

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 8 N°11

NOVIEMBRE 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)

Dr. Ernesto Fuentes Cole

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

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° 11, noviembre 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 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: 15 de diciembre de 2022



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

NOVIEMBRE 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 NOVIEMBRE 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	24
3.4.	Condiciones hidrológicas	29
3.5.	Condiciones agrometeorológicas	31
IV.	PERSPECTIVAS.....	32
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
VI.	REFERENCIAS.....	39
VII.	ANEXO	42

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 GHR SST 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 (Paita, Chimbote, Huanchaco, Huacho, Callao, Pisco e Ilo). A partir de esta información se determinan los siguientes índices reproductivos: índice gonadosomático (IGS), que es un indicador de la actividad reproductiva; fracción desovante (FD), que es un indicador directo del proceso de desove; y contenido graso (CG), que es un indicador de la condición somática del recurso, mostrando la reserva energética del mismo (Buitrón et al, 2011). El IGS se calcula mediante la relación del peso de la gónada y el peso eviscerado del pez (Vazzoler, 1982), contándose con información desde 1986. La FD se calcula como el cociente de las hembras que están en condición de desovantes sobre el total de hembras analizadas, expresada en porcentaje; con información disponible desde 1992. El CG se determina mediante la extracción de grasa total por el método de Soxhlet (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 *re-análisis* 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 NOVIEMBRE DE 2022

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante noviembre y los primeros días de diciembre, la TSM en el Pacífico ecuatorial continuó con valores por debajo de lo normal, mientras que en la región oriental disminuyó la intensidad de las condiciones frías (Figura 1 y 2). Entre octubre y noviembre, en la región Niño 4 la anomalía varió de $-1,13$ a -1 °C; en Niño 3.4, de $-0,99$ a $-0,91$ °C; en Niño 3, de $-1,11$ a $-0,97$ °C y en Niño 1+2, de $-1,78$ a $-1,24$ °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 4
Jun. 22	21.65	-1.48	25.81	-0.81	28.25 -0.72
Jul.	20.78	-1.18	25.27	-0.53	27.90 -1.00
Ago.	20.43	-0.58	24.44	-0.68	27.69 -1.10
Set.	19.72	-1.01	23.94	-0.97	27.58 -1.18
Oct.	19.23	-1.78	23.87	-1.11	27.63 -1.13
Nov.	20.41	-1.24	24.13	-0.97	27.70 -1.00

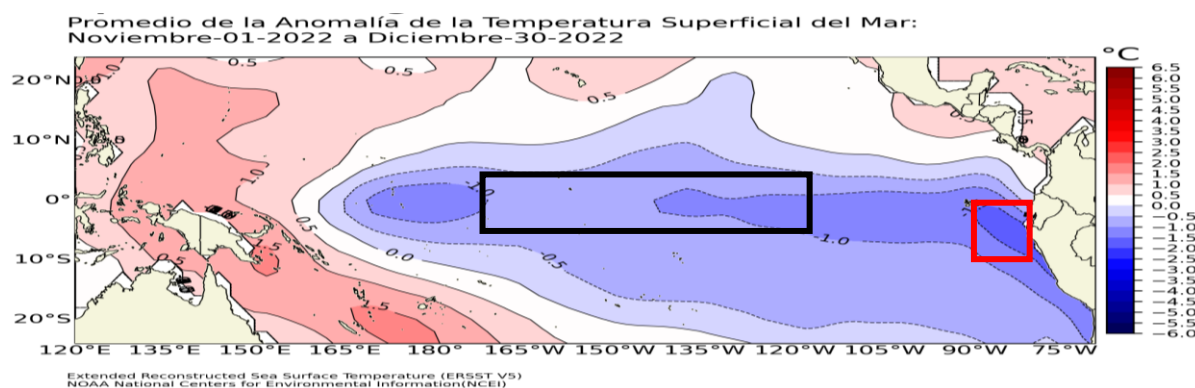


Figura 1: Promedio del mes de noviembre 2022 de las anomalías de la TSM en el Pacífico. La región Niño 3.4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: ERSSTv5.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

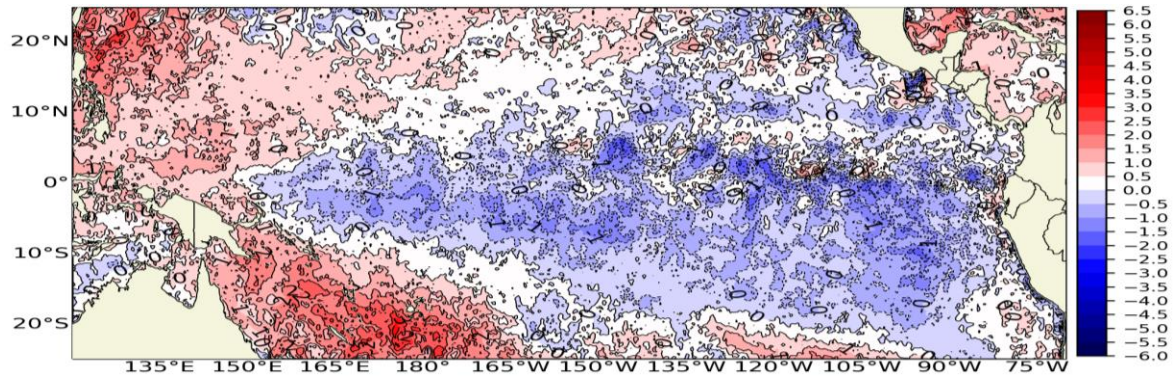


Figura 2: Promedio de las anomalías de TSM en el Pacífico del 1 al 12 de diciembre de 2022.
Fuente: Ostia. Elaboración: DIHIDRONAV.

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

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
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
oct-22	-1,39	Fría Moderada	-1,00	Fría Moderada
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
nov-22	-1,41	Fría Fuerte	-0,94	Fría Débil

En noviembre, en el Pacífico ecuatorial, al este de los 120°W, se observó la presencia del paquete de ondas Kelvin frías, y al oeste de esta longitud, una onda cálida. Dicha señal se aprecia tanto en el nivel del mar como en la profundidad de la termoclina. La onda cálida mostró, en lo que va de diciembre, una tendencia a debilitarse conforme se aproxima a la costa americana (Figura 3 y 31).

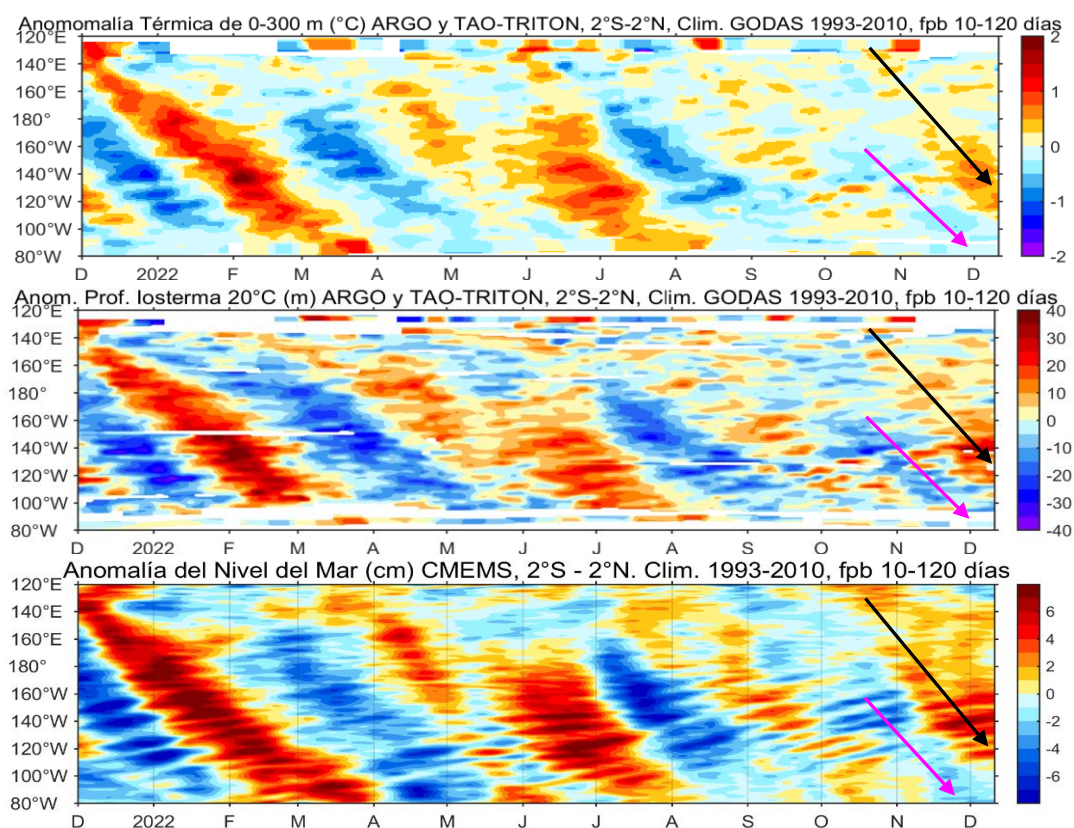


Figura 3: Diagrama Hovmöller: a) anomalía de temperatura de 0 a 300 m de profundidad (°C) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) con filtro pasa banda de 10 a 60 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, c) anomalía del nivel 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 noviembre, sobre el Pacífico ecuatorial, el patrón subsidente persistió al oeste de la línea de cambio de fecha, presentando una ligera intensificación respecto al mes anterior; así mismo, el patrón convectivo al noreste de Sudamérica presentó una intensificación. En la baja tropósfera (850 hPa) y sobre el Pacífico ecuatorial, los vientos alisios disminuyeron su intensidad y extensión, favoreciendo al debilitamiento de las anomalías negativas de la TSM. Del mismo modo, en niveles altos de la tropósfera (200 hPa), los vientos anómalos del oeste permanecieron replegados hacia el Pacífico centro occidental; en relación a octubre se observa el debilitamiento en el patrón de circulación típica de un evento La Niña (Figura 4).

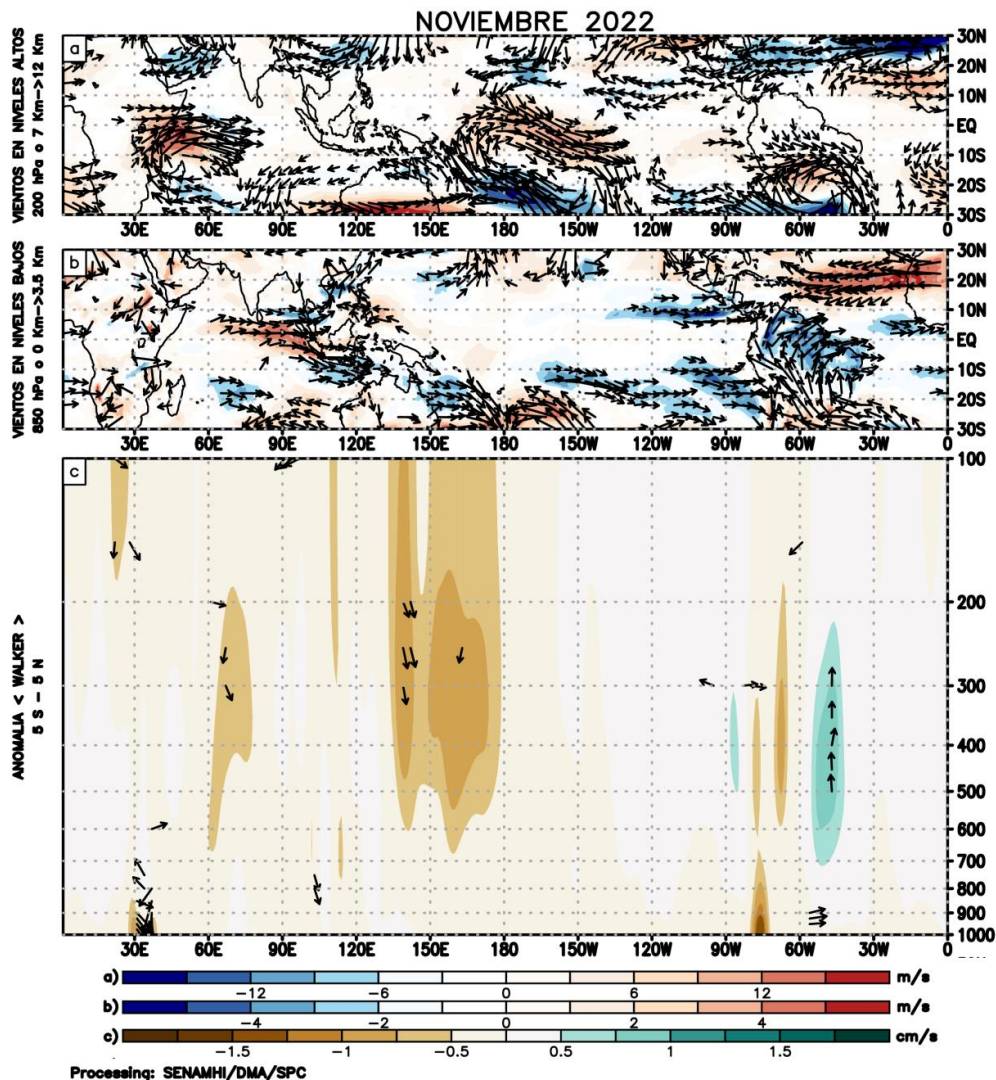


Figura 4: (a) Anomalías de los vientos respecto a su velocidad (colores) y dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) y (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker). Periodo: noviembre de 2022. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio para noviembre, continuó ubicado al sureste de su posición normal, con un núcleo debilitado (alrededor de -2 hPa) respecto a su climatología (Figura 5). Esta configuración desfavoreció la persistencia de vientos anómalos del este hacia el Pacífico central, al mismo tiempo que, favoreció al debilitamiento prolongado de los vientos frente a la costa peruana, con ello, al debilitamiento de las anomalías negativas de la TSM en dicha región (Figura 6).

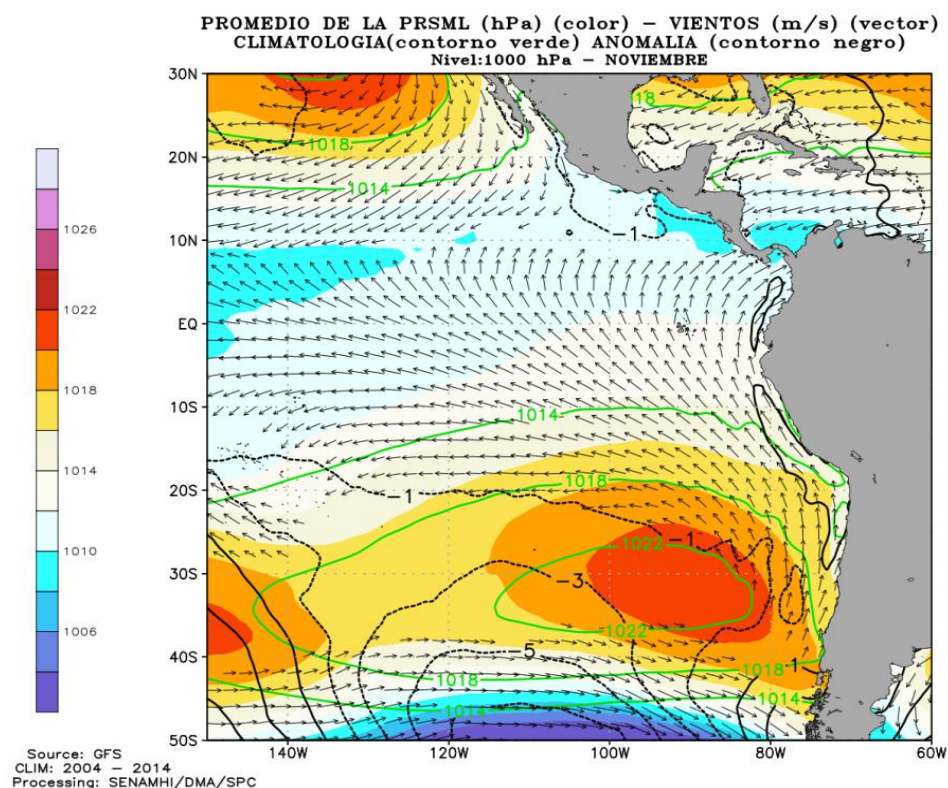


Figura 5. Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (colores) con su climatología (línea lila), anomalía (línea negra) y vientos (flechas) para noviembre de 2022.
 Procesamiento: SENAMHI.

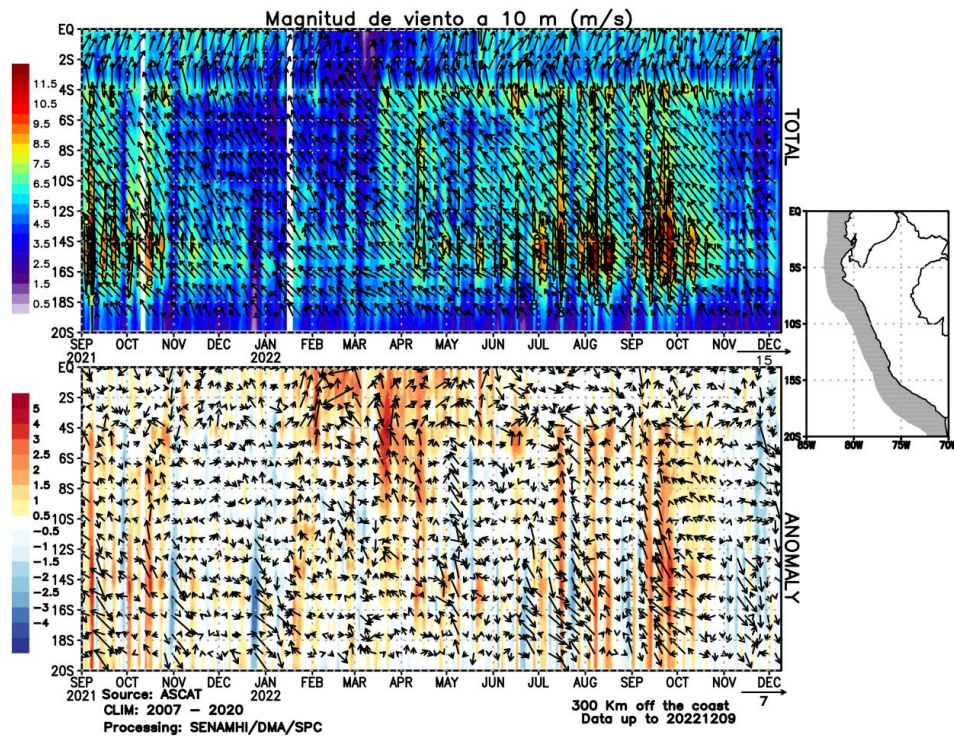


Figura 6. Diagrama Hovmöller de la velocidad del viento dentro de los 300 km frente a la costa, Diagrama Hovmöller de la anomalía del viento frente a la costa de Perú. Fuente: ASCAT, Procesamiento: SENAMHI-SPC.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Frente a la costa peruana, se presentaron vientos oceánicos superficiales moderados (entre 4,1 a 6,8 m/s) asociados a anomalías negativas de la velocidad del viento promedio, excepto entre el 16 y 20 de noviembre, cuando su intensidad se incrementó notablemente. Por otro lado, a lo largo de la franja costera peruana y dentro de los 40 km, predominaron vientos de moderados a débiles ($< 4,1$ m/s), asociados a anomalías de la velocidad del viento dentro del rango negativo (Figura 7). El afloramiento costero presentó pulsos de intensidad menores a $100 \text{ m}^3/\text{s} \times 100\text{m}$, desde Sechura hasta Callao y de San Juan de Marcona hacia el sur; mientras que, entre Talara y Sechura, y entre Callao y San Juan de Marcona, presentó intensidades superiores a $100 \text{ m}^3/\text{s} \times 100\text{m}$ (Figura 8).

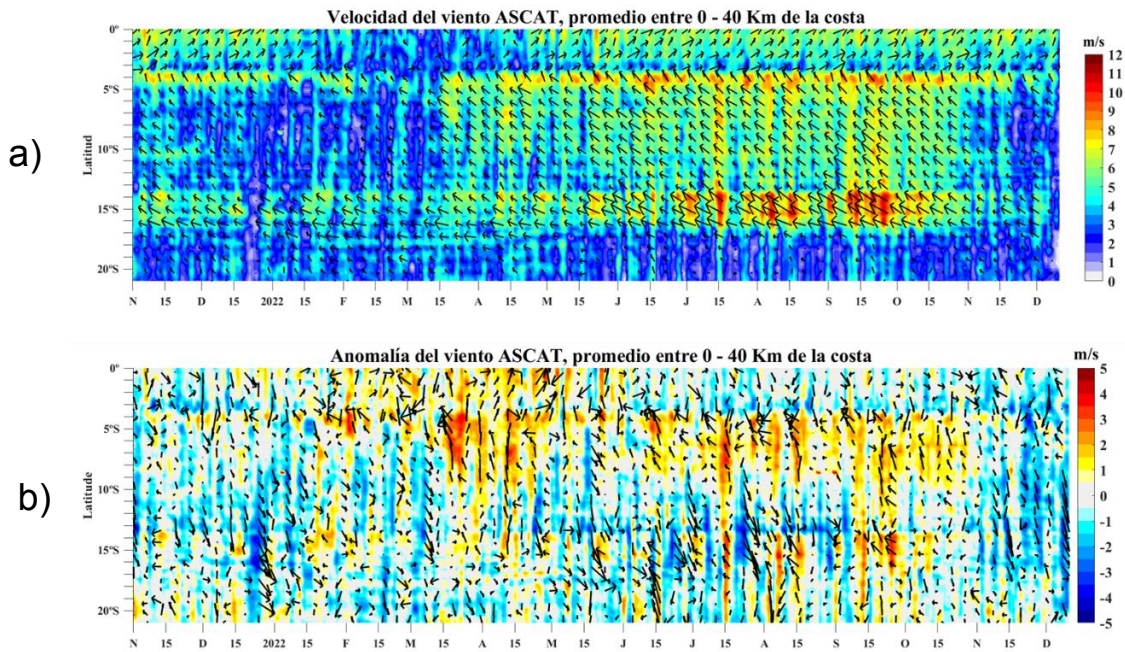


Figura 7. Viento a 40 km frente a la costa de Perú. a) Velocidad del viento (m/s), b) anomalía de la velocidad del viento (m/s). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

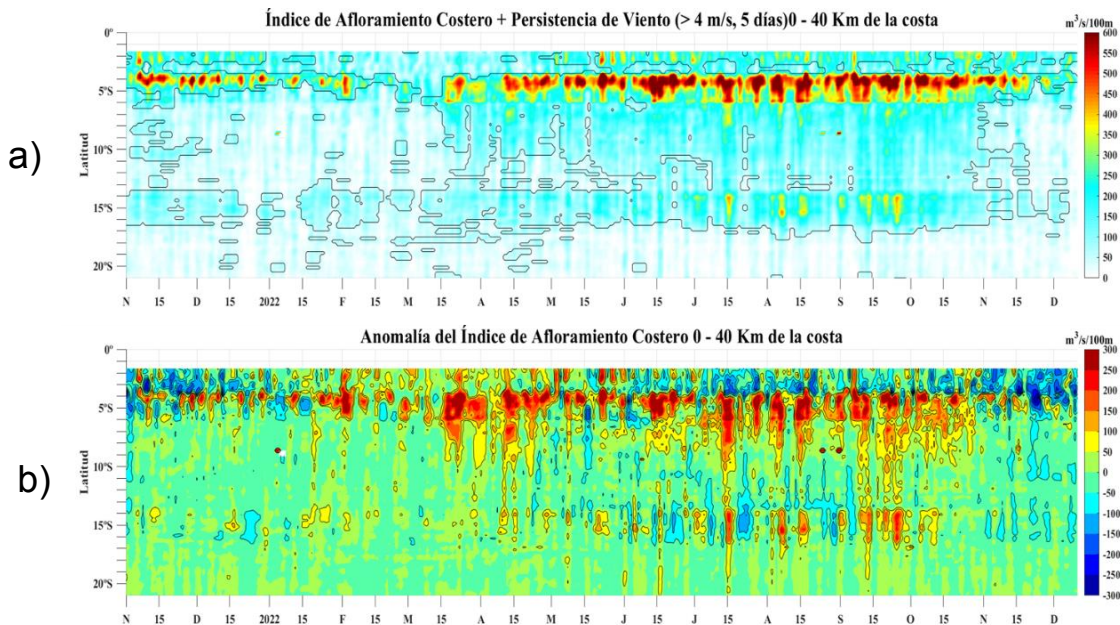


Figura 8. Índice de Afloramiento Costero. a) Índice de Afloramiento Costero (m^3/s), b) Anomalía del IAC (m^3/s). Fuente: Satélite ASCAT, Procesamiento: LSR/IMARPE.

Durante noviembre, en promedio, las temperaturas máximas presentaron anomalías dentro de su variabilidad climática ($\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) a lo largo del litoral, en tanto las temperaturas mínimas registraron, en promedio, anomalías por debajo de los $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa norte y sur, y valores dentro de lo normal en la costa centro. En lo que va de diciembre, la temperatura máxima su comportamiento, registrando valores dentro del rango normal a lo largo de la costa. De forma similar, la temperatura mínima mantiene la tendencia del mes anterior en los sectores norte y centro de la costa peruana, solo en la costa sur se evidenció un incremento de $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, respecto a noviembre. (Figura 9).

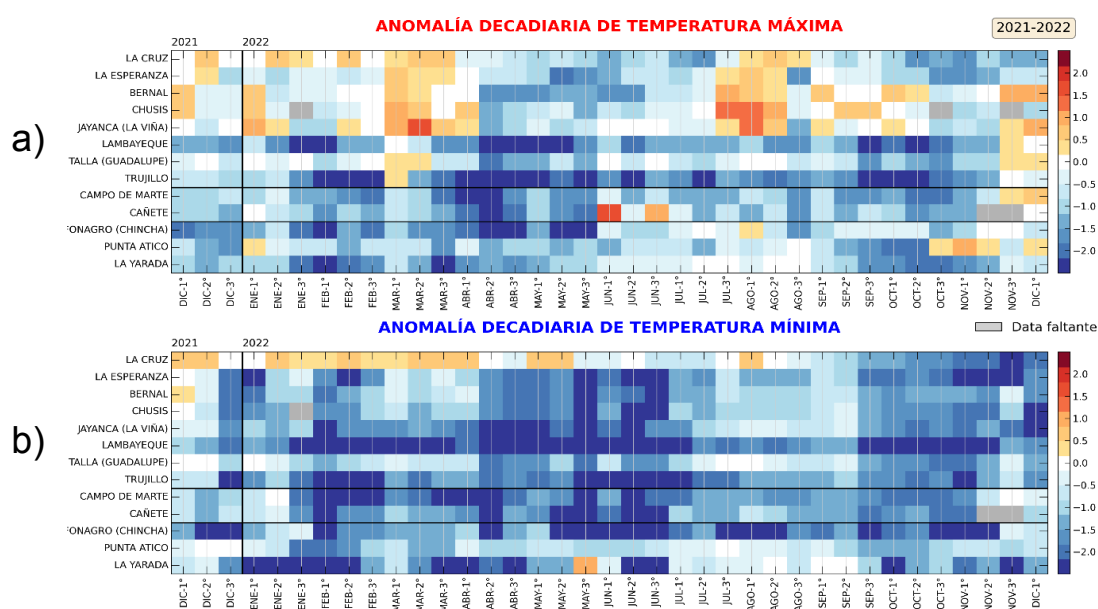


Figura 9. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI de diciembre de 2021 a noviembre de 2022. Fuente: SENAMHI.

En noviembre, la TSM del mar peruano se incrementó, presentando, en promedio, valores entre $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $18\text{ }^{\circ}\text{C}$; excepto al norte de los 4°S donde fue mayor, del orden de $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. La anomalía de TSM, en promedio, mostró condiciones frías, principalmente, en la zona norte ($-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$); mientras que en la zona centro y sur la TSM presentó una tendencia a la normalización por fuera de las 30 millas, en promedio. En lo que va de diciembre, se observaron anomalías positivas por fuera de la costa, en tanto que cerca de la costa se manifestaron anomalías negativas. Asimismo, en el litoral, las anomalías de TSM se incrementaron en la zona norte, registrando valores positivos en los primeros días de diciembre. En las zonas centro y sur se registraron anomalías negativas, pero con menor intensidad (de hasta -1°C) (Figuras 10, 10a, b y 11).

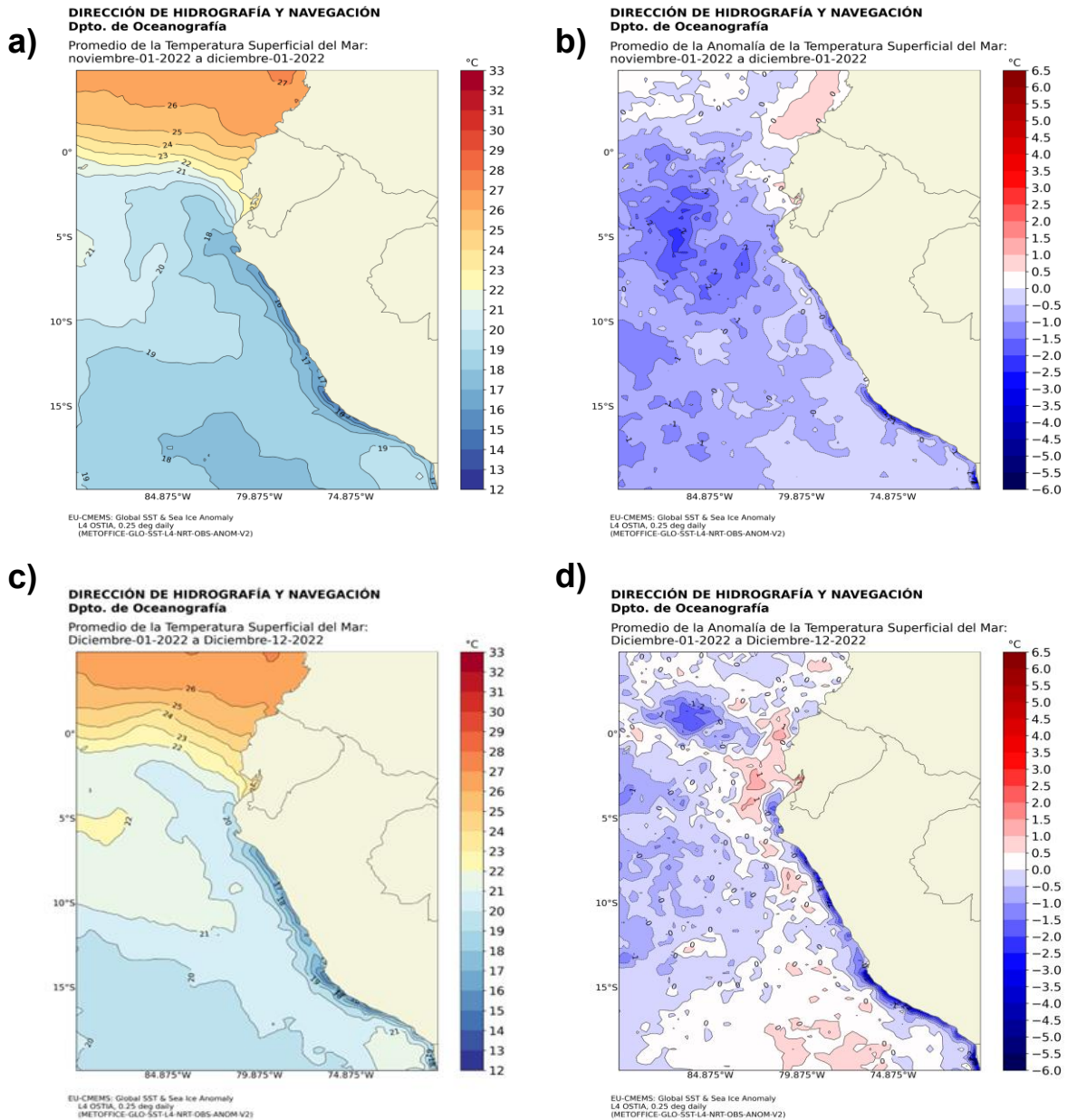


Figura 10. a) TSM promedio mensual (noviembre de 2022); b) Anomalia de TSM promedio mensual (noviembre 2022) y c) TSM promedio del 1-12 diciembre, d) Anomalia de TSM promedio del 1-12 de diciembre de 2022. Fuente: Ostia. Climatología 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

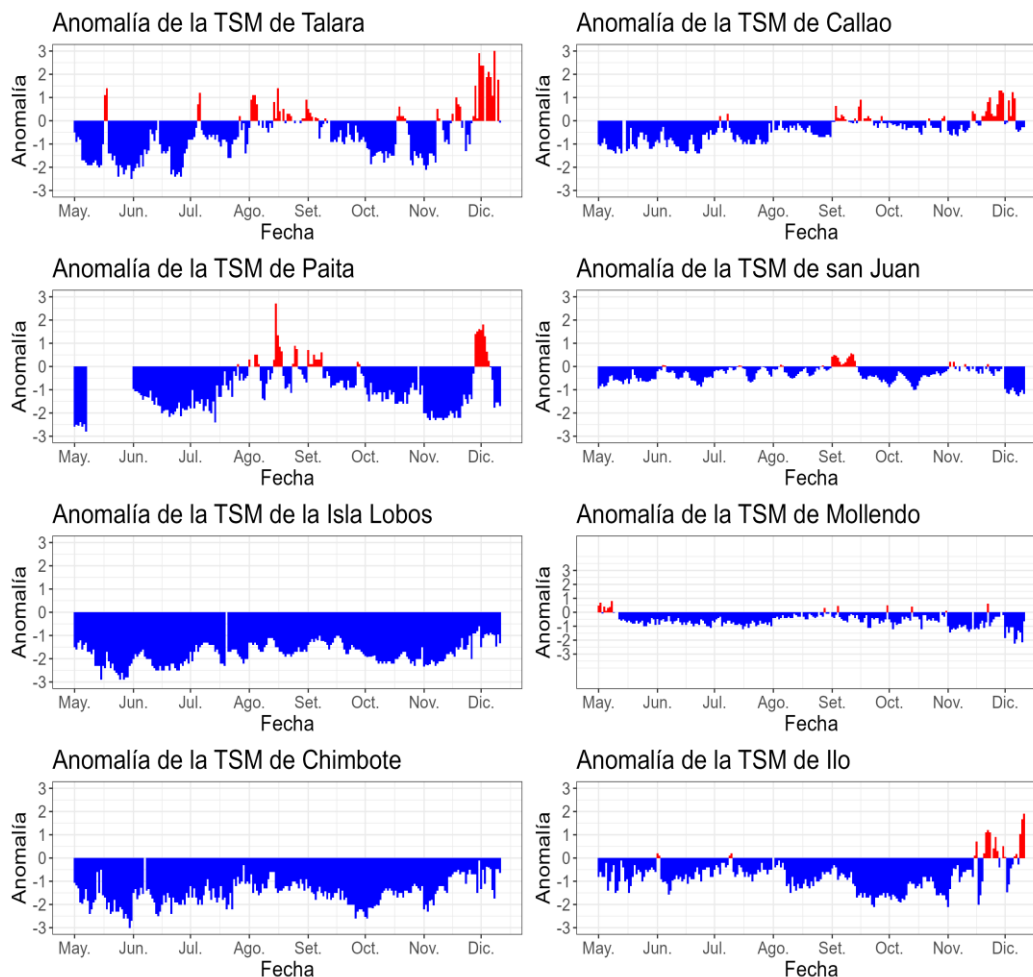


Figura 11. Anomalia de la TSM diaria a lo largo de la costa peruana de mayo al 12 de diciembre de 2022. Fuente: DHN.

En todo el litoral, el nivel del mar (NM) disminuyó por debajo de sus valores normales, hasta -10 cm, durante la primera quincena de noviembre, asociado al paso de una onda Kelvin fría; mientras que, en la segunda quincena, fluctuó de normal a ligeramente por debajo de su normal. Sin embargo, a inicios de diciembre el nivel del mar disminuyó en el litoral norte y sur (Figura 12). En la franja de las 60 mn adyacentes a la costa peruana, las anomalías del nivel del mar (ANM) exhibieron un ascenso paulatino desde Chicama hacia el sur entre la tercera semana de noviembre y la primera semana de diciembre, lo cual estaría asociado a remolinos anticiclónicos cerca de la costa. En lo que va de diciembre se observa un nuevo descenso de las ANM, principalmente entre Paita y Pisco (Figura 13).

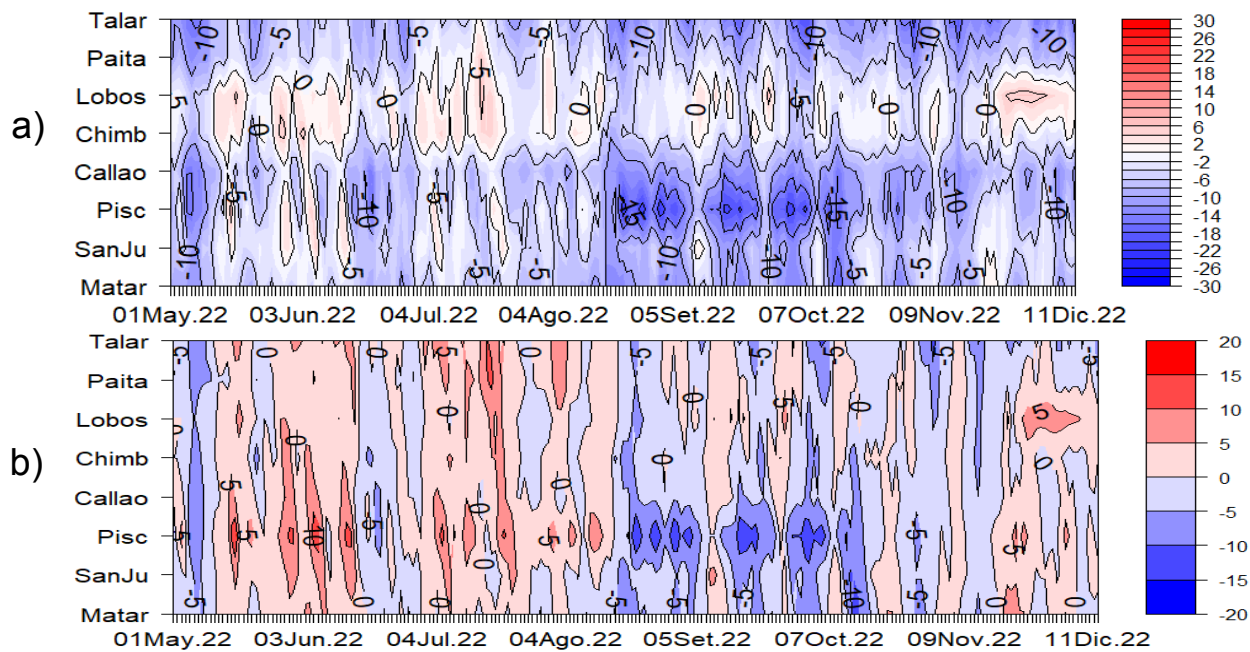


Figura 12. Diagrama Hovmöller de anomalía de NM diaria en el litoral peruano a) sin filtro y b) con filtro móvil anual, del 01 de mayo al 11 de diciembre de 2022, Climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

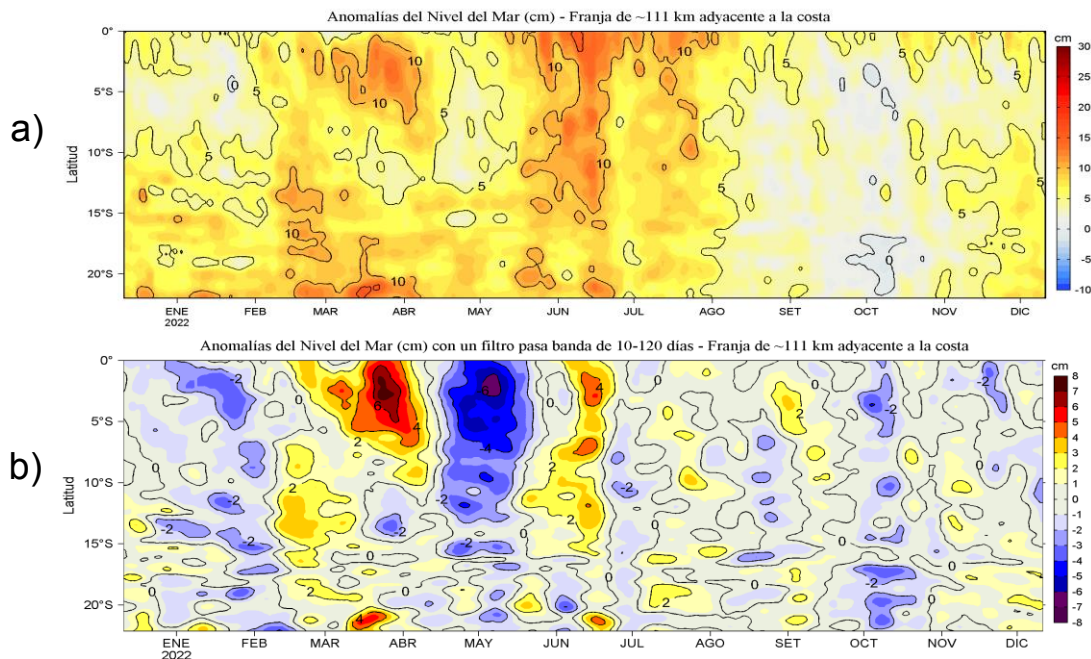


Figura 13. Diagrama Hovmöller de las a) anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas

(~111km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de diciembre de 2022.
Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

La temperatura subsuperficial para noviembre, frente a la costa, entre Talara y San Juan de Marcona, y dentro de las 150 millas náuticas, mostró anomalías entre -2°C y -1°C , en promedio, sobre los 80 m de profundidad; mientras que por debajo de los 200 m, se observaron ligeras anomalías negativas de hasta $-0,5^{\circ}\text{C}$, en promedio. En lo que va de diciembre, se observó una atenuación de las anomalías negativas frente a la costa norte y centro, debido al ingreso de aguas cálidas del norte y aguas oceánicas (Figura 14 y 15).

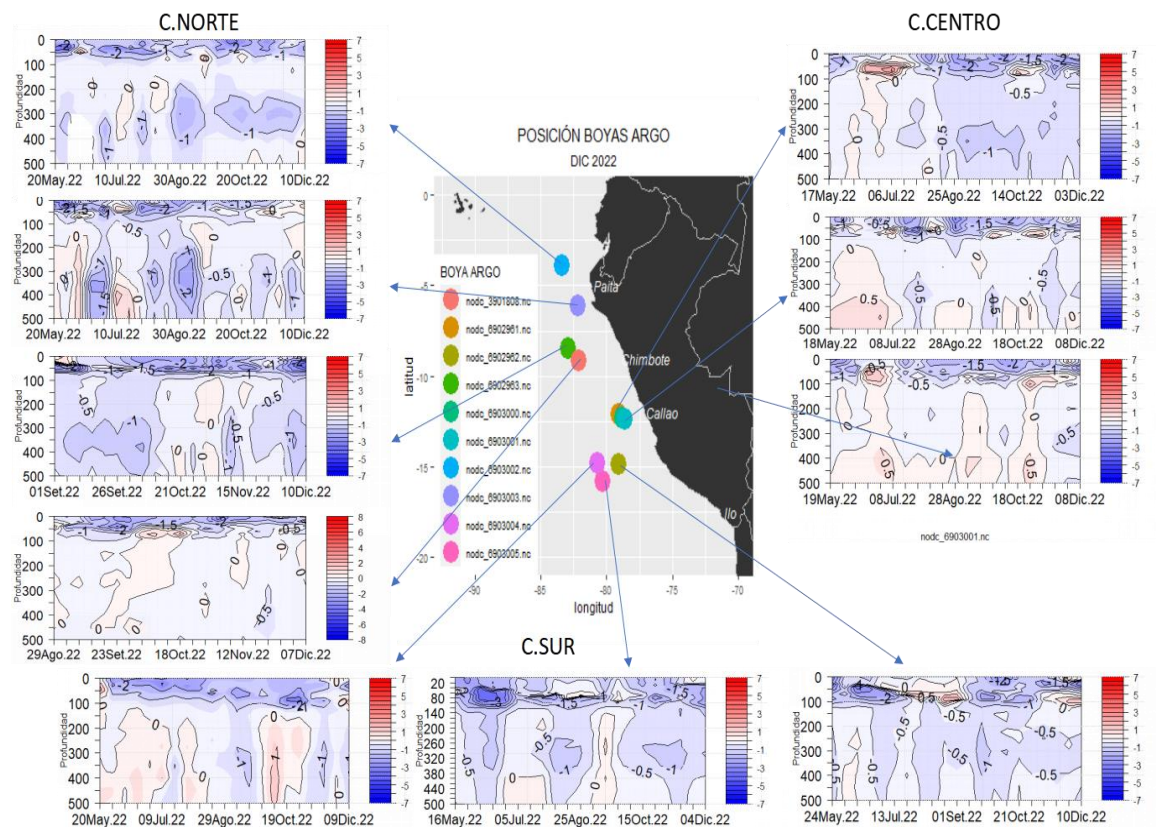


Figura 14. Secciones de anomalías de temperatura del mar de mayo a diciembre de 2022 hasta los 500 m de profundidad. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

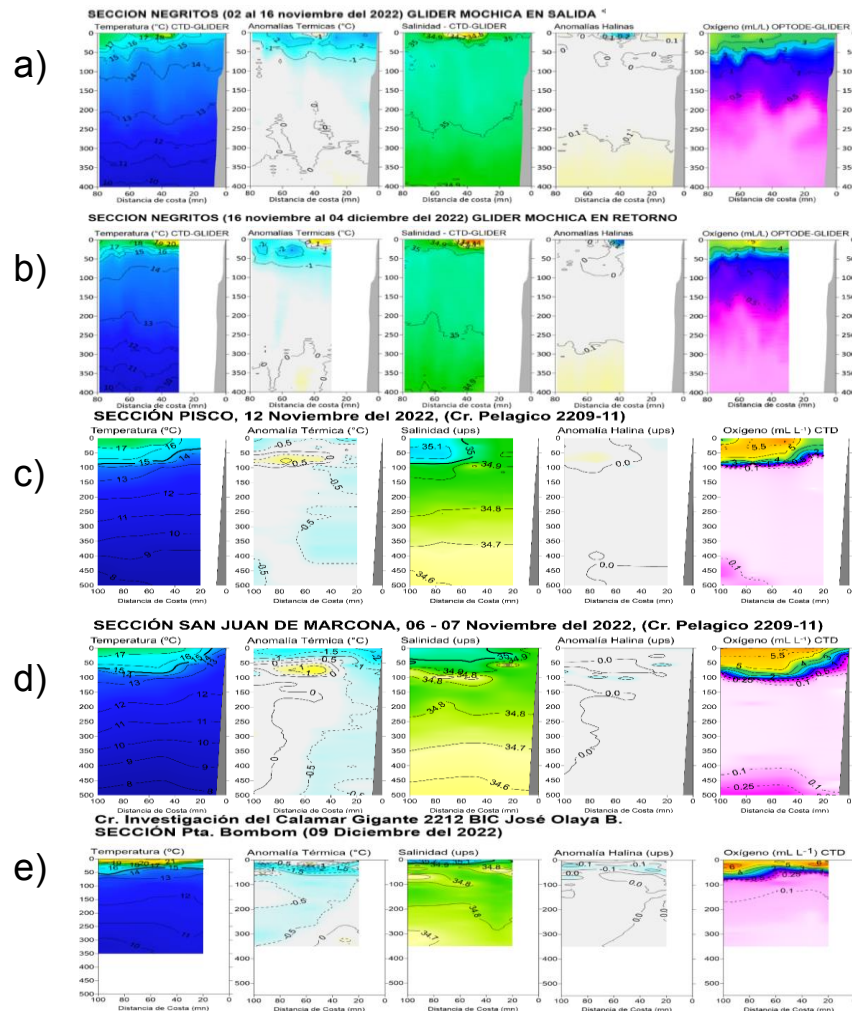


Figura 15. Secciones verticales de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad, anomalías halinas y oxígeno disuelto (mL L⁻¹) frente a a) negritos (2-16 noviembre), b) negritos (16 noviembre-4 diciembre), c) Pisco (12 noviembre), d) San Juan (6-7 noviembre) y e) Pta Bombom (9 diciembre) de izquierda a derecha. Fuente: IMARPE.

En noviembre, la salinidad superficial del mar (SSM) indicó la presencia de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) hasta Zorritos (Tumbes) y de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hasta Punta Falsa, lo cual sumado al acercamiento anómalo de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) principalmente hacia la costa central y de Atico hacia el sur, generó la disminución de la extensión de las aguas costeras frías (ACF) frente a la costa (Figura 16). Entre Pisco y San Juan de Marcona, así como de Matarani al sur, se observó la presencia de aguas con

salinidades de 34,9 con anomalías halinas de -0,1 (Figura 17). A partir de la cuarta semana de noviembre se produjo un desplazamiento costero de AES hacia el sur, alcanzando la zona frente a Chicama; mientras que, frente a la costa centro y sur se mantuvieron aguas de mezcla entre las ASS y ACF (Figura 18).

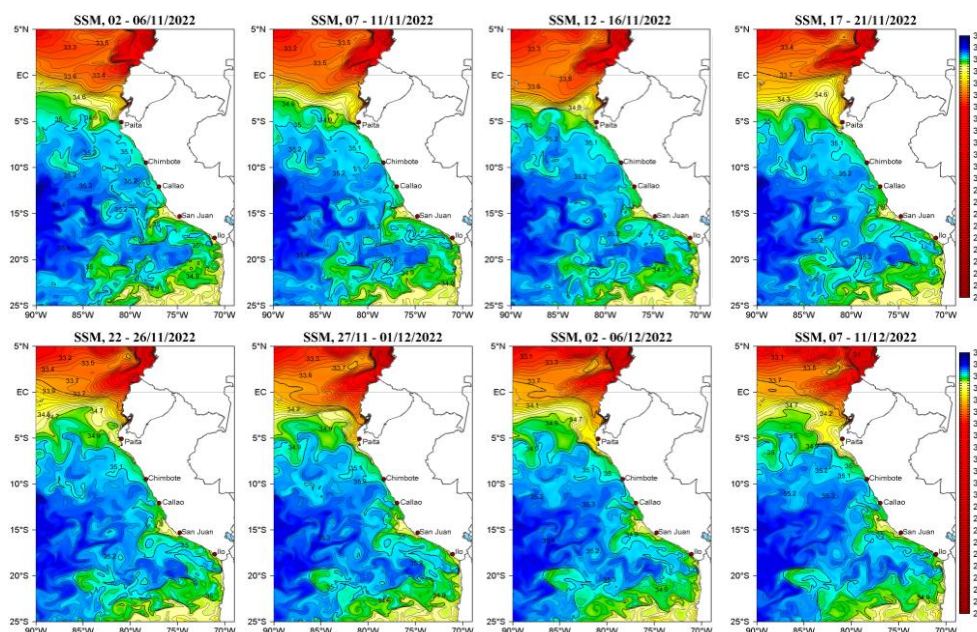


Figura 16. Distribución espacial promedio pentadal de la salinidad superficial en el océano Pacífico tropical oriental, de noviembre a diciembre de 2022. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

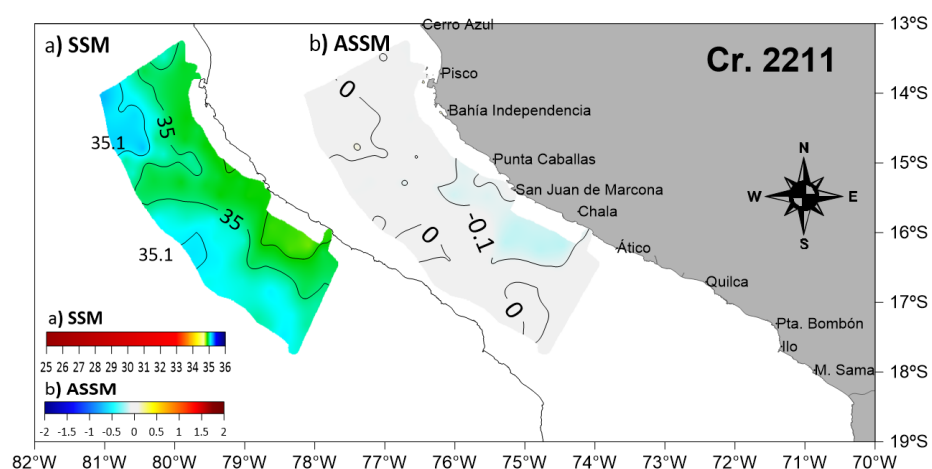


Figura 17. Distribución de la a) salinidad superficial del mar y b) anomalías halinas en el crucero CR 2209-11 realizado entre el 02 y 14 de noviembre. Procesamiento: IMARPE.

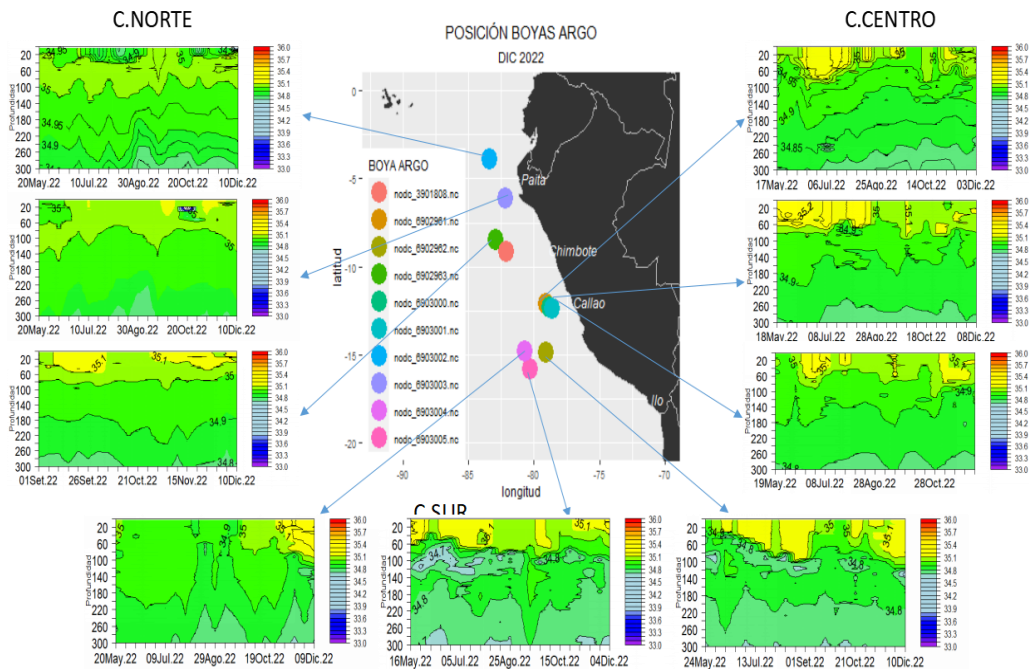


Figura 18. Sección de la salinidad del mar frente a la costa de Perú de mayo a diciembre de 2022. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

Entre las 70 a 230 millas náuticas la distribución vertical del OD mostró una capa de mezcla de 20 m a 80 m de espesor y con valores de 4,0 a 5,0 mL.L⁻¹. Por otro lado, el límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (0,5 mL.L⁻¹) se ubicó desde los 25 m a los 125 m de profundidad (Figura 19).

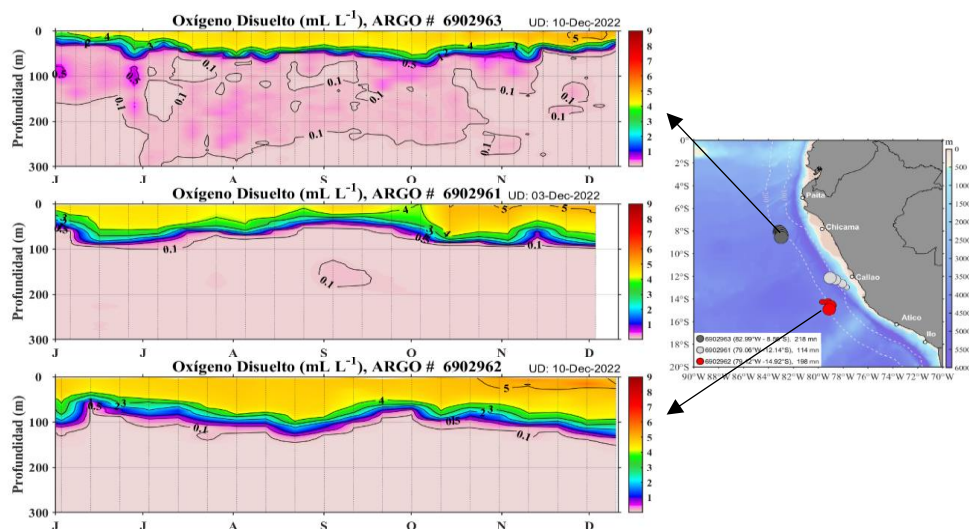


Figura 19. Evolución del oxígeno disuelto del agua de mar en flotadores ARGO en la zona costera y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de noviembre y

diciembre 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 noviembre, en la franja de 60 millas náuticas adyacente a la costa peruana, presentó mayormente concentraciones entre 1,0 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 diciembre, se observó un incremento notable en las concentraciones de clorofila-a, registrándose núcleos positivos ($+5 \mu\text{g L}^{-1}$) (Figura 20).

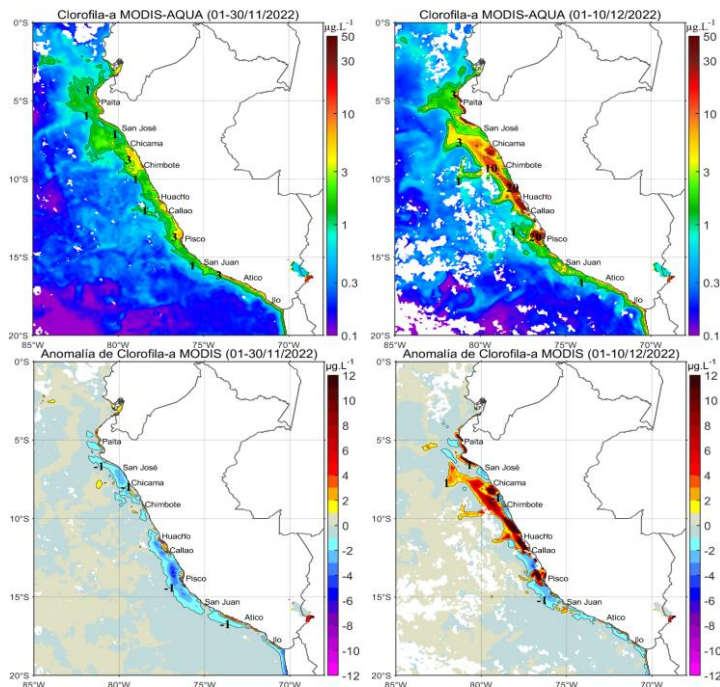


Figura 20. Distribución de la clorofila-a superficial ($\mu\text{g L}^{-1}$) (superior) y anomalía (inferior) de noviembre a diciembre de 2022 (de izquierda a derecha). Fuente: MODIS-AQUA. Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

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 norte-centro, presentó una amplia cobertura espacial, latitudinalmente desde Bayovar hasta Pisco y dentro de las 80 millas náuticas de la costa. La anchoveta estuvo asociada a ACF y a anomalías de TSM entre cero y -1°C (Figura 21).

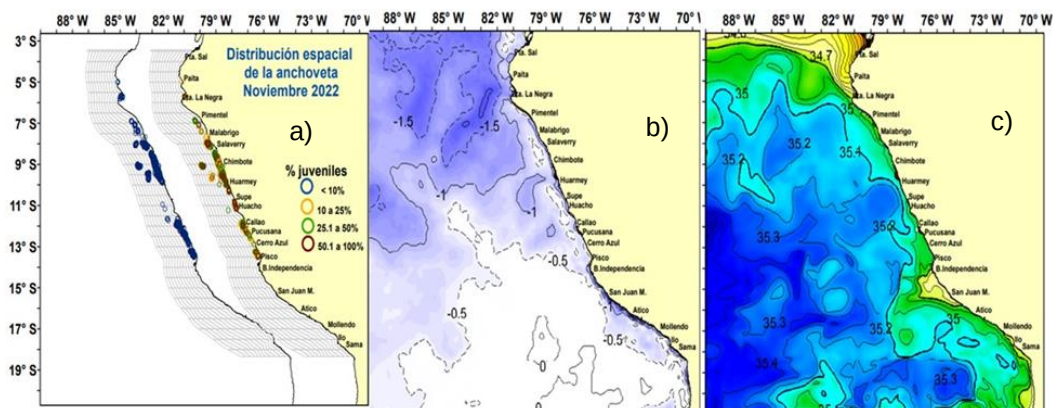


Figura 21. Distribución espacial de lances de a) la pesca artesanal de anchoveta durante noviembre del 2022 con relación a: b) anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM) y c) Salinidad Superficial del Mar (SSM). Fuente: IMARPE.

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro, muestran el término de su periodo principal de desove (Figura 22).

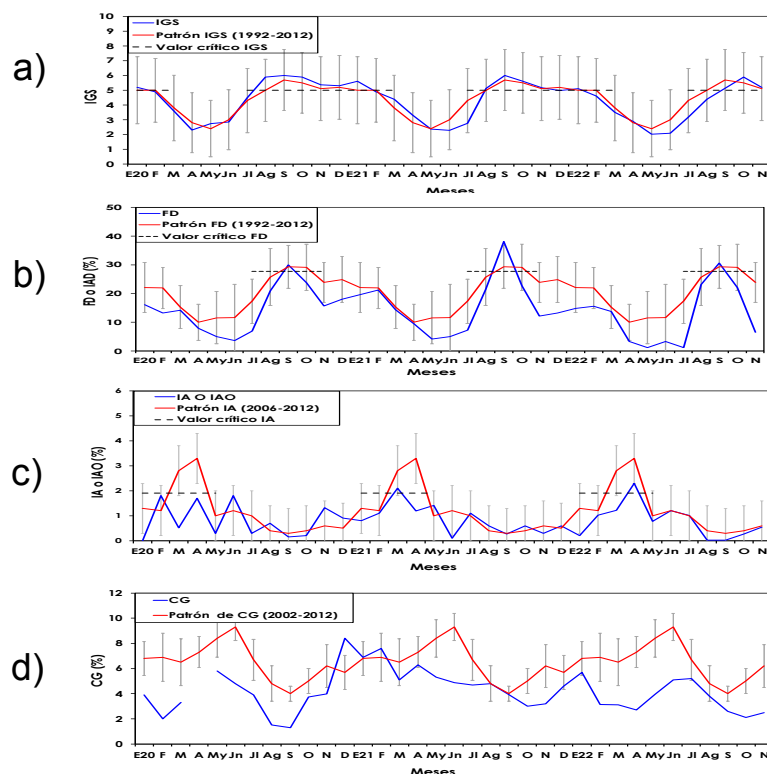


Figura 22. Serie mensual de los indicadores reproductivos (de arriba hacia abajo): a) Índice gonadosomático (IGS), b) Fracción desovante (FD) y c) Índice de atresia (IA) y de condición somática: d) contenido graso (CG), de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*. Periodo: enero 2020 – noviembre 2022. Fuente: IMARPE.

En cuanto a especies transzonales, la pesca de bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) se desarrolló principalmente entre al sur del Callao e Ilo, llegando hasta las 60 millas náuticas, asociada a frentes halinos entre ACF y ASS (Figura 23).

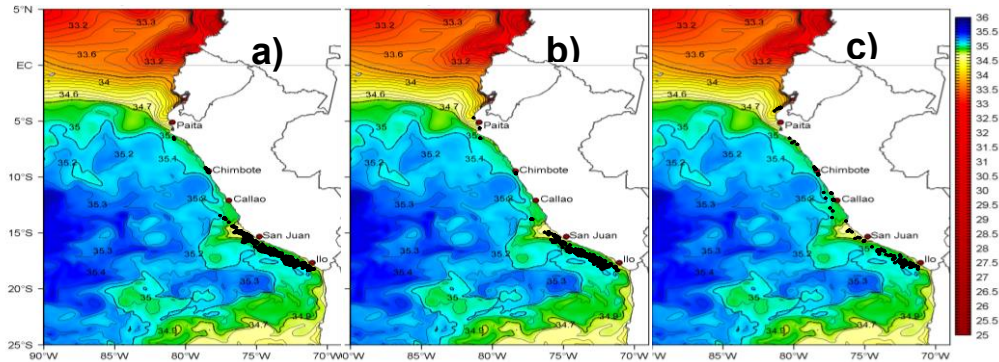


Figura 23. Distribución de lances, realizados por embarcaciones dirigidas a especies transzonales a) jurel, b) caballa y c) bonito en relación con la salinidad superficial del mar (SSM). Periodo: noviembre 2022. Fuente: IMARPE.

En cuanto a los recursos jurel y bonito, los valores de índice gonadosomático (IGS) indican que se mantienen en su periodo importante de actividad reproductiva. En el caso del recurso caballa, el valor de IGS mostró el inicio de su periodo principal de reproducción. La múnida, especie indicadora de ACF, presentó una amplia distribución desde Pimentel hasta Pisco, dentro de las 80 millas náuticas de la costa (Figura 24).

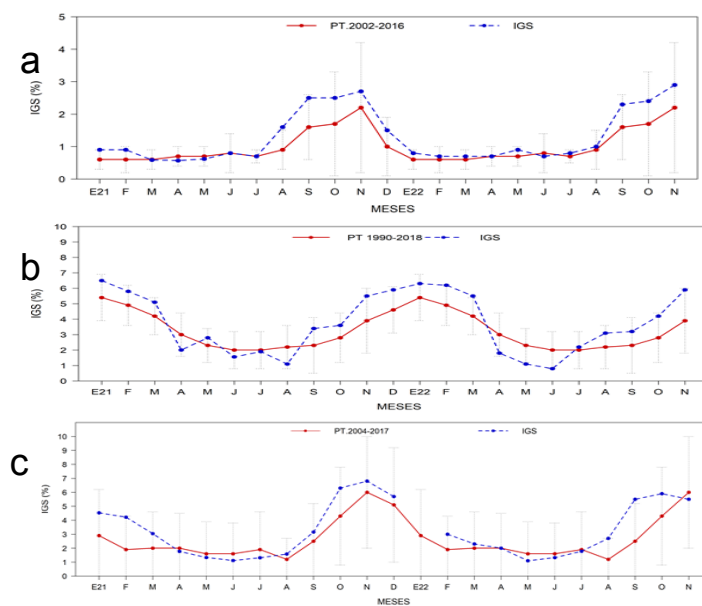


Figura 24. Índice gonadosomático (IGS) de a) jurel, b) Caballa y c) bonito con sus patrones respectivos Periodo enero 2021 a noviembre 2022. Fuente: IMARPE.

Respecto a las especies demersales, la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) se distribuyó entre frente a Puerto Pizarro y sur de Punta Gobernador, y las principales capturas se registraron al norte de Punta Sal (Figura 25).

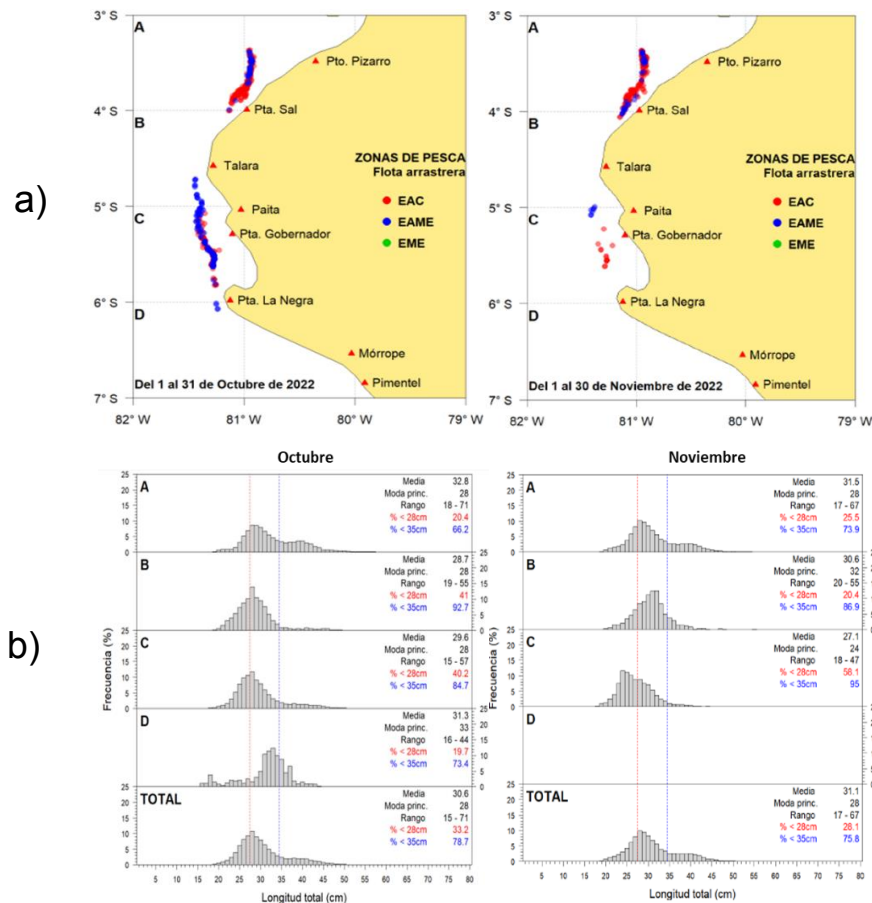


Figura 25. a) Distribución mensual de merluza de octubre y noviembre de 2022 y b) estructura de tallas de merluza. Fuente: IMARPE.

Los desembarques de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) mostraron un gran incremento, a diferencia de los recursos calamar común, pulpo y concha de abanico que disminuyeron respecto al mes anterior. El calamar gigante estuvo distribuido entre Paita y Morro Sama, mostrando las mayores concentraciones en las zonas norte y sur del país (Figura 26 y 27).

3.4. Condiciones hidrológicas

En noviembre y los primeros días de diciembre, en los principales ríos del país predominaron valores muy por debajo de sus valores normales a valores dentro del rango de lo normal, especialmente de los ríos del norte del país, en los cuales se intensificaron las anomalías negativas, a excepción del río Tumbes que mantiene valores normales. Los mayores impactos sobre la disponibilidad de agua se presentaron en los ríos desde Chira en Piura a Pativilca y Chillón en Lima, (Tabla 3).

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

Zona	Ríos	Pentadarios (m³/s)								Promedio (m³/s)
		Noviembre						Diciembre		
Pacífico Norte	Tumbes	16.8	15.9	15.6	16.5	15.6	15.5	14.5	14.3	15.6
	Chira	16.7	10.9	9.3	25.6	5.4	3.6	3.0	3.0	9.7
	Motupe	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	S/D	0.3
	La Leche	0.4	0.3	0.3	0.9	0.3	0.2	0.2	S/D	0.4
	Chancay Lambayeque	12.0	10.5	8.4	9.5	8.2	7.5	6.0	5.7	8.5
	Zaña	1.6	1.5	1.3	1.7	1.5	1.6	1.4	1.7	1.5
	Jequetepeque	2.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	0.9	1.5
	Santa	60.0	64.4	50.5	44.8	56.4	55.7	52.5	54.1	54.8
Pacífico Centro	Pativilca	10.9	10.9	11.4	11.0	11.3	11.2	11.1	11.1	11.1
	Huaral	20.5	23.2	15.0	8.9	9.5	12.3	9.3	2.0	12.6
	Chillon	1.1	1.1	1.4	1.3	1.3	1.6	1.4	1.5	1.3
	Rímac	19.0	18.9	19.5	19.0	19.1	19.3	19.1	19.2	19.1
	Cañete	13.2	12.2	11.6	11.5	13.3	14.7	14.2	13.5	13.0
	Mala	1.6	1.6	1.2	1.1	1.1	1.2	1.5	1.5	1.3
	Pisco	6.3	6.2	5.5	3.8	2.1	2.0	S/D	S/D	4.3
Pacífico Sur	La Achirana	8.3	6.9	7.1	7.4	8.0	9.5	8.1	8.0	7.9
	Ocoña	27.7	25.4	24.4	21.9	21.9	22.9	21.5	21.6	23.4
	Camana	19.8	19.9	17.6	S/D	17.0	17.4	18.4	S/D	18.3
	Tambo	7.0	6.9	6.7	6.6	6.6	S/D	S/D	S/D	6.8
	Locumba	2.4	2.1	2.2	2.2	2.3	S/D	S/D	1.9	2.2
	Cajlina	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Titicaca	Huancane	1.5	1.4	1.3	1.2	1.3	1.2	1.8	1.8	1.4
	Ramis	4.9	4.5	4.2	4.0	3.7	3.5	4.8	4.7	4.3
	Coata	6.7	7.1	7.3	6.8	7.6	8.0	6.8	8.5	7.3
	Ilave	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	5.1	3.7	4.0	5.5

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

Los principales embalses del país se encuentran almacenando agua a un 40,4 % de la capacidad hidráulica nacional. Los embalses del norte del país se encuentran sobre 19 % de sus capacidades, y los embalses del centro y sur del país siguieron disminuyendo, como en Condoroma que llegó al 27,8 % de su capacidad, no obstante, Pasto Grande y Jarumas aún permanecen sobre 70 % de sus capacidades. Cabe resaltar que, los embalses de Poechos, Gallito Ciego, Choclococha, Ccaracocha, Condoroma y Paucarani se encuentran en sus niveles históricos más bajos, y es recomendable realizarse un uso racional de sus aguas, caso contrario, se podrían presentar problemas de abastecimiento (Tabla 4).

Tabla 4: Estado situacional de los reservorios al 12 de diciembre del 2022.

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)	Almacenada	Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil		
Costa - Norte	Poechos	12-Dic	Piura	445.50	84.80	19.03
Costa - Norte	San Lorenzo	12-Dic	Piura	195.60	53.80	27.51
Costa - Norte	Tinajones	12-Dic	Lambayeque	331.55	231.40	69.79
Costa - Norte	Gallito Ciego	12-Dic	La Libertad	366.09	152.00	41.52
Costa - Centro	Viconga	12-Dic	Lima	30.00	4.30	14.33
Costa - Centro	Sistema Rímac	15-Nov	Lima, Junín	282.35	102.37	36.26
Costa - Centro	Choclococha	12-Dic	Ica	131.10	39.80	30.36
Costa - Sur	Ccaracocha	12-Dic	Ica	40.00	14.80	37.00
Costa - Sur	Condoroma	12-Dic	Arequipa	259.00	71.90	27.76
Costa - Sur	El Pañe	12-Dic	Arequipa	99.61	43.30	43.47
Costa - Sur	Dique Los Españoles	12-Dic	Arequipa	9.09	3.80	41.80
Costa - Sur	Pillones	12-Dic	Arequipa	78.50	24.60	31.34
Costa - Sur	El Frayle	12-Dic	Arequipa	127.24	59.10	46.45
Costa - Sur	Aguada Blanca	12-Dic	Arequipa	30.43	27.60	90.70
Costa - Sur	Chalhuanca	12-Dic	Arequipa	25.00	1.80	7.20
Costa - Sur	Bamputañe	12-Dic	Arequipa	40.00	5.90	14.75
Costa - Sur	Pasto Grande	12-Dic	Moquegua	200.00	143.10	71.55
Costa - Sur	Paucarani	12-Dic	Tacna	10.50	3.00	28.57
Costa - Sur	Laguna Aricota	12-Dic	Tacna	280.00	186.50	66.61
Sierra - Centro	Jarumas	12-Dic	Tacna	13.00	10.10	77.69
Sierra - Centro	Cuchoquesera	12-Dic	Ayacucho	80.00	10.10	12.63
Sierra - Sur	Lago Junin	12-Dic	Junin	441.00	16.00	3.63
Sierra - Sur	Lagunillas	12-Dic	Puno	585.13	390.50	66.74
Sierra - Sur	Sibinacocha	12-Dic	Cusco	110.00	20.60	18.73
Situación Nacional				4210.69	1701.17	40.40

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

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En la costa norte, en las zonas productoras de Piura y Lambayeque, las temperaturas diurnas en torno a sus normales favorecieron la fase de fructificación del mango; sin embargo, la prevalencia de temperaturas mínimas inferiores a su normal conllevó al crecimiento lento de los frutos, sobre todo de aquellos provenientes de floraciones tardías (setiembre y octubre). Asimismo, dichas condiciones térmicas retrasaron el crecimiento vegetativo de almácigos de arroz de la campaña 2022/2023. En la costa sur, en la Yarada (Tacna), la persistencia de la temperatura mínima inferior a su promedio histórico extendió la floración del olivo hasta mediados de noviembre; al mismo tiempo que, favoreció el cuajado y fructificación de los olivares para la campaña 2022/2023. (Figura 28).

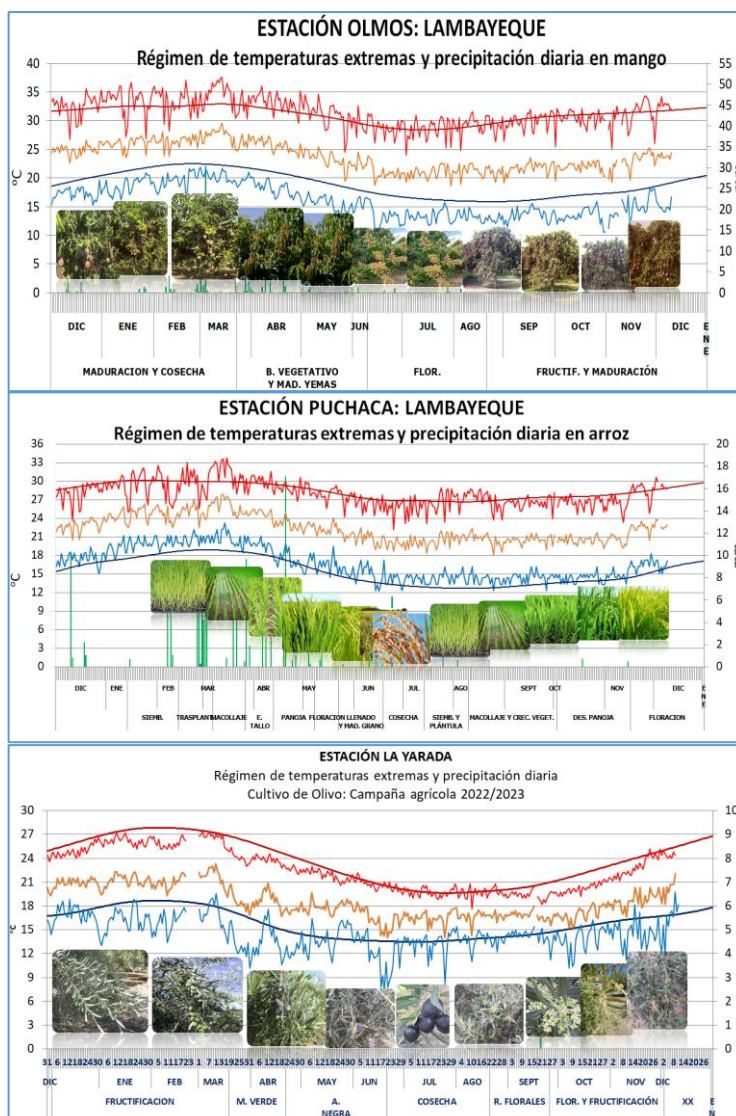


Figura 28. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campañas agrícolas 2022/2023 en las estaciones de Olmos, Puchaca y La Yarada. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

El promedio de los pronósticos de los modelos climáticos del NMME continúan indicando la presencia de La Niña en el Pacífico central (Niño 3.4) hasta enero de 2023, seguidas de condiciones neutras hasta mayo y condiciones cálidas débiles hasta julio, inclusive (Tabla 5).

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	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFS2	-0.89	-0.71	-0.37	-0.06	0.16	0.33	0.53	0.80
CanCM4i	-0.88	-0.66	-0.23	0.15	0.42	0.62	0.90	1.20
GEM5_NEMO	-0.80	-0.67	-0.52	-0.32	-0.17	-0.07	0.01	0.08
NASA	-0.88	-0.78	-0.52	-0.20	0.11	0.34	0.53	0.69
GFDL_SPEARE	-0.60	-0.28	0.04	0.29	0.52	0.71	0.92	1.03
NCAR_CCSM4	-0.96	-0.93	-0.76	-0.54	-0.28	-0.03	0.20	0.41
Promedio								
NMME	-0.84	-0.67	-0.39	-0.11	0.13	0.32	0.52	0.70

Con respecto a la región Niño 1+2, los pronósticos del ICEN muestran condiciones neutras, entre diciembre y abril 2023, para luego entrar al rango de las condiciones cálidas a partir de mayo (Tabla 6).

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	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFS2	-0.95	-0.55	-0.21	0.08	0.43	0.93	1.3	1.41
CanCM4i	-1.02	-0.65	-0.21	0.13	0.51	0.96	1.34	1.46
GEM5_NEMO	-0.83	-0.39	-0.1	0.01	0.04	0.01	0.07	0.02
NASA	-1.16	-1.02	-0.85	-0.69	-0.24	0.22	0.63	0.73
GFDL_SPEARE	-0.67	-0.08	0.37	0.93	1.39	1.73	1.84	1.83
NCAR_CCSM4	-1.26	-0.98	-0.53	-0.14	0.27	0.76	1.18	1.36
Promedio								
NMME	-0.98	-0.61	-0.26	0.05	0.4	0.77	1.06	1.14

Para la región Niño 3.4, los pronósticos de los modelos numéricos internacionales, muestran la circulación atmosférica característica de La Niña con una tendencia a su debilitamiento. Por su parte, en el Pacífico centro oriental, en niveles bajos, el patrón anómalo pronosticado, indicaría un debilitamiento de los alisios durante los próximos meses (Figura 29).

Los pronósticos de los modelos numéricos internacionales, muestran una tendencia al debilitamiento, hacia el verano 2023, del patrón de circulación atmosférica, característica del desarrollo de La Niña en el Pacífico central, en concordancia con los pronósticos de TSM para el Pacífico ecuatorial.

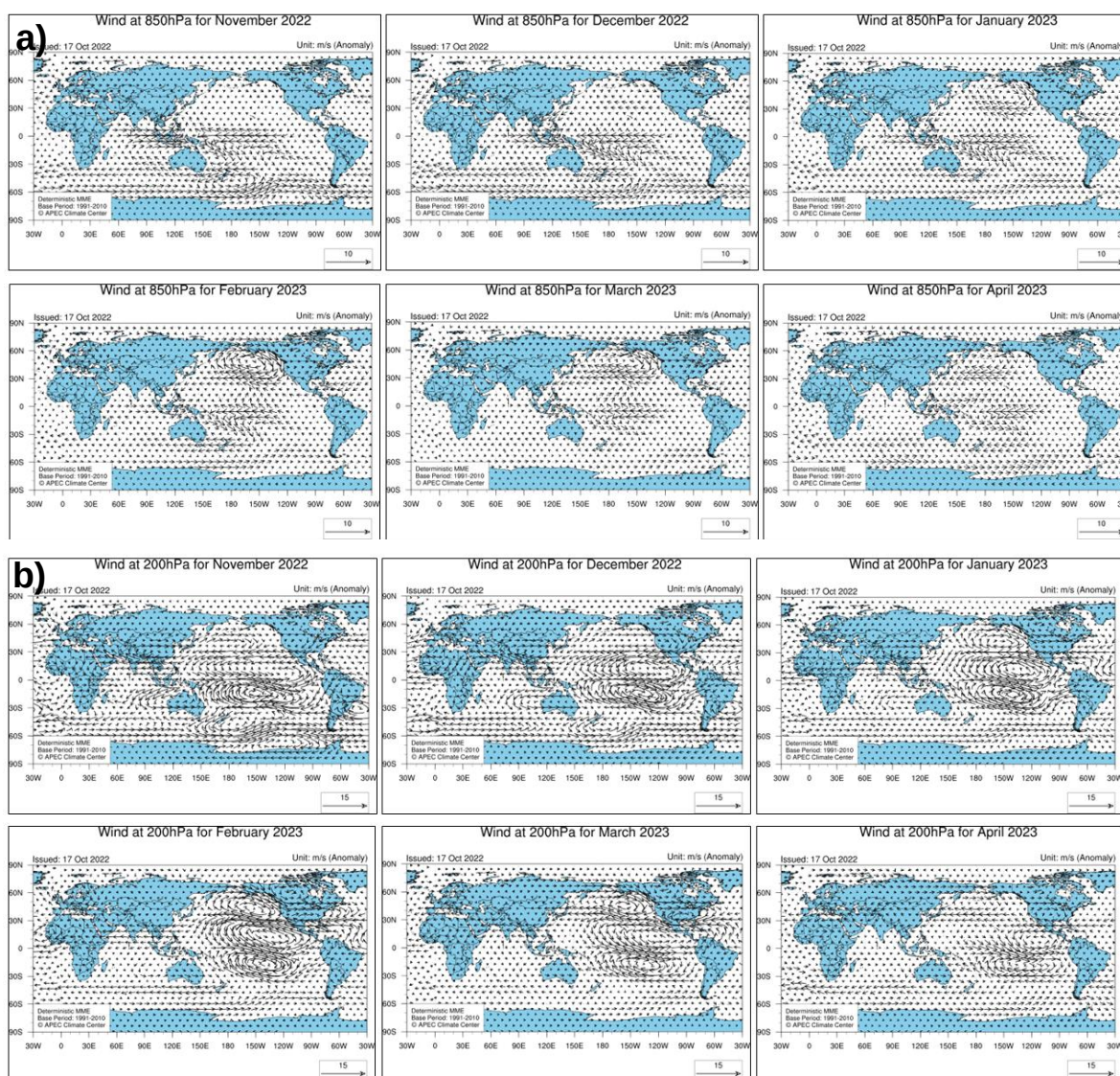


Figura 29: Pronóstico de la anomalía mensual (noviembre 2022-abril 2023) del viento en (a) 850 y (b) 200 hPa del modelo determinístico MME- APEC Climate Center. Periodo base: 1991-2010. Actualizado el 17 de octubre de 2022.

Se prevé que la onda Kelvin fría que es parte del paquete de ondas frías mencionado en el comunicado anterior, continúe afectando a la franja adyacente a la costa peruana durante el resto del mes. Por otro lado, se espera que una onda Kelvin cálida arribe al mar peruano a partir de enero 2023 (Figura 30, 31 y 32).

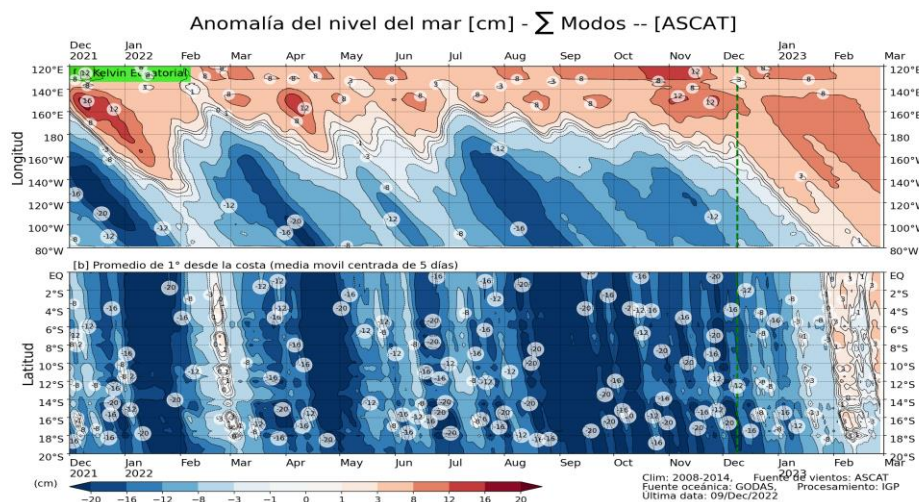


Figura 30. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue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

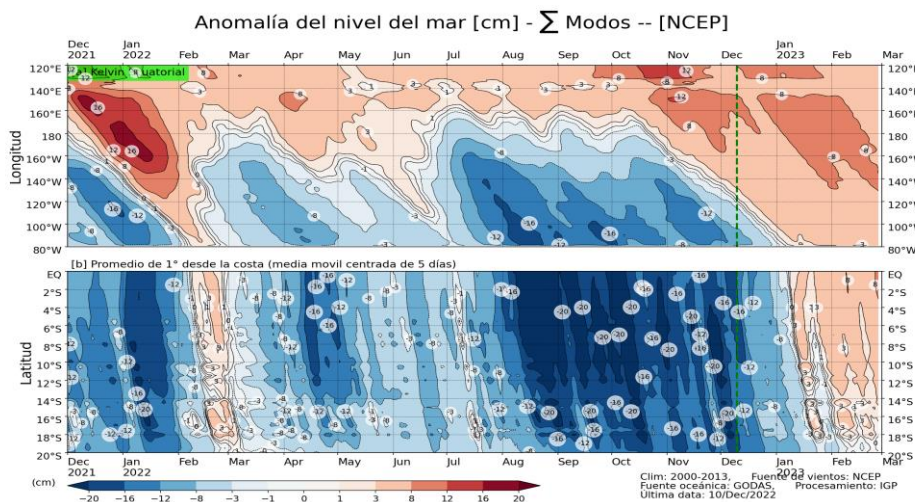


Figura 31. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue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

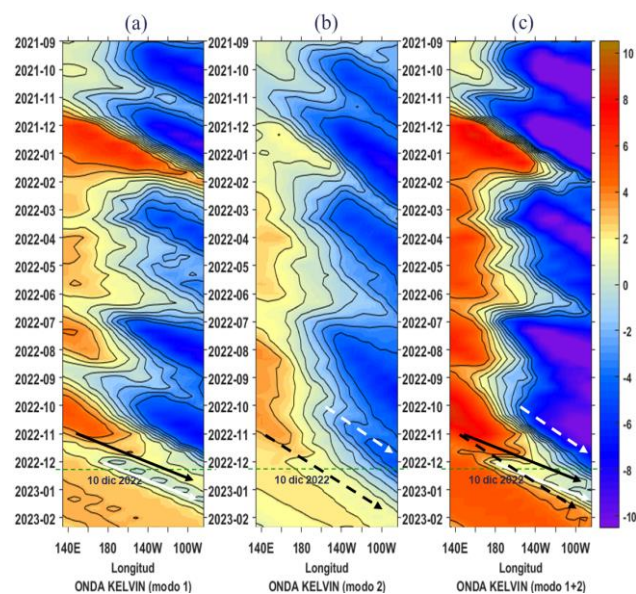


Figura 32. Diagrama Hovmöller (longitud-tiempo) de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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 débil hasta enero de 2023 (Tabla 7 y Figura 33). Para el verano 2022-2023 la mayor probabilidad corresponde a condiciones neutras (Tabla 9).

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

Pacífico central	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	28	15	1	0	0
Fría débil	64	65	48	28	10
Neutro	8	20	50	65	73
Cálida débil	0	0	1	6	15
Cálida moderado	0	0	0	1	2
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 condiciones neutras a partir de diciembre de 2022 (Tabla 8 y Figura 33). En el verano 2022-2023 la condición neutra tendría la mayor probabilidad (66%), seguida de la condición cálida (27%) (Tabla 10). Cabe indicar que la probabilidad de las condiciones cálidas alcanzaría 39% y 41% en marzo y abril, respectivamente.

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

Pacífico oriental	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	4	0	0	0	0
Fría débil	37	11	5	1	1
Neutro	59	74	74	60	58
Cálida débil	0	14	19	30	32
Cálida moderado	0	1	2	8	8
Cálida fuerte	0	0	0	1	1
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	1
La Niña Débil	48
Neutro	51
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	7
Neutro	66
El Niño Débil	26
El Niño Moderado	1
El Niño Fuerte	0
El Niño Extraordinario	0

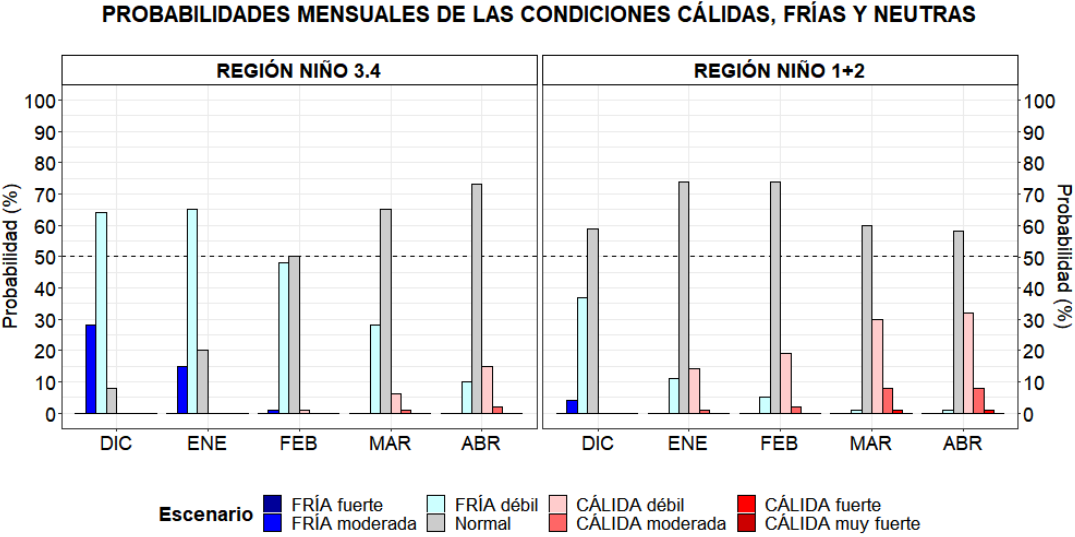


Figura 33. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, derecha) entre diciembre de 2022 y abril 2023.

Según el pronóstico climático vigente, para el trimestre enero – marzo 2023³ se esperan acumulados de lluvias superiores a sus valores normales en la zona andina del país (centro y sur occidental) y en la selva peruana (norte y centro), mientras que en el resto del país las condiciones serían normales. Asimismo, se esperan que las temperaturas extremas a lo largo de la costa estén dentro de sus rangos normales, en promedio.

En relación con la anchoveta se prevé que, conforme las condiciones oceanográficas neutras se afiancen, el recurso retornará paulatinamente a su distribución habitual dentro de las 50 millas náuticas de la costa, específicamente en la zona norte-centro. Por su parte, el calamar gigante mantendrá su mayor abundancia y disponibilidad en la zona norte y sur del mar peruano, conforme a su estacionalidad. Adicionalmente, se prevé que, de persistir en la columna de agua las anomalías negativas subsuperficiales, la población de merluza continuará replegada hacia el extremo norte del dominio marítimo. Finalmente, se espera que continúe la presencia del crustáceo munida, indicador biológico de aguas frías.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN cambia el estado del sistema de alerta a “No Activo”, 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, presente valores dentro del rango neutral hasta inicios de otoño.

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

Se recomienda a los tomadores de decisión tener en cuenta los posibles escenarios de riesgo de acuerdo al pronóstico climático vigente, que considera la extensión de La Niña en el Pacífico central hasta inicios de verano, para fines de prevención y reducción del riesgo de desastres.

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 13 de enero de 2023.

³ Perspectivas Climáticas EFM 2023: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-30.pdf>

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.
- Boulanger, 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 Biácoras de Pesca (BOP)	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/variabcli/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, Periodo climatológico: 1981-2010, *Anomalías de OSTIA, son calculadas en base a una climatología de 30 años, proveniente de datos de Pathfinder,
Nivel medio del Mar	X															X					DIHIDRONAV/IMARPE	*Disponible desde 1993 a la actualidad, Periodo climatológico: 1993-2012, Frecuencia diaria,
Salinidad		X	X	X															X		DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones

[illegible]