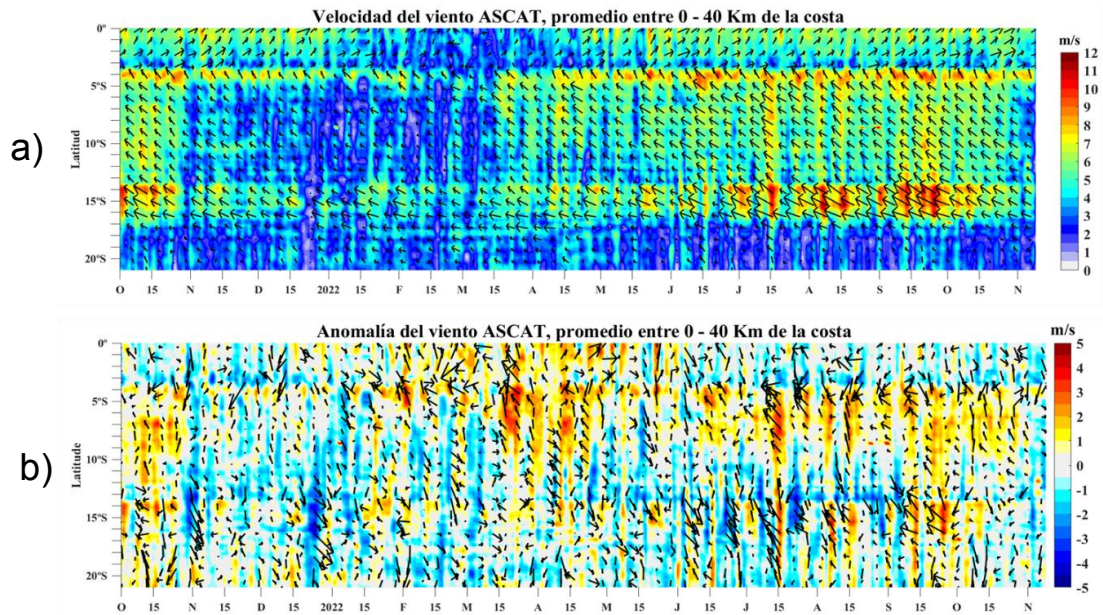


Figura 7. Viento a 40 km frente a la costa de Perú. a) Velocidad del viento (m/s), b) anomalía de la velocidad del viento (m/s). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

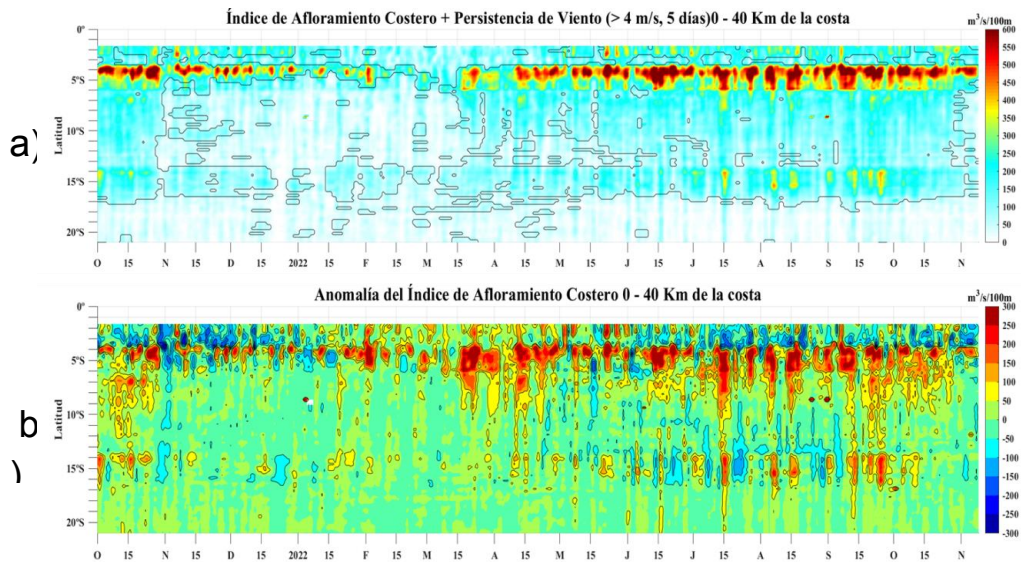


Figura 8. Índice de Afloramiento Costero. a) Índice de Afloramiento Costero (m^3/s), b) Anomalía del IAC (m^3/s). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

Durante octubre, en promedio, las temperaturas extremas del aire a lo largo del litoral presentaron anomalías por debajo de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. La temperatura máxima alcanzó anomalías, en promedio, de $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en las zonas norte, centro y sur de la costa peruana, respectivamente; mientras que la temperatura mínima, presentó anomalías de $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, en promedio, en las mismas zonas.

En lo que va de noviembre, la temperatura máxima mantiene las anomalías negativas en la costa norte y centro, con valores similares a octubre; mientras que la costa sur mantiene valores dentro del rango normal. La temperatura mínima continúa presentando anomalías negativas, incluso levemente más intensas que en octubre, en particular en la costa norte (Figura 9).

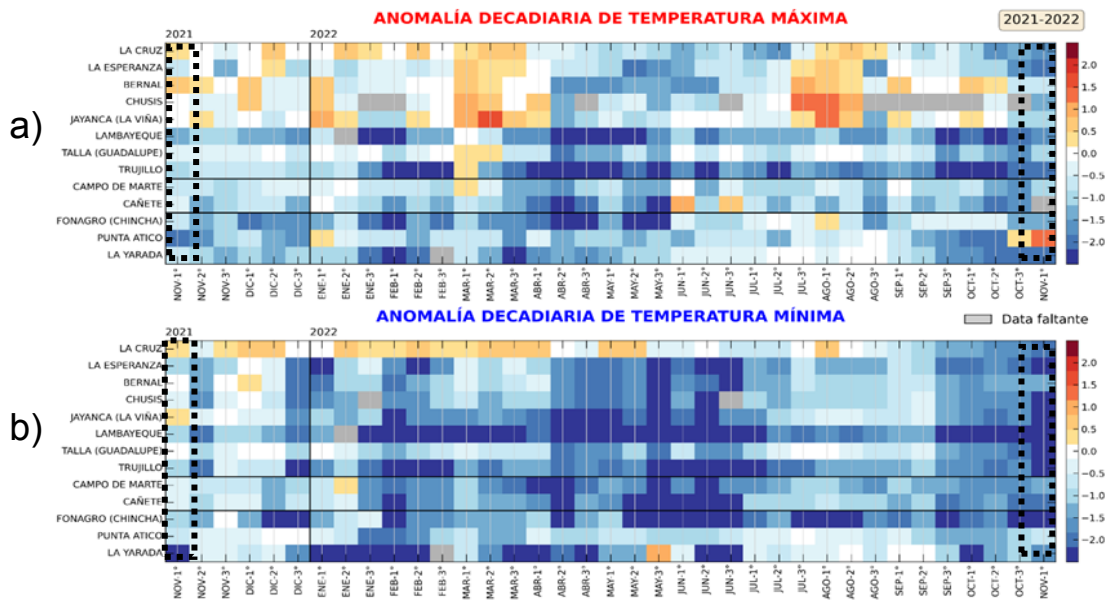


Figura 9. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI de noviembre de 2021 a octubre de 2022. Fuente: SENAMHI.

En octubre, la TSM presentó, en promedio, valores entre 14 °C y 18 °C; excepto al norte de los 4°S donde fue mayor, del orden de 19 °C a 22 °C, frente a la costa de Perú. La anomalía de TSM, en promedio, muestra condiciones frías con mayor cobertura espacial e intensidad (anomalías de -1,0 °C a -3,0 °C) respecto al mes anterior, en todo el mar peruano hasta la línea ecuatorial, inclusive. En lo que va de noviembre, las condiciones frías continúan, aunque con menor intensidad cerca de la costa, principalmente en el norte, donde se evidencia el incremento de la TSM el cual genero anomalías positivas. Por otro lado, en el litoral, las anomalías negativas de TSM se mantienen similares al mes anterior (Figuras 10, 10a, b y 11).

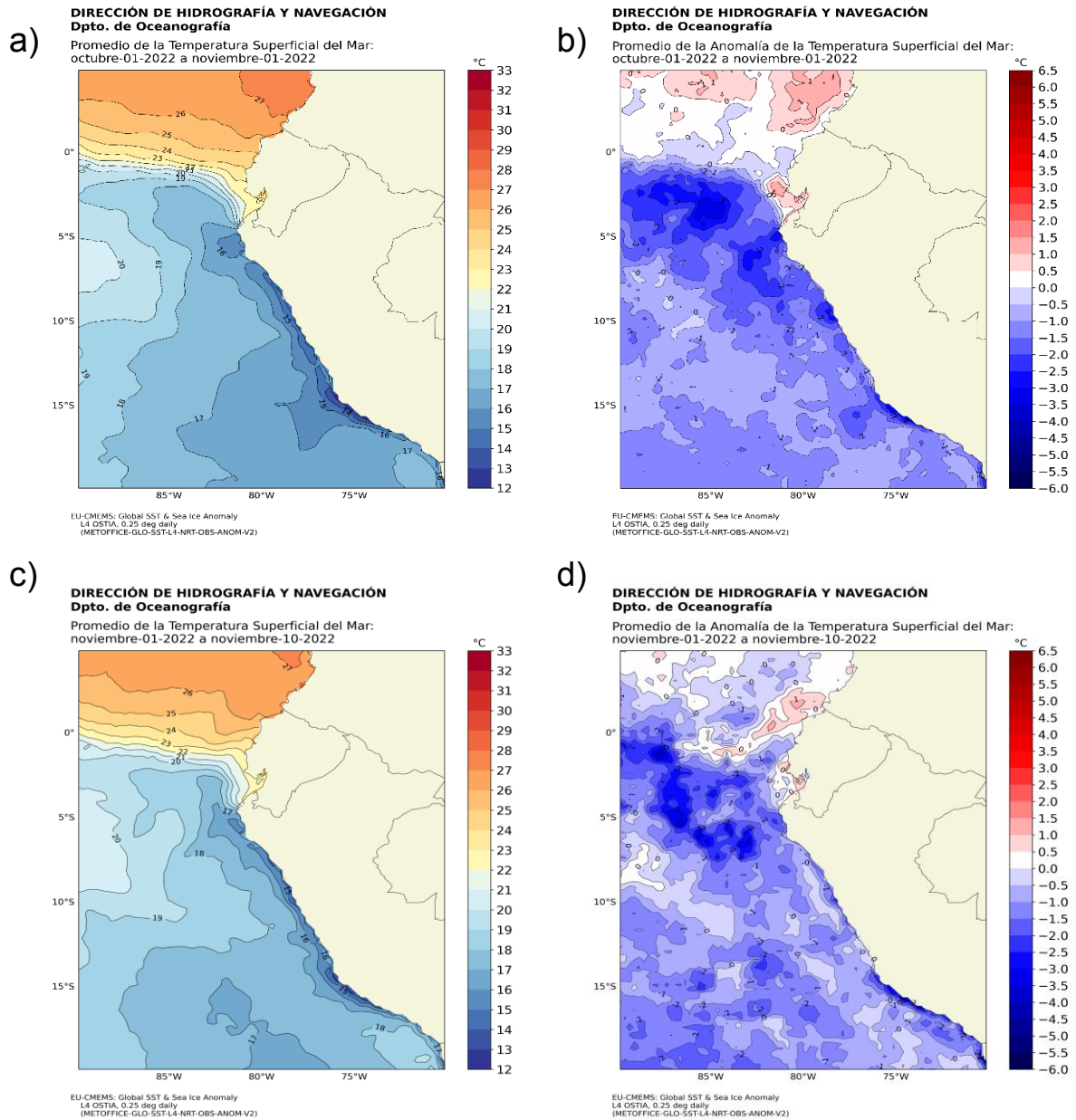


Figura 10. a) TSM promedio mensual (octubre de 2022); b) Anomalía de TSM promedio mensual (octubre 2022) y c) TSM promedio del 1-10 noviembre, d) Anomalía de TSM promedio del 1-10 de noviembre de 2022. Fuente: Ostia. Climatología 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

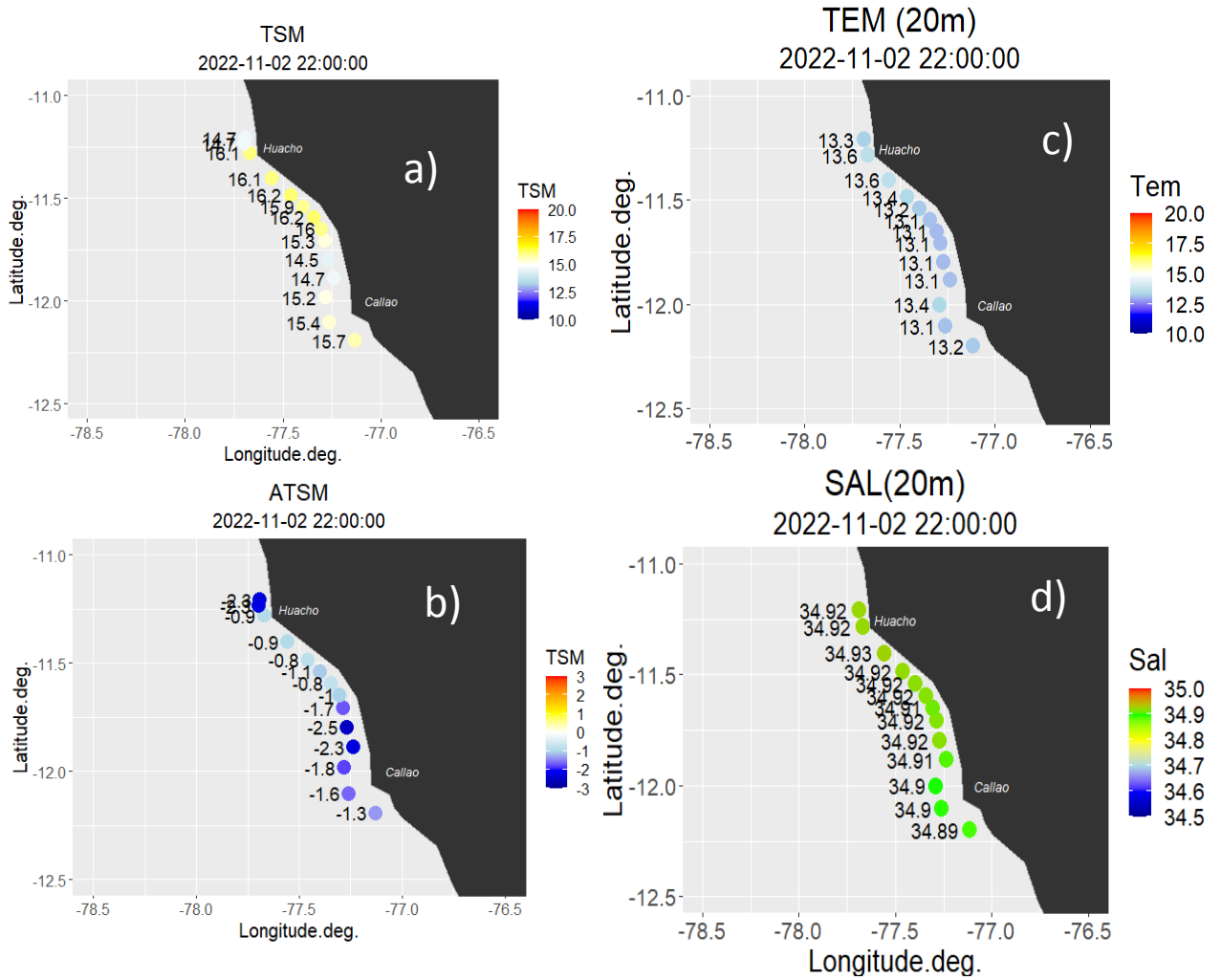


Figura 10a. Monitoreo del *Wave Glider* SV3 dentro de las 10 millas náuticas de la costa del 2 al 9 de noviembre 2022 a) TSM b) anomalía de la TSM, c) temperatura a 20 m y d) salinidad a 20 m. Fuente: DIHIDRONAV.

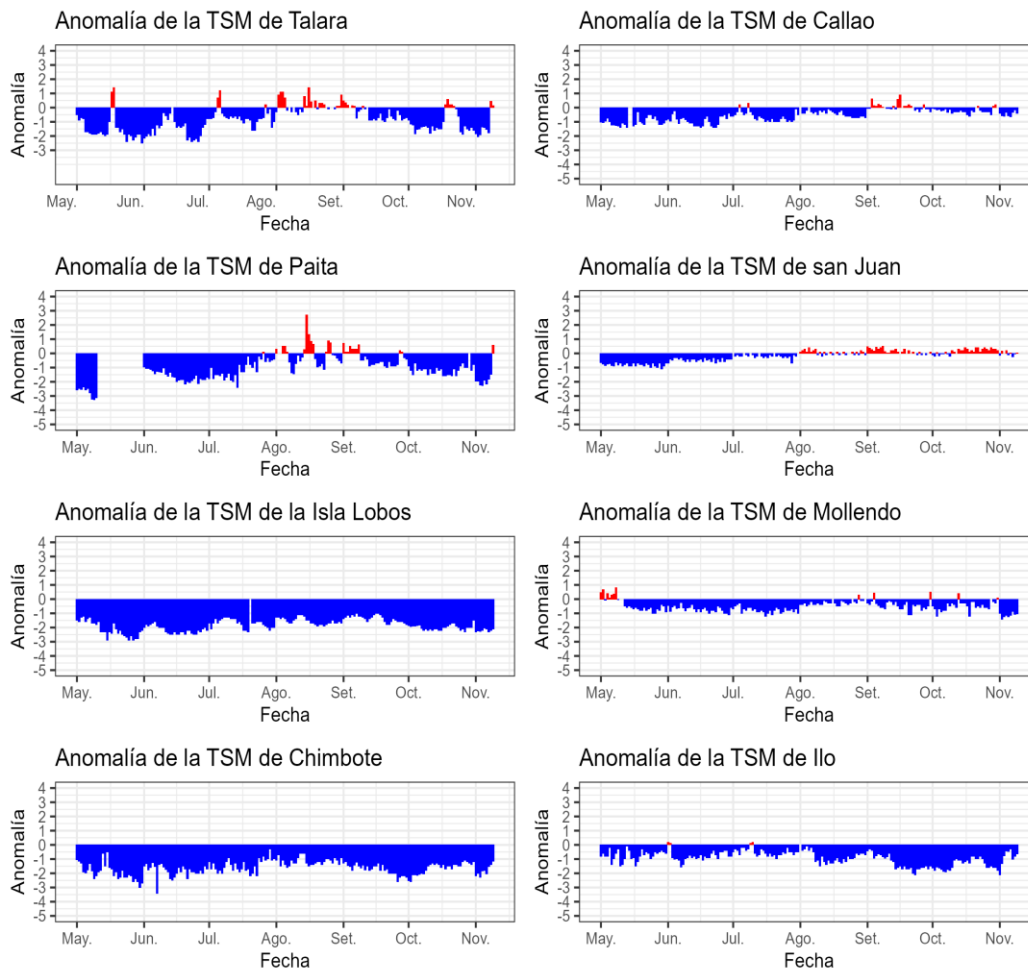


Figura 11. Anomalía de la TSM diaria a lo largo de la costa peruana de mayo al 10 de noviembre de 2022. Fuente: DHN.

En todo el litoral, el nivel del mar (NM) disminuyó durante la primera quincena de octubre debido al arribo del paquete de ondas Kelvin frías, con anomalías diarias de hasta -20 cm en el norte. Si bien en el sur las anomalías alcanzaron valores de -25 cm, estas se asocian también a la influencia del intenso afloramiento costero. Asimismo, a inicios de noviembre el nivel del mar se normalizó, con ligeros incrementos asociados a remolinos anticiclónicos frente a la costa (Figura 12). En promedio, dentro de las 60 millas náuticas el nivel del mar se normalizó para los primeros días de noviembre (Figura 13).

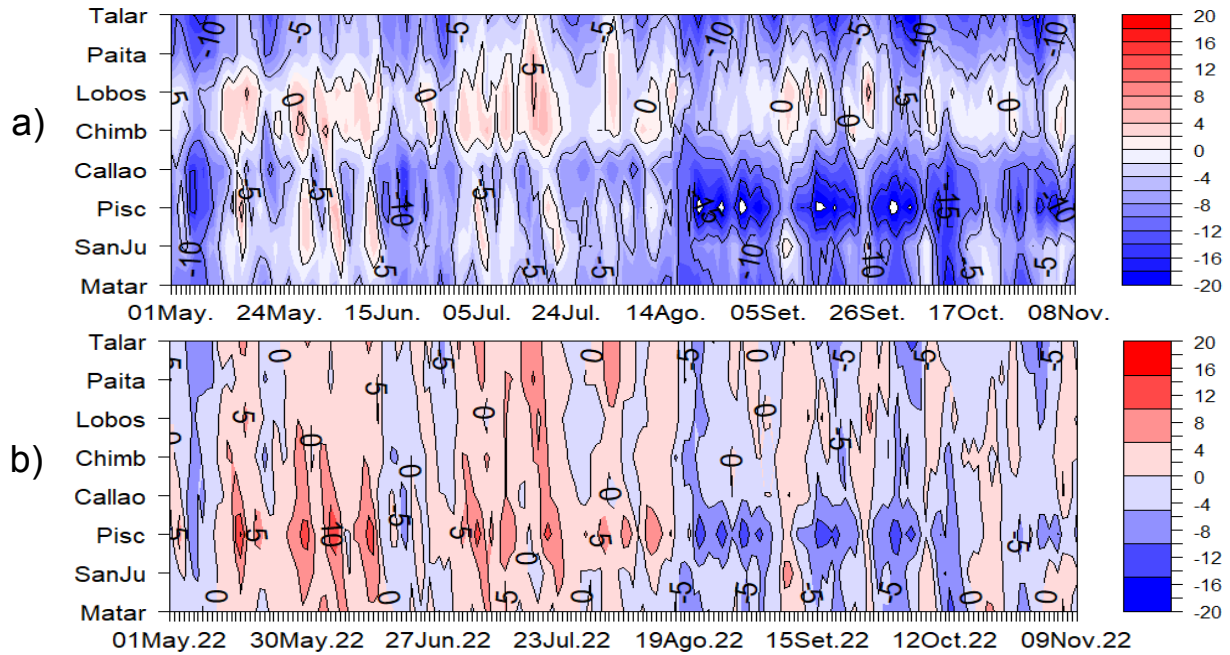


Figura 12. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM diaria en el litoral peruano a) sin filtro y b) con filtro móvil anual, del 01 de mayo al 09 de noviembre de 2022, Climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

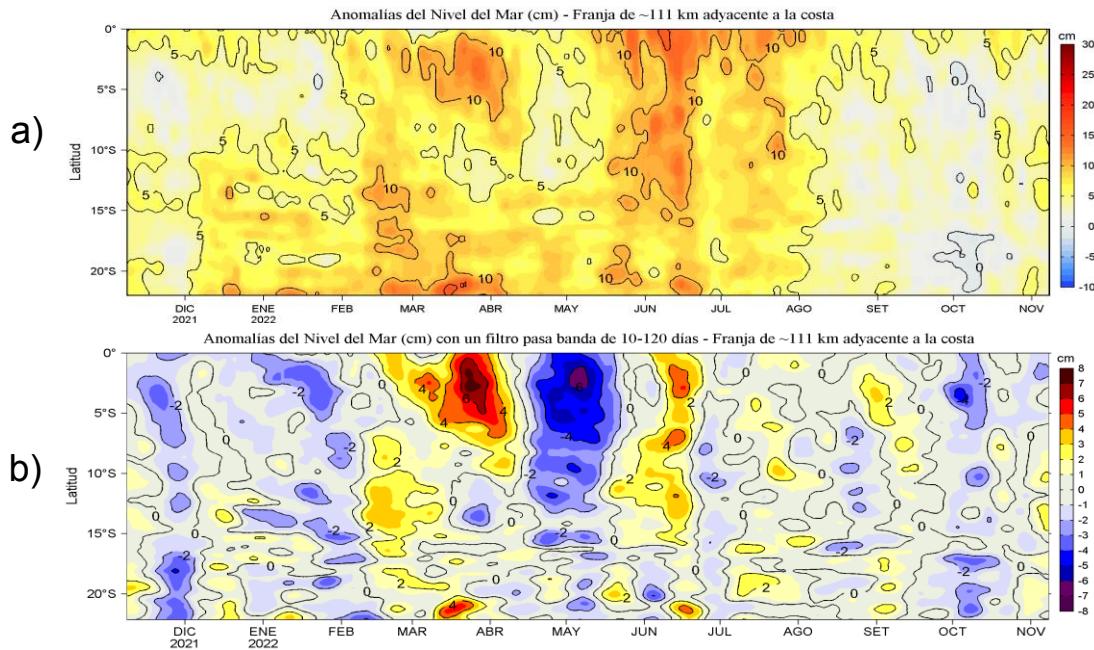


Figura 13. Diagrama Hovmöller de las a) anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de noviembre de 2022. Fuente: CMEMS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

La temperatura subsuperficial presentó anomalías entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 70 m de profundidad en octubre y lo que va de noviembre, entre Talara y San Juan de Marcona, dentro de las 200 millas náuticas (Figuras 14, 15 y 16). Frente a Paita la termoclina y la oxiclina se ubicaron ligeramente más superficiales que lo habitual, en tanto que frente a Chicama la termoclina estuvo ligeramente más superficial y la oxiclina se situó cerca de su posición climatológica. (Figura 17).

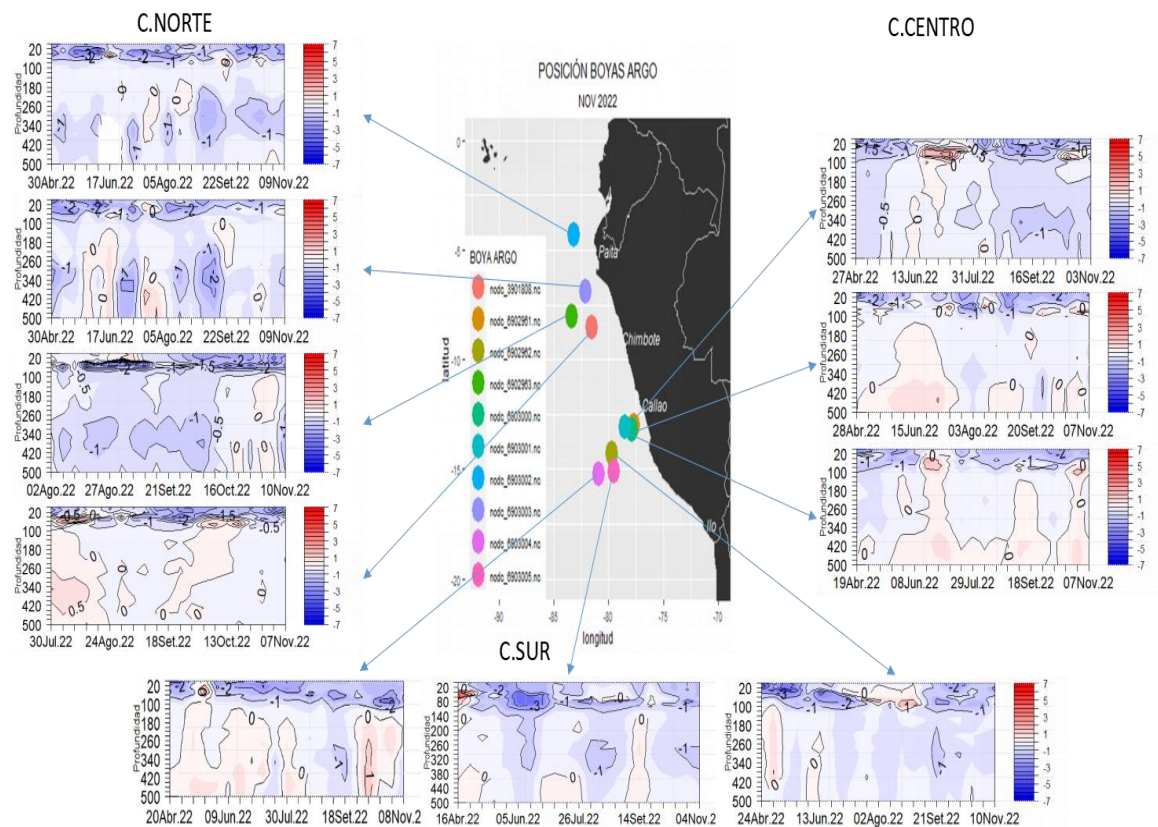


Figura 14. Secciones de anomalías de temperatura del mar de abril a noviembre de 2022 hasta los 500 m de profundidad. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

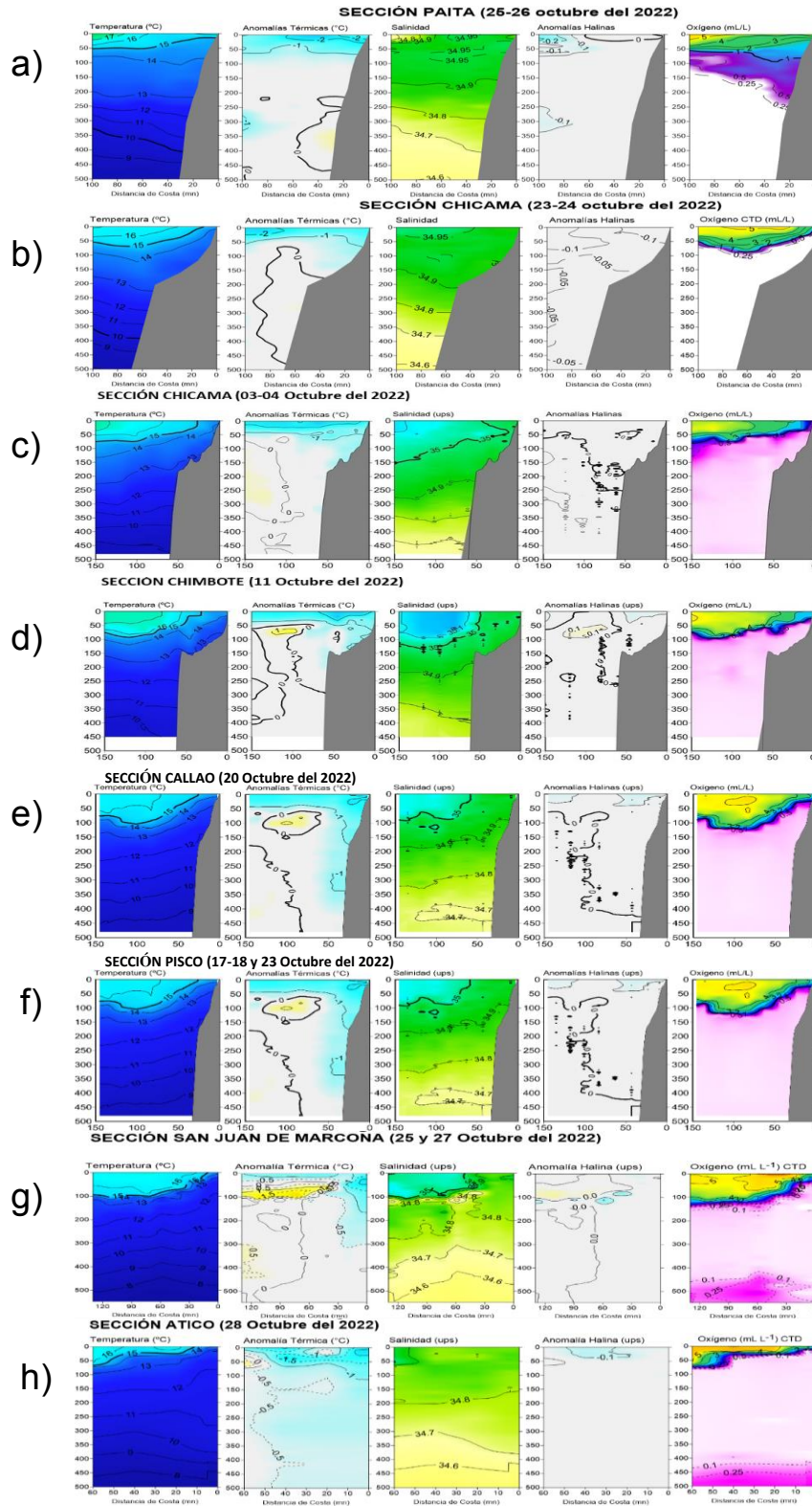


Figura 15. Secciones verticales de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad, anomalías halinas y oxígeno disuelto (mL L⁻¹) frente a a) Paita (25-26 octubre), b) Chicama (23-24 octubre), c) Chicama (3-4 octubre), d) Chimbote (11 octubre), e) Callao (20 octubre), f) Pisco (17-18 octubre), San Juan (25-27 octubre) y Atico (28 octubre) de izquierda a derecha. Fuente: IMARPE.

SERIE DE TIEMPO CONDICIONES AMBIENTALES FRENTE A NEGRITOS 2210-11

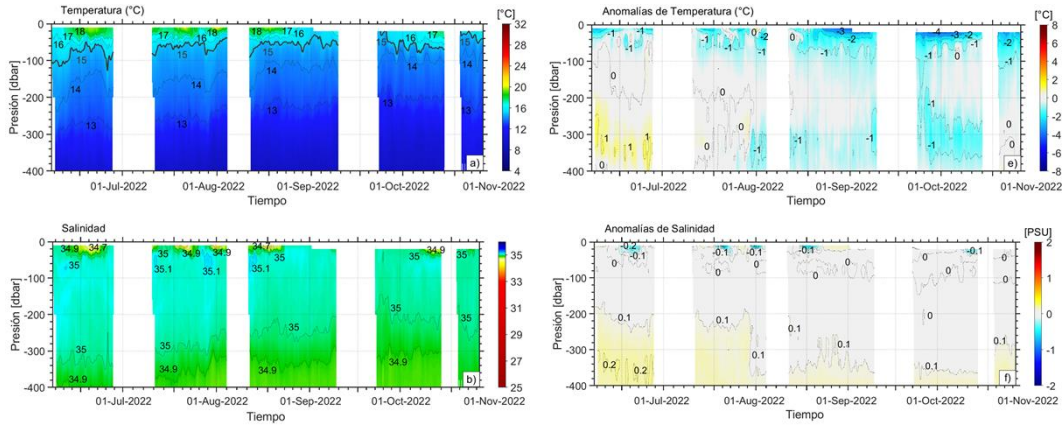


Figura 16. Sección vertical de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad y anomalías halinas, entre julio y octubre de 2022, registradas por los *Gliders* Mochica y Chimu frente a Negritos-Talara.

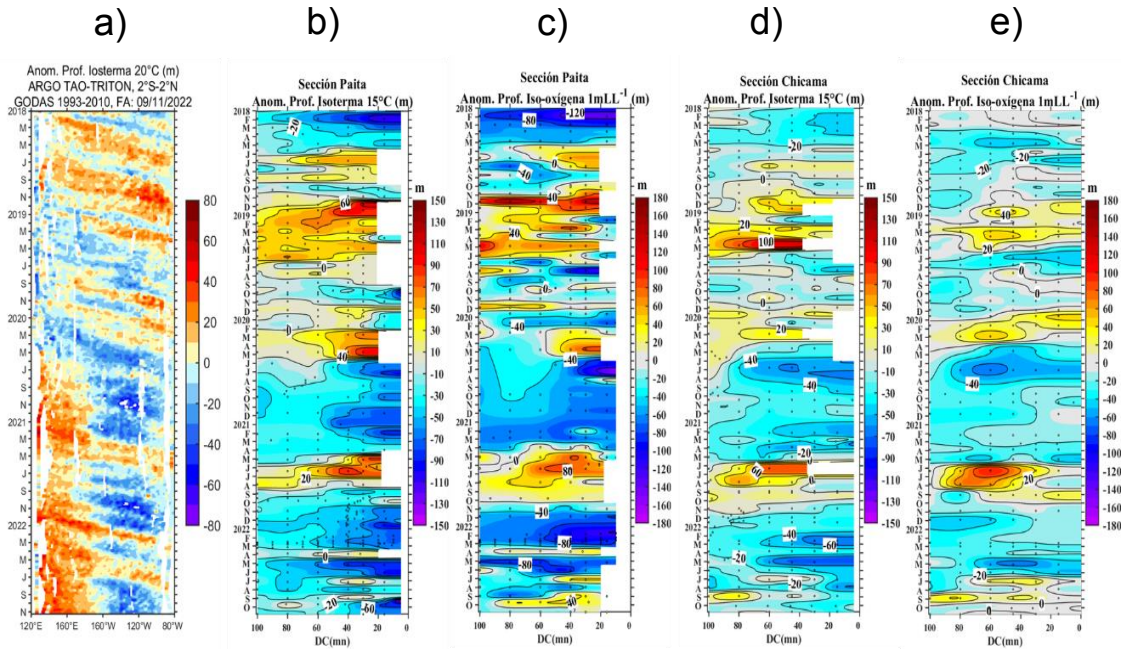


Figura 17. Diagrama Hovmöller de a) la profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Paita (0-100 mn), c) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹ frente a Paita (0-100 mn), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Chicama (0-100 mn) y d) 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: IMARPE.

La salinidad superficial del mar (SSM) indicó la presencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) hasta Punta Sal (Tumbes) y de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hasta Paita, debido al debilitamiento de los vientos. Entre Paita y Punta Falsa, se presentaron aguas de mezcla entre las AES, Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y las aguas costeras frías (ACF), mientras que hacia el sur predominaron estas últimas por dentro de las 50 millas náuticas, salvo en Chimbote donde se observó mayor intromisión de las ASS. Por otro lado, en la capa subsuperficial, predominaron Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en la zona norte y centro y Aguas Templadas de la Subantártica (ATSA) en la zona sur (Figura 10d, 18, 19 y 20).

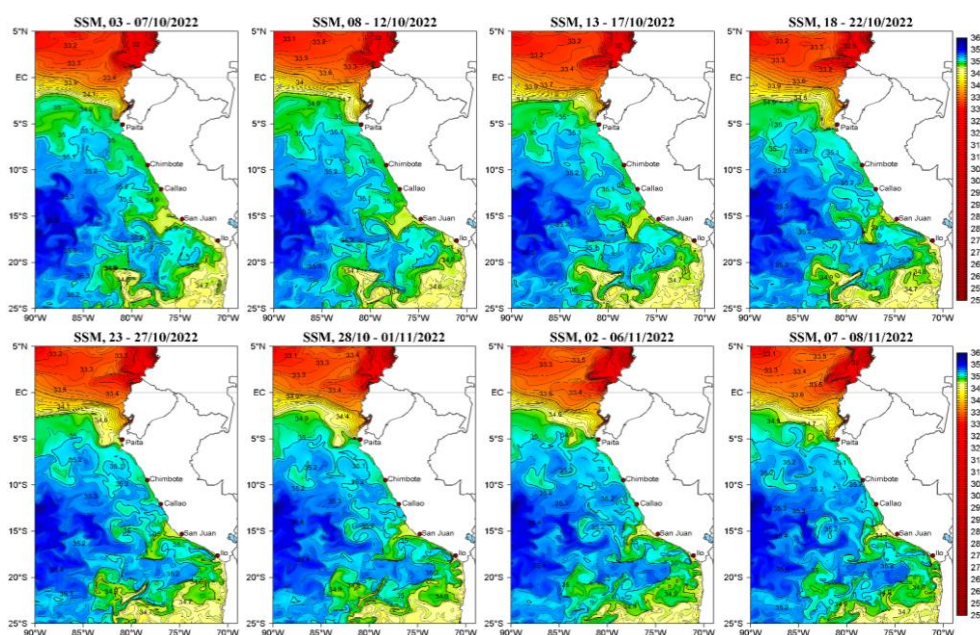


Figura 18. Distribución espacial promedio pentadal de la salinidad superficial en el océano Pacífico tropical oriental, de octubre a noviembre de 2022. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

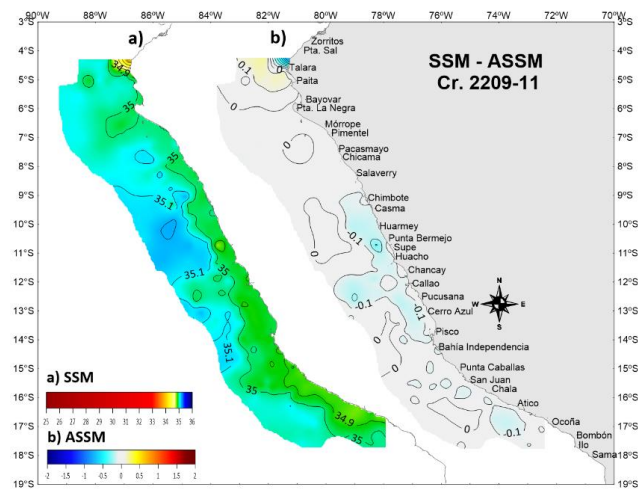


Figura 19. Salinidad del Mar y sus anomalías en el crucero CR 2209-11. Procesamiento: IMARPE.

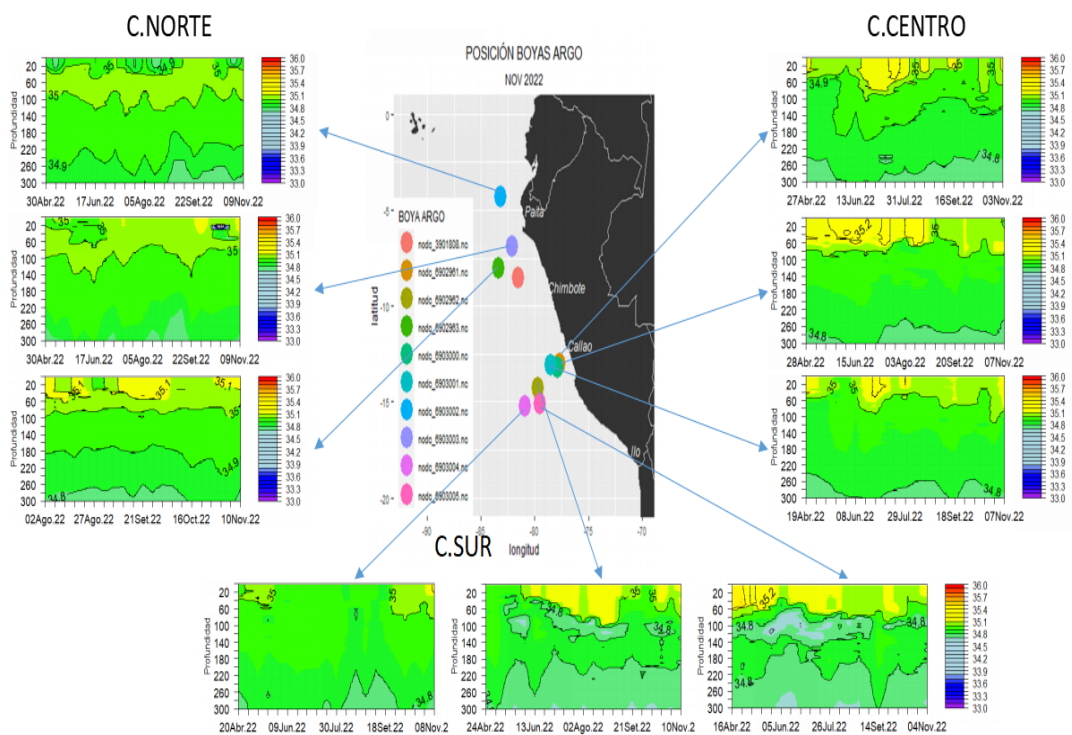


Figura 20. Sección de la salinidad del mar frente a la costa de Perú de abril a noviembre de 2022. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

El oxígeno disuelto (OD) en la superficie del mar se encontró en el rango de 1,91 a 6,77 mL L⁻¹, predominando anomalías negativas de OD a lo largo de toda la costa entre (-0,5 a -1,0 mL L⁻¹), dentro de las 60 millas náuticas, entre setiembre a noviembre (Figura 21). Asimismo, a las 70 millas náuticas, frente a Callao se observó una ligera profundización de la ZMO respecto al mes anterior, de 75 m a 100 m de profundidad (Figura 15); sin embargo, a las 200 millas náuticas frente a Chicama y Pisco su profundidad se mantuvo igual que el mes anterior (Figura 21a)

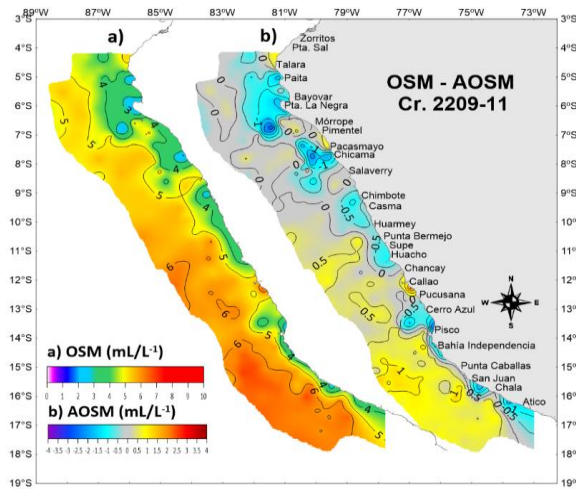


Figura 21. Oxígeno disuelto superficial (a) y sus anomalías (b) en el crucero CR 2209-11. Procesamiento: IMARPE.

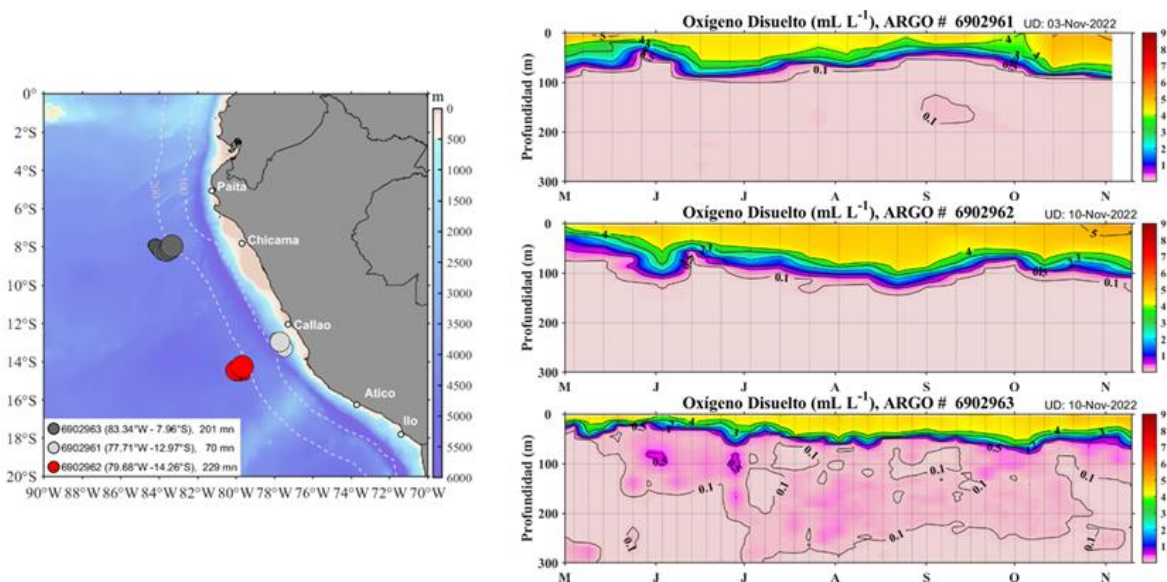


Figura 21a. Evolución del oxígeno disuelto del agua de mar en flotadores ARGO en la zona costera (dentro de las 270 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de octubre y noviembre de 2022 donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

De acuerdo a la información satelital, la clorofila-a, indicador de la producción de fitoplancton, durante octubre, en la franja de 60 millas náuticas adyacente a la costa peruana, presentó mayormente concentraciones entre 0,5 a 5,0 $\mu\text{g L}^{-1}$, con los mayores valores en las zonas frente a Pisco-Callao y Atico-Ilo. Las anomalías de clorofila-a mostraron, en la franja litoral, una distribución de valores ligeramente negativos de $-1,0 \mu\text{g L}^{-1}$, indicando una baja productividad, posiblemente asociado a una gran cobertura nubosa. En lo que va de noviembre, todavía persisten las anomalías negativas a lo largo de la costa, intensificándose frente a Pisco; sin embargo, se pueden observar núcleos positivos ($+1 \mu\text{g L}^{-1}$) frente a Paita, entre Chicama y Chimbote, y frente a Atico, dentro de las 20 millas náuticas (Figura 22).

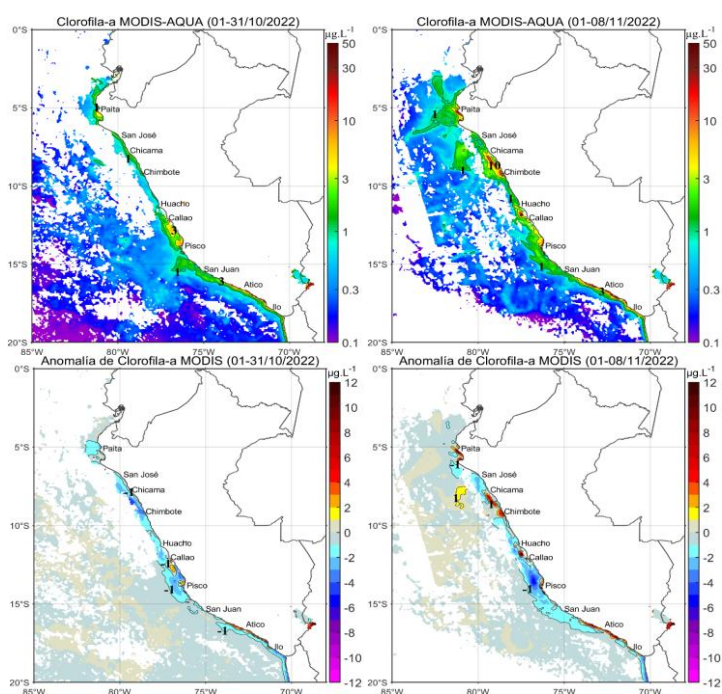


Figura 22. Distribución de la clorofila-a superficial ($\mu\text{g L}^{-1}$) (superior) y anomalía (inferior) de octubre a noviembre de 2022 (de izquierda a derecha). Fuente: MODIS-AQUA. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, la flota cerquera industrial dirigida a la pesca de anchoveta, durante la segunda temporada de pesca de anchoveta 2022 en la región sur, no realizó esfuerzo pesquero. La flota de cerco artesanal anchovetera se distribuyó en la Bahía de Sechura y frente a Chimbote dentro de las 20 mn (Figura 23).

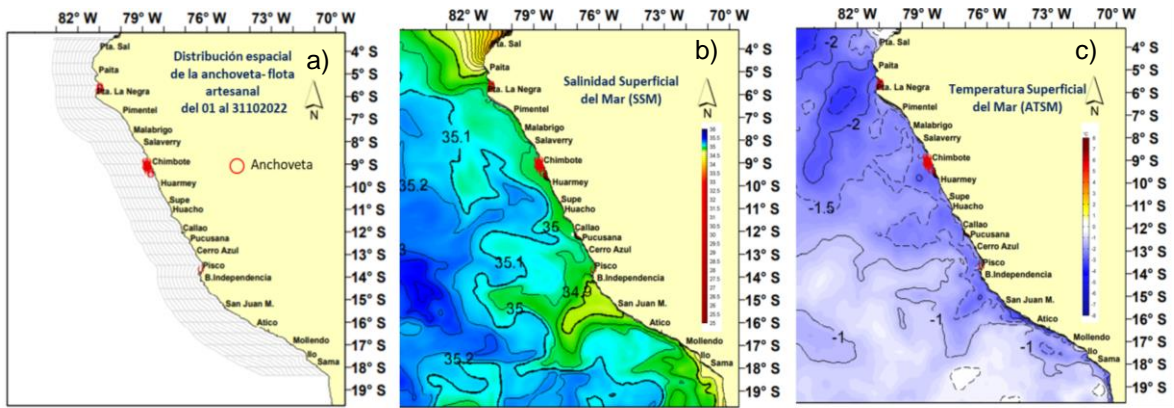


Figura 23. Distribución espacial de lances de a) la pesca artesanal de anchoveta durante octubre del 2022 con relación a: b) Salinidad Superficial del Mar (SSM) y c) Anomalia de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM). Fuente: IMARPE.

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del *stock* norte-centro, muestran una disminución de los procesos de maduración gonadal y desove, indicando el inicio de la declinación de su periodo principal de desove (Figura 24).

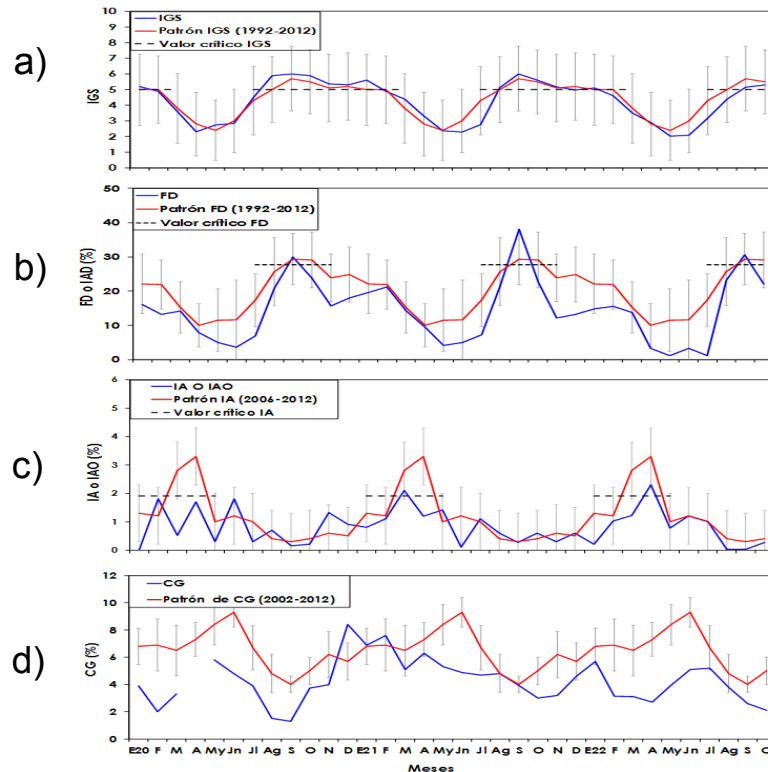


Figura 24. Serie mensual de los indicadores reproductivos (de arriba hacia abajo): a) Índice gonadosomático (IGS), b) Fracción desovante (FD) y c) Índice de atresia (IA) y de condición somática: d) contenido graso (CG), de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*. Periodo: enero 2020 – octubre 2022. Fuente: IMARPE.

En cuanto a especies transzonales, la pesca de bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) se desarrolló a lo largo del mar peruano, llegando hasta las 75 millas náuticas en zonas frente a Callao e Ilo, asociado a masas de agua cálidas en la zona norte (AES) y aguas de mezcla (ACF-ASS) en el centro y sur. La pesca del jurel (*Trachurus murphyi*) se registró solo en la zona sur, y de la caballa (*Scomber japonicus peruanus*) en la zona costera norte (Figura 25). Los recursos jurel y bonito se presentan, actualmente, en sus periodos principales de reproducción (Figura 26).

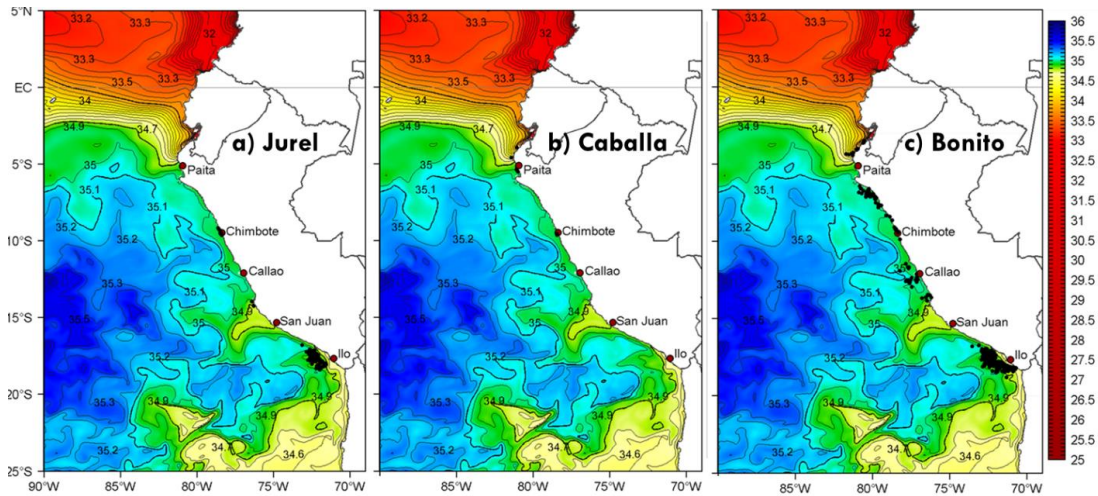


Figura 25. Distribución de lances, realizados por embarcaciones dirigidas a especies transzonales a) jurel, b) caballa y c) bonito en relación con la salinidad superficial del mar (SSM). Periodo: octubre 2022. Fuente: IMARPE.

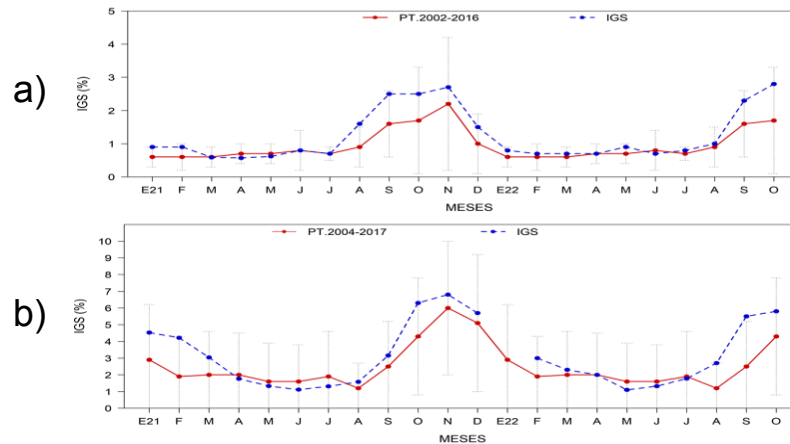


Figura 26. Índice gonadosomático (IGS) de a) jurel (panel superior), y b) bonito (panel inferior) con sus patrones respectivos Periodo enero 2021 a octubre 2022. Fuente: IMARPE.

Respecto a las especies demersales, la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) se distribuyó entre Puerto Pizarro y frente a Punta La Negra. Las principales capturas se registraron al norte de Punta Sal, presentando el ingreso de ejemplares de mayor tamaño con moda en 40 cm de longitud total (Figura 27).

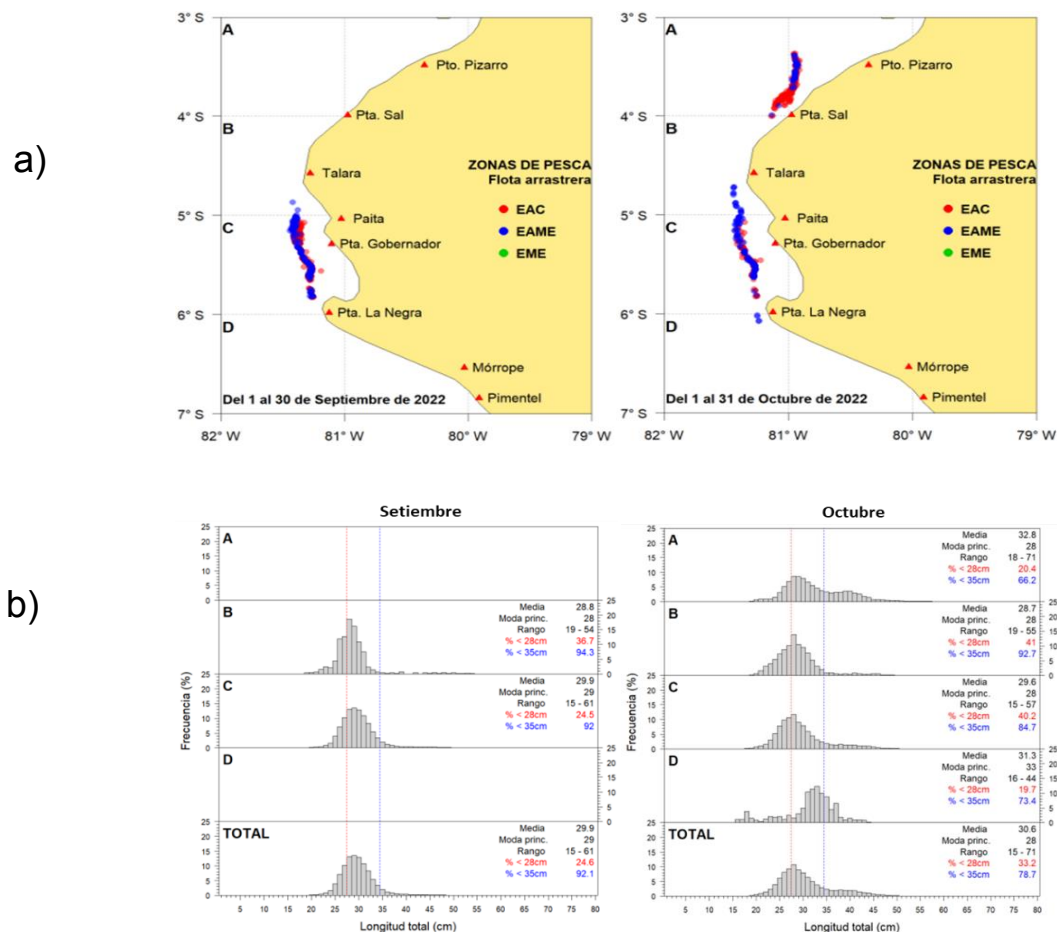
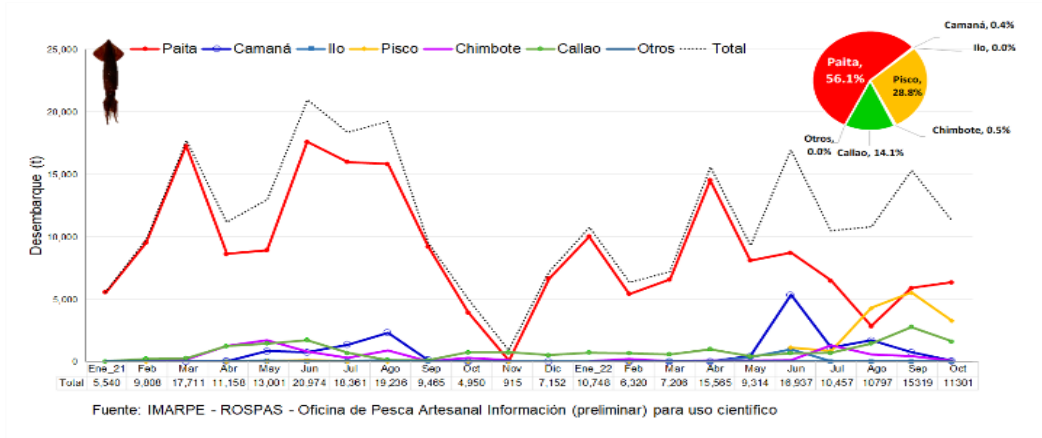


Figura 27. a) Distribución mensual de merluza de setiembre y octubre de 2022 y b) estructura de tallas de merluza. Fuente: IMARPE.

Los desembarques de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) se distribuyeron en dos núcleos, costa norte de 1 a 120 millas náuticas entre Punta La Negra y Chicama; centro sur de 30 a 180 millas náuticas entre Bahía Independencia y Mollendo, zona en la cual se presentaron las mayores concentraciones (Figura 28). El camotillo del sur (*Normanichthys Crockeri*), especie indicadora de condiciones frías, fue registrado en la zona centro-sur como parte de la dieta de aves guaneras.

a)



b)

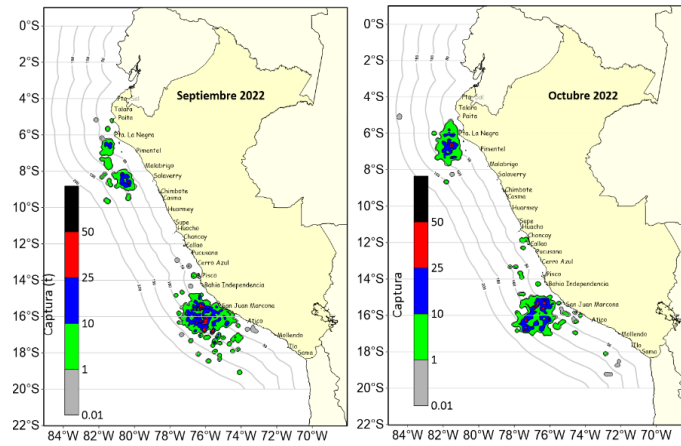


Figura 28. a) Desembarques entre enero de 2021 a octubre de 2022 y b) distribución mensual entre agosto a octubre de 2022 del calamar gigante o pota. Fuente: IMARPE.

3.4. Condiciones hidrológicas

En octubre, los ríos de la cuenca del Pacífico norte, presentaron una alta variabilidad. Por un lado, se observaron anomalías que variaron desde condiciones por debajo de lo normal a sobre lo normal, especialmente los ríos de Chira y Chancay Lambayeque que registraron anomalías positivas; mientras que desde los 10 últimos días del mes y lo que va noviembre se presentan anomalías negativas, a excepción del río Tumbes que presentó condiciones normales para todo el periodo analizado. Los ríos del centro y sur de la vertiente del Pacífico presentan condiciones normales, a excepción del río Chillón y el río Ocoña que presentan anomalías negativas; mientras que los ríos que se ubican en el norte del Altiplano presentan condiciones por debajo de lo normal, y los ríos que se ubican al centro y sur del Altiplano condiciones sobre lo normal (Tabla 3).

Tabla 3: Caudales de los principales ríos del país octubre 2022 - noviembre 2022

Zona	Ríos	Pentadiarios (m³/s)								Promedio (m³/s)	Anomalía (%)
		Octubre					Noviembre				
Pacífico Norte	Tumbes	20.2	19.5	18.3	18.4	21.6	19.3	16.8	15.9	18.8	17.7
	Chira	16.9	16.6	14.9	23.8	40.5	35.7	16.7	12.5	22.2	5.4
	Motupe	0.4	0.4	0.3	0.5	0.8	0.6	0.4	0.3	0.5	-2.0
	La Leche	0.3	0.4	0.3	4.0	3.1	1.6	0.4	0.3	1.3	-70.4
	Chancay Lambayeque	13.5	15.8	12.9	24.4	23.6	21.5	12.0	10.2	16.7	30.6
	Zaña	3.7	2.9	2.8	3.0	2.7	2.8	1.6	1.5	2.6	-10.1
	Jequetepeque	3.7	3.1	2.8	2.9	3.7	3.3	2.6	1.6	2.9	-42.8
	Chicama	3.6	3.0	2.9	2.4	2.8	2.6	2.2	1.6	2.6	-42.5
	Santa	61.7	41.9	49.9	63.1	57.8	55.0	60.0	63.2	56.6	-16.3
Centro	Huaral	7.3	7.1	7.0	7.1	7.0	6.8	6.5	6.9	7.0	34.0
	Chillon	1.5	1.3	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	-56.3
	Rímac	18.1	18.6	18.5	18.5	18.1	18.8	19.0	18.9	18.6	12.0
	Mala	2.0	1.8							1.9	
	Cañete	13.1	14.0	16.2	16.3	16.3	15.2	12.9	12.1	14.5	23.0
	Pisco	1.7	1.6	2.0	1.9	1.8	1.7	6.6	6.7	3.0	-3.5
Pacífico Sur	Ocoña	26.7	27.6	26.1	26.3	25.0	25.1	27.7	25.5	26.3	-17.3
	Locumba	2.4	2.4	2.5	2.4	2.1	2.2	2.4	2.1	2.3	-0.8
	Sama	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	S/D	S/D	0.7	35.4
	Caplina	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	-4.5
Titicaca	Huancane	2.2	2.3	1.9	2.0	2.2	1.7	1.5	1.5	1.9	-25.8
	Ramis	7.7	6.6	5.8	5.4	5.8	5.4	4.9	4.6	5.8	-49.1
	Coata	7.9	8.2	8.0	7.9	7.7	7.4	6.7	7.1	7.6	21.9
	Ilave	10.8	10.8	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	7.4	21.4

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

Los principales embalses del país se encuentran almacenando agua a un 53,4% de la capacidad hidráulica nacional, los embalses del norte del país se encuentran sobre 43 % de sus capacidades y los embalses del centro y sur del país siguieron disminuyendo, en caso de Condoroma llegó al 42,63 %, pero Pasto Grande y Jarumas aún permanecen el 76 % de sus capacidades (Tabla 4).

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

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica Útil (hm ³)	Almacenada (hm ³)	Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
Costa - Norte	Poechos	9-Nov	Piura	445.50	208.90	46.89
Costa - Norte	San Lorenzo	9-Nov	Piura	195.60	85.30	43.61
Costa - Norte	Tinajones	9-Nov	Lambayeque	331.55	278.70	84.06
Costa - Norte	Gallito Ciego	9-Nov	La Libertad	366.09	237.70	64.93
Costa - Centro	Viconga	6-Set	Lima	30.00	3.16	10.52
Costa - Centro	Sistema Rímac	9-Nov	Lima, Junin	282.35	135.51	47.99
Costa - Centro	Choclococha	9-Nov	Ica	131.10	71.20	54.31
Costa - Sur	Ccaracocha	9-Nov	Ica	40.00	21.80	54.50
Costa - Sur	Condoroma	9-Nov	Arequipa	259.00	110.40	42.63
Costa - Sur	El Pañe	9-Nov	Arequipa	99.61	52.20	52.40
Costa - Sur	Dique Los Españoles	9-Nov	Arequipa	9.09	4.30	47.30
Costa - Sur	Pillones	9-Nov	Arequipa	78.50	39.70	50.57
Costa - Sur	El Frayle	9-Nov	Arequipa	127.24	64.30	50.53
Costa - Sur	Aguada Blanca	9-Nov	Arequipa	30.43	26.30	86.43
Costa - Sur	Chalhuanca	9-Nov	Arequipa	25.00	0.12	0.48
Costa - Sur	Bamputañe	9-Nov	Arequipa	40.00	11.20	28.00
Costa - Sur	Pasto Grande	9-Nov	Moquegua	200.00	152.50	76.25
Costa - Sur	Paucarani	9-Nov	Tacna	10.50	3.90	37.14
Costa - Sur	Laguna Aricota	9-Nov	Tacna	280.00	187.70	67.03
Sierra - Centro	Jarumas	9-Nov	Tacna	13.00	11.44	88.00
Sierra - Centro	Cuchoquesera	9-Nov	Ayacucho	80.00	22.20	27.75
Sierra - Sur	Lago Junin	9-Nov	Junin	441.00	70.70	16.03
Sierra - Sur	Lagunillas	9-Nov	Puno	585.13	411.50	70.33
Sierra - Sur	Sibinacocha	9-Nov	Cusco	110.00	29.50	26.82
Situación Nacional				4,210.7	2,240.2	53.2

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

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En Lambayeque, las temperaturas máximas normales favorecieron la etapa de fructificación del mango; al mismo tiempo que la persistencia de temperaturas nocturnas frías continuó promoviendo condiciones inductivas para la floración, además de propiciar una caída anormal de frutos en las primeras etapas de crecimiento en predios de pequeños productores. En cuanto al cultivo de arroz, en la localidad de Puchaca (valle La Leche) se observó un periodo de crecimiento gradual y extendido de los arrozales, debido a las temperaturas del aire con anomalías negativas. En la costa sur, en La Yarada (Tacna) se reportó una floración del olivo más extendida que los años anteriores, debido a las temperaturas extremas con anomalías negativas (Figura 29).

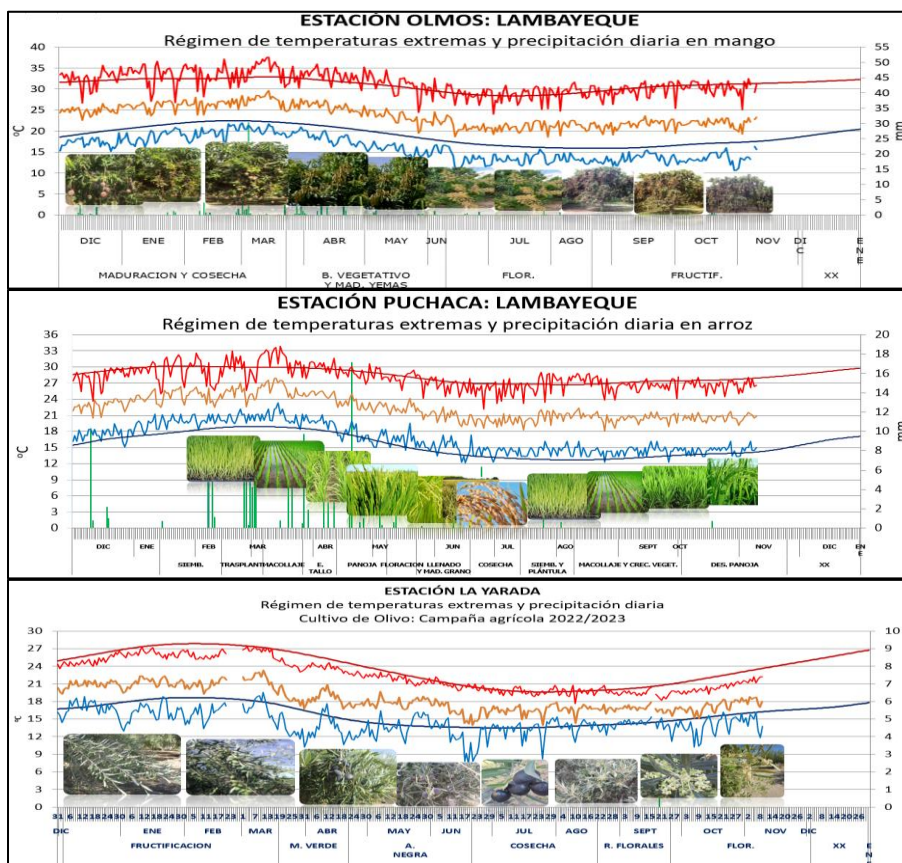


Figura 29. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2022/2023 en las estaciones de Olmos, Puchaca y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

En promedio, los modelos numéricos de NMME continúan indicando la presencia de La Niña en el Pacífico central (Niño 3.4) hasta enero de 2023, con una máxima intensidad entre noviembre y diciembre (Tabla 5). Con respecto a la región Niño 1+2, los pronósticos del ICEN muestran condiciones de fría fuerte a moderada hasta finales de año, para luego entrar al rango de las condiciones normales (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	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2	-1.07	-1.01	-0.80	-0.55	-0.28	-0.05	0.12	0.29
CanCM4i	-1.04	-0.90	-0.59	-0.13	0.26	0.50	0.64	0.87
GEM5_NEMO	-1.03	-1.02	-0.95	-0.79	-0.55	-0.25	0.01	0.25
NASA	-1.27	-1.26	-0.95	-0.49	-0.15	0.05	0.23	0.46
GFDL_SPEARE	-0.77	-0.54	-0.33	-0.09	0.12	0.34	0.54	0.75
NCAR_CCSM4	-1.14	-1.14	-0.99	-0.81	-0.55	-0.33	-0.18	-0.05
Promedio								
NMME	-1.05	-0.98	-0.77	-0.48	-0.19	0.04	0.23	0.43

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	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2	-1.60	-1.34	-0.96	-0.59	-0.25	0.06	0.51	0.92
CanCM4i	-1.46	-1.10	-0.71	-0.34	-0.02	0.38	0.92	1.46
GEM5_NEMO	-1.60	-1.33	-0.99	-0.70	-0.55	-0.36	-0.12	0.24
NASA	-1.83	-1.67	-1.30	-0.71	-0.09	0.54	0.86	1.14
GFDL_SPEARE	-1.54	-1.14	-0.60	-0.02	0.56	1.06	1.49	1.72
NCAR_CCSM4	-1.69	-1.45	-1.08	-0.62	-0.25	0.06	0.47	0.80
Promedio								
NMME	-1.62	-1.34	-0.94	-0.50	-0.10	0.29	0.69	1.05

Para la región Niño 3.4, las proyecciones de los modelos numéricos internacionales continúan indicando la persistencia en la circulación atmosférica característica de La Niña en el Pacífico central, principalmente en niveles altos de la tropósfera hasta marzo de 2023; no obstante, se aprecia un debilitamiento del patrón típico en niveles bajos de la tropósfera hacia mediados del próximo verano (Figura 30).

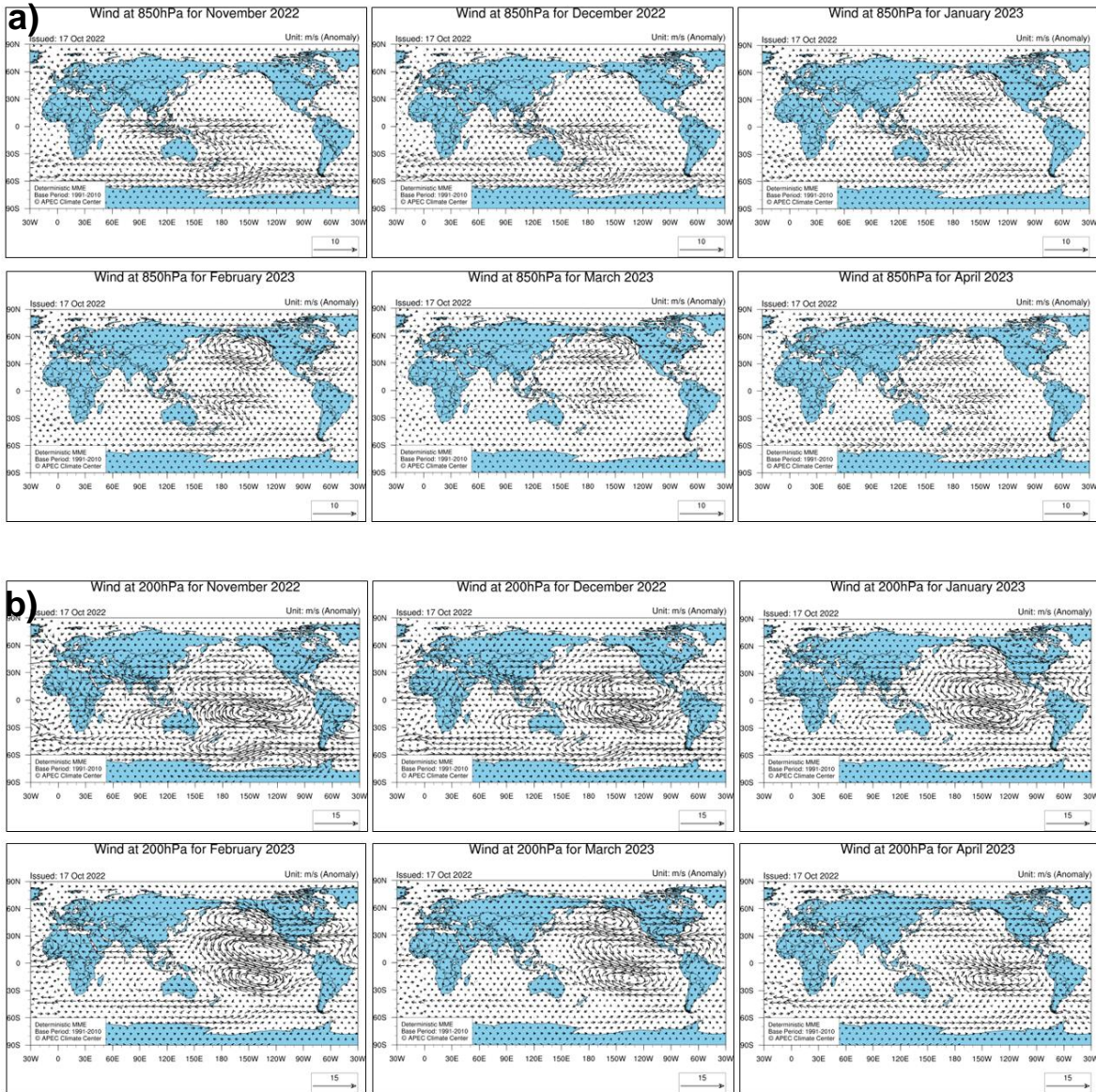


Figura 30: Pronóstico de la anomalía mensual (noviembre 2022-abril 2023) del viento en (a) 850 y (b) 200 hPa del modelo determinístico MME- APEC Climate Center. Periodo base: 1991-2010. Actualizado el 17 de octubre de 2022.

Se espera que los paquetes de ondas Kelvin frías continúen afectando a la costa peruana, por lo menos hasta diciembre de 2022. Es probable que esto contribuya a mantener las anomalías negativas del nivel del mar, TSM y temperatura del aire a lo largo del litoral. De no darse más pulsos de viento del este intensos en el Pacífico ecuatorial, la onda Kelvin cálida que se observa en el Pacífico occidental arribaría a partir de enero, lo cual contribuiría al proceso de normalización del nivel del mar, TSM y TA (Figura 31, 32 y 33).

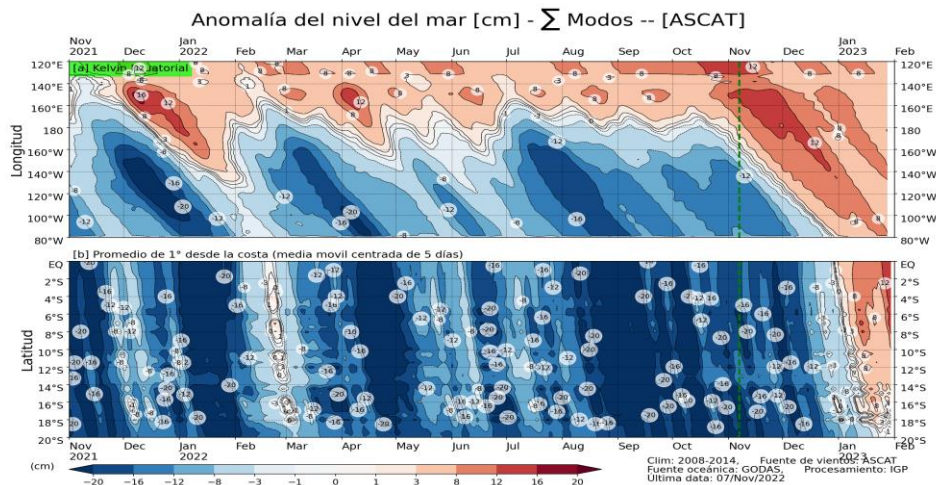


Figura 31. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada ASCAT. Fuente: IGP.

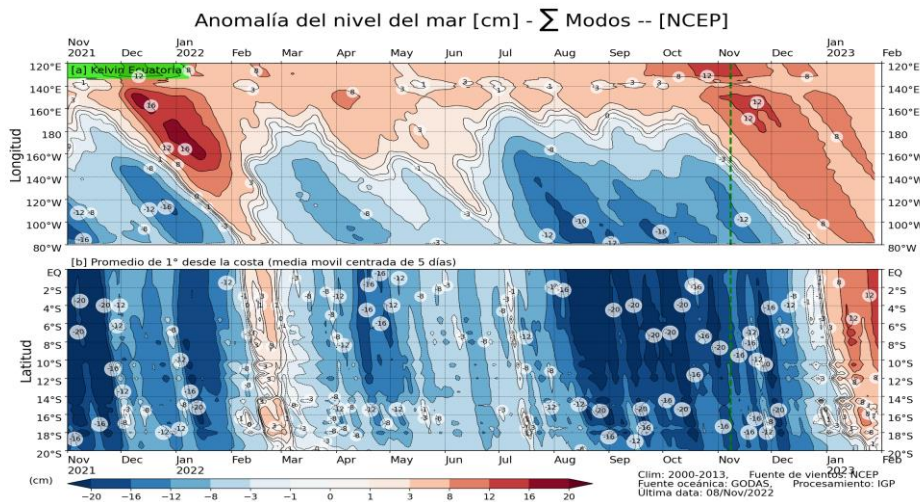


Figura 32: Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP.

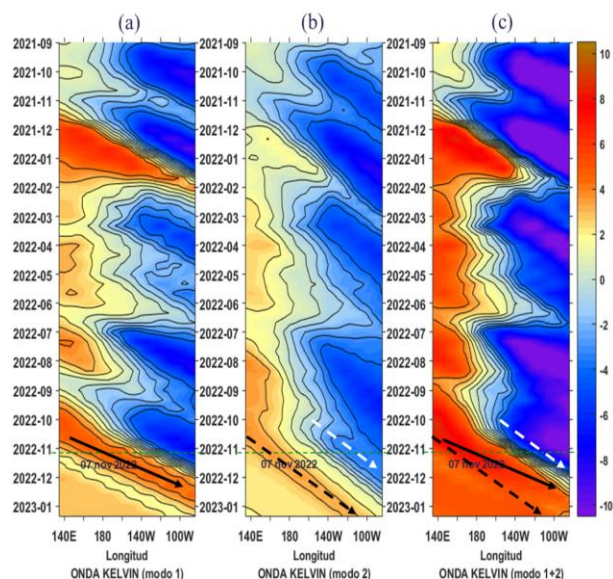


Figura 33. Diagrama Hovmöller (longitud-tiempo) de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “frías” (flechas blancas). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico con el forzante de vientos climatológico. Fuente: IMARPE, forzado con anomalías del esfuerzo de vientos de NCEP. Procesamiento: LMOECC/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

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 una mayor probabilidad que en el Pacífico central continúe presente el evento La Niña, con una magnitud, en promedio, débil hasta febrero de 2023, inclusive (Tabla 7 y Figura 34). Para el verano 2022-2023 la mayor probabilidad corresponde a La Niña de magnitud débil (Tabla 9).

Tabla 4: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3,4) entre noviembre 2022 y marzo de 2023.

Pacífico central	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)	Marzo (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	53	45	20	4	0
Fría débil	47	53	65	50	34
Neutro	0	2	15	45	62
Cálida débil	0	0	0	1	4
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, se estima una mayor probabilidad de la continuación de La Niña costera en noviembre y diciembre de 2022 con magnitud moderada y débil, respectivamente (Tabla 8 y Figura 34). En el verano 2022-2023 la condición neutra sería más probables, con un 70% de probabilidad 10) (Tabla 10).

Tabla 8: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre noviembre 2022 y marzo de 2023.

Pacífico oriental	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)	Marzo (%)
Fría fuerte	33	10	0	0	0
Fría moderada	38	37	3	0	0
Fría débil	29	41	41	23	9
Neutro	0	12	51	66	71
Cálida débil	0	0	5	10	15
Cálida moderado	0	0	0	1	5
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	7
La Niña Débil	55
Neutro	38
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

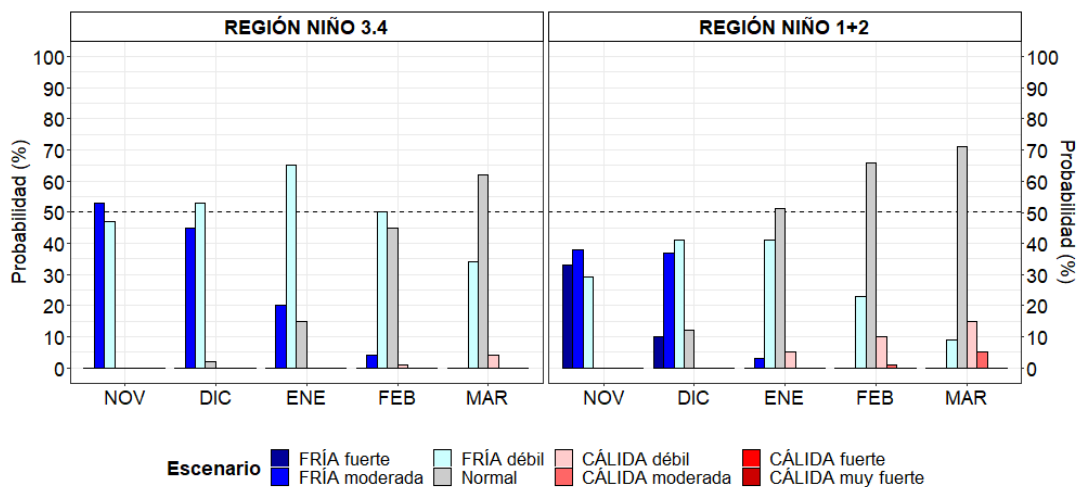


Figura 34. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre noviembre de 2022 y marzo 2023.

En relación a la anchoveta, se prevé que este recurso mantenga su amplia distribución, mostrando una declinación del periodo principal de desove en lo que resta de la primavera. En cuanto al calamar gigante, se espera que la mayor abundancia y disponibilidad se mantenga en la zona centro-sur del mar peruano. Adicionalmente, se prevé que, de persistir las condiciones entre neutras y frías en la columna de agua, se podría mantener la presencia de la merluza adulta en el extremo norte. Finalmente, se espera que continúe la presencia de indicadores biológicos de aguas frías en la zona sur, tal como el camotillo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de “Alerta de La Niña costera”, debido 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, continúe con valores por debajo del rango normal hasta diciembre de 2022, con una magnitud entre fría moderada y débil. En tanto que, para el verano 2022-2023, la condición neutra es la más probable en dicha región.

En la región del Pacífico central, es más probable que La Niña continúe hasta febrero de 2023 con una magnitud débil.

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 diciembre 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 Bujías de Pesca	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
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, 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

