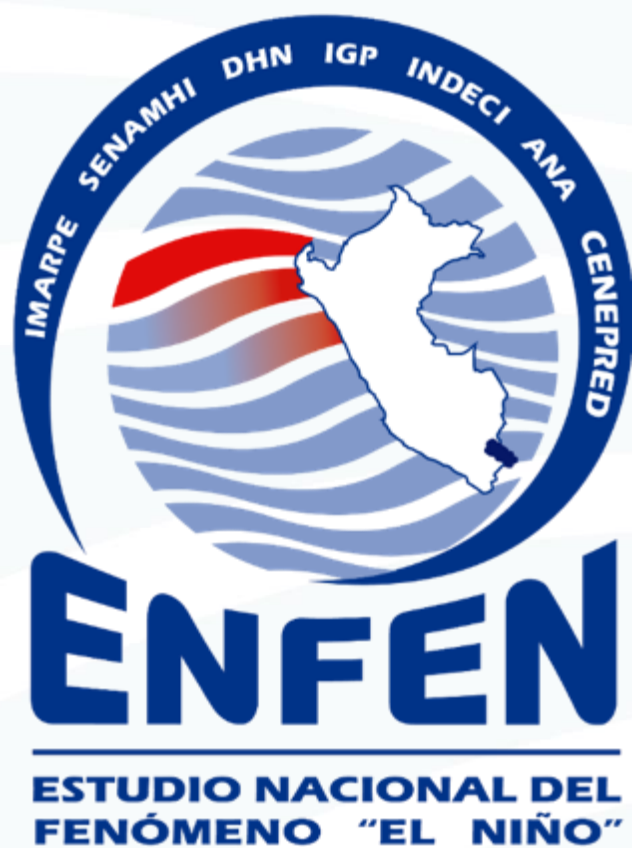


COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO “EL NIÑO”



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 8 N°02

FEBRERO 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:

Dra. Carmen Rosario Yamashiro Guinoza

Presidenta 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. Patricio Alonso Valderrama Murillo

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

Ing. Roberto Salazar Gonzales

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Sr. 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, Kelita Quispe y 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

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° 02, febrero de 2022, 4o p. **Publicado el 14 de marzo 2022.**

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.



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

FEBRERO 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 FEBRERO DE 2022	9
3.1.	Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical.....	9
3.2.	Condiciones océano atmosféricas locales	13
3.3.	Productividad marina y condiciones biológico pesqueras	225
3.4.	Condiciones hidrológicas	228
3.5.	Condiciones agrometeorológicas.....	230
IV.	PERSPECTIVAS.....	30
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
VI.	REFERENCIAS.....	36
VII.	ANEXO	39

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 la TSM del *Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis* (OSTIA) proporciona mapas diarios con una resolución horizontal de $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ ($1/20^\circ$), utilizando datos *in situ* y satelitales de radiómetros infrarrojos y de microondas. Las anomalías de la TSM se calculan en base a la climatología del producto 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 temperatura superficial del mar 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.

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 se utiliza para representar 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 esfuerzos 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) el promedio de los últimos treinta 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 a lo largo de 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 dos fuentes de datos: 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, los cuales son discutidos, consensuados y plasmados en probabilidades porcentuales de ocurrencia de distintas categorías de las condiciones oceanográficas (frías a cálidas) en las regiones del Pacífico central (Niño 3.4)¹ y Pacífico oriental (Niño 1+2)², 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 FEBRERO DE 2022

3.1. Condiciones oceánicas y atmosféricas en el Pacífico tropical

Durante febrero, la anomalía negativa de la TSM en promedio se mantuvo similar al mes anterior en el Pacífico ecuatorial central y oriental; así mismo, la anomalía continuo positiva, con un valor promedio de +0,5 °C en el extremo occidental. En la región Niño 3.4 (Niño 1+2) la anomalía promedio durante febrero fue -0,89 °C (-1,55 °C) y para la primera semana de marzo -1,1 °C (-1,3 °C), manifestando condiciones más frías en la región Niño 1+2, respecto a enero, tal como se muestra en la Tabla 1 y la Figura 1.

TSM y ATSM mensual (ERSSTv5)				
Regiones Niño	R. Niño 1+2	R. Niño 3	R. Niño 3.4	R. Niño 4
Set. 21	20.02 -0.70	24.46 -0.44	26.16 -0.56	28.22 -0.54
Oct. 21	20.15 -0.87	24.19 -0.79	25.77 -0.95	28.04 -0.73
Nov. 21	20.53 -1.12	24.07 -1.03	25.76 -0.94	28.00 -0.69
Dic. 21	21.14 -1.67	23.96 -1.27	25.53 -1.06	27.79 -0.75
Ene 22	23.45 -1.12	24.34 -1.32	25.59 -0.95	27.94 -0.38
Feb. 22	24.55 -1.55	25.22 -1.18	25.86 -0.89	27.83 -0.37

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

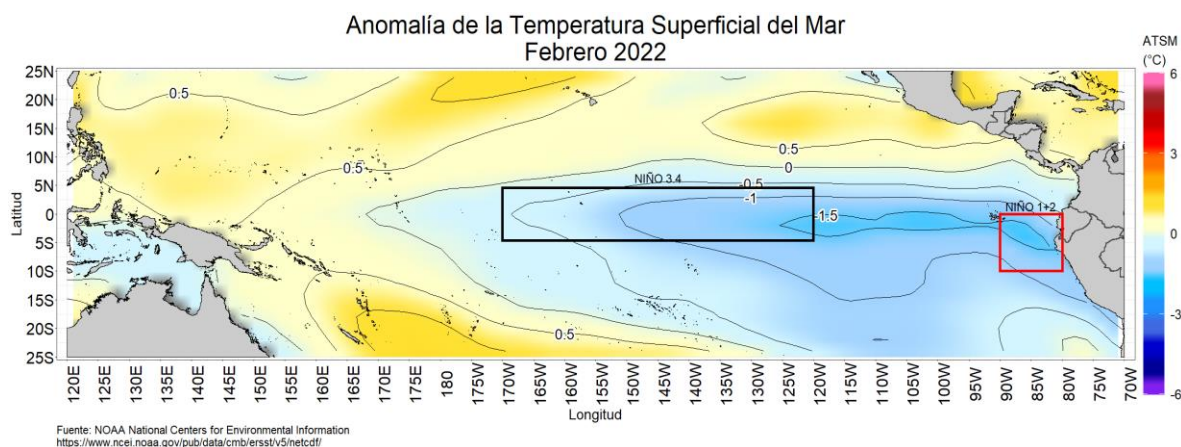


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico en febrero de 2022. La región Niño 3,4 está delimitada con el recuadro negro y la región Niño 1+2 está delimitada con el recuadro rojo. Fuente: CMEMS v3,0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) de enero de 2022 corresponde a la condición fría fuerte; mientras que el ICEN temporal (ICEN-tmp) de febrero indica la condición fría débil. Por otra parte, los valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de enero y el ONI temporal (ONI-tmp) de febrero corresponden a la condición de fría débil³ (Tabla 2).

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
feb-21	-0,83	Neutro	-0.94	Fría Débil
mar-21	-0,81	Neutro	-0.85	Fría Débil
abr-21	-0,76	Neutro	-0.67	Fría Débil
may-21	-0,59	Neutro	-0.47	Neutro
jun-21	-0,34	Neutro	-0.35	Neutro
jul-21	-0,22	Neutro	-0.37	Neutro
ago-21	-0,36	Neutro	-0.46	Neutro
set-21	-0,59	Neutro	-0,67	Fría Débil
oct-21	-0,83	Neutro	-0,8	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
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
feb-22	-1,10	Fría débil	-0,97	Fría Débil

Tabla 2: Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de febrero 2022 hasta enero de 2022, así como sus valores temporales de febrero 2022. Fuente IGP.

Según la información in situ y satelital (Figura 3b y 3c), la onda Kelvin cálida habría iniciado su arribo a la costa americana durante febrero, contribuyendo a elevar la temperatura y el nivel del mar en dicha región (Figura 2). Por otro lado, según los datos observados de la profundidad de la termoclina (Figura 3b) y de los resultados del modelo numéricos de ondas (Figura 22 y 23), una nueva onda de Kelvin fría habría alcanzado los 110°W.

³ Los valores del ICEN caracterizan la región centro y norte del mar peruano, mientras que los del ONI, la región Niño 3.4.

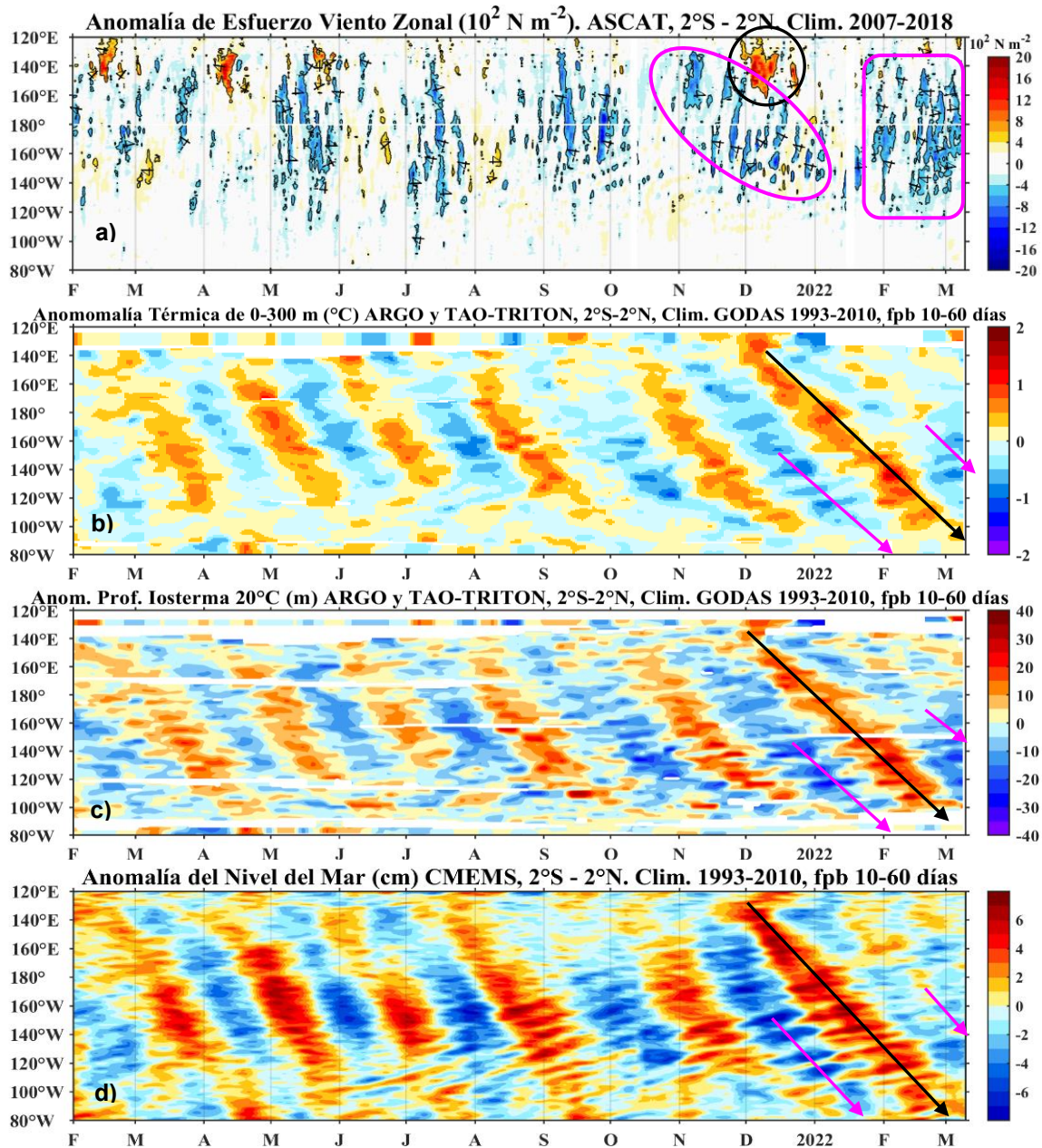


Figura 2: Diagrama Hovmöller: a) anomalía del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalía de temperatura de 0 a 300 m de profundidad ($^\circ\text{C}$) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, d) anomalía del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasa banda de 10 a 120 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.

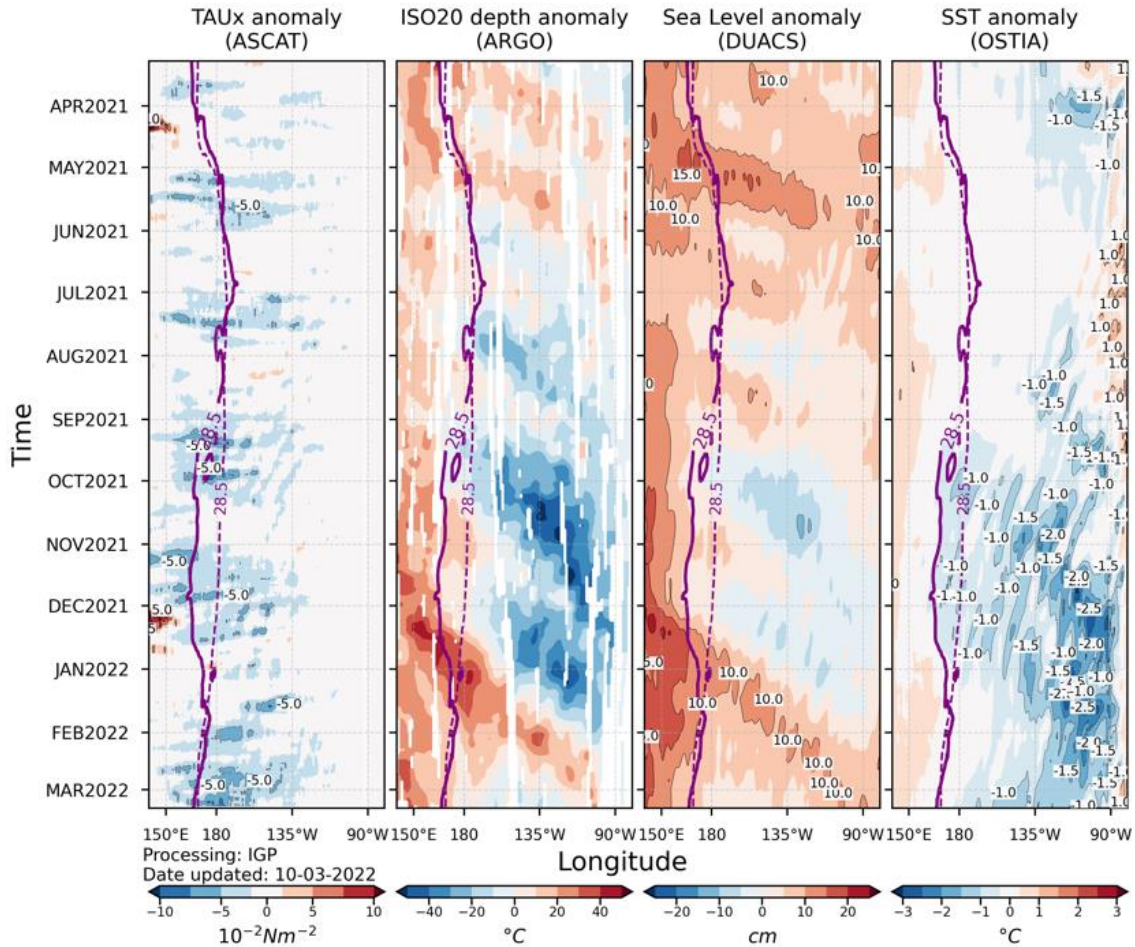


Figura 3. De izquierda a derecha, diagrama Hövmoller de las anomalías del esfuerzo de viento, de la profundidad de la termoclina, del nivel del mar y de la temperatura del mar. La línea de color guinda continua (cortada) indica la posición de la isoterma de 28,5 °C observada (climatológica).

En niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico ecuatorial oriental, se observaron patrones alternados de flujos del este y del oeste, los cuales favorecieron condiciones húmedas y secas en el noroeste de Sudamérica, respectivamente. Mientras que sobre el Pacífico central, se presentaron vientos intensos del oeste, configurando la circulación típica en un evento La Niña. Por otro lado, en la baja tropósfera (850 hPa), sobre el Pacífico ecuatorial central, se intensificaron los vientos alisios, respecto a enero, favoreciendo la persistencia del enfriamiento oceánico; solo a finales de febrero se observó un debilitamiento de los vientos alisios en el extremo oriental, dando paso al ingreso de vientos del noroeste. La subsidencia persistió al oeste de la línea de cambio de fecha; además, continúa la subsidencia sobre el norte del continente, aunque más debilitada que el mes anterior (Figura 4).

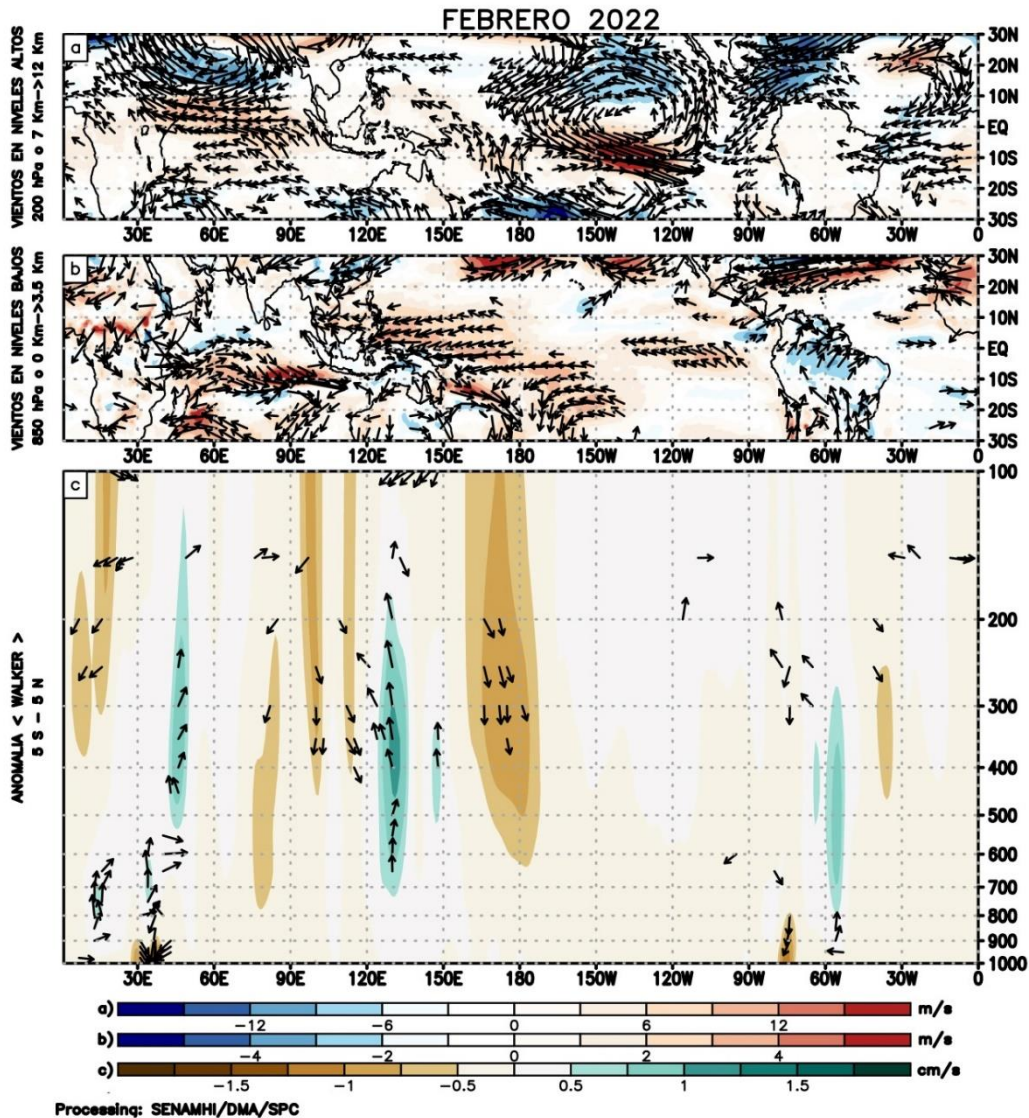


Figura 4: (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para febrero 2022, (c) patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para febrero de 2022. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

Durante febrero, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), en promedio, presentó una configuración zonal, con un núcleo intenso de hasta +3 hPa sobre su normal; asimismo, el APS se ubicó al sureste de su posición normal, cerca del continente. Esta configuración favoreció la intensificación de los alisios en la cuenca del Pacífico central; de forma similar, durante gran parte de febrero, el APS propició el incremento de vientos del sur frente al litoral peruano, contribuyendo al enfriamiento en la costa. Sin embargo, hacia fines de febrero e inicios de marzo, los vientos del sur se debilitaron, favoreciendo el ingreso de vientos del noroeste y condiciones cálidas, particularmente frente a la costa norte (Figura 5).

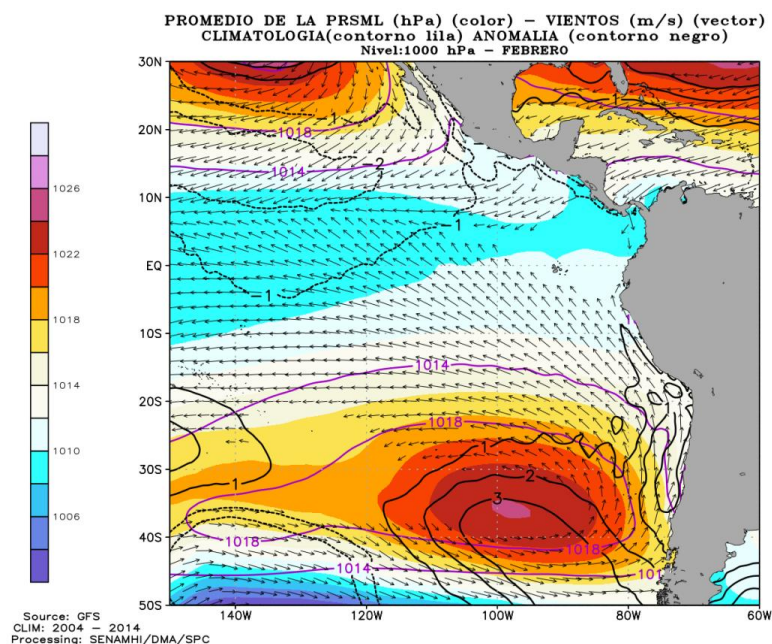


Figura 5: Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) con su climatología (línea de contorno), anomalía (línea negra) y vientos (flechas) para febrero de 2022. Procesamiento: SENAMHI.

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

Frente a la zona costera peruana predominaron vientos débiles ($< 4,1 \text{ m s}^{-1}$), durante febrero, principalmente desde Paita hasta Pisco. En la zona costera, se presentaron vientos ligeramente débiles dentro del rango neutral, a excepción de los días del 01 al 05 y del 26 al 28 de febrero, en los cuales se registraron anomalías positivas de velocidad del viento ($> + 1,0 \text{ m s}^{-1}$) (Figura 6). En la zona oceánica ($> 100 \text{ Km}$), predominaron vientos moderados, pero en el rango neutro, a excepción de los días del 16 al 20 y del 26 de febrero al 08 de marzo, en los que se registraron anomalías positivas. El afloramiento costero peruano presentó una menor intensidad y persistencia desde Sechura hasta Pisco, mientras que, de Talara a Paita y de Pisco a San Juan de Marcona, se registró una mayor actividad; entre febrero y lo que va de marzo tendió a debilitarse a lo largo de la costa (Figura 7).

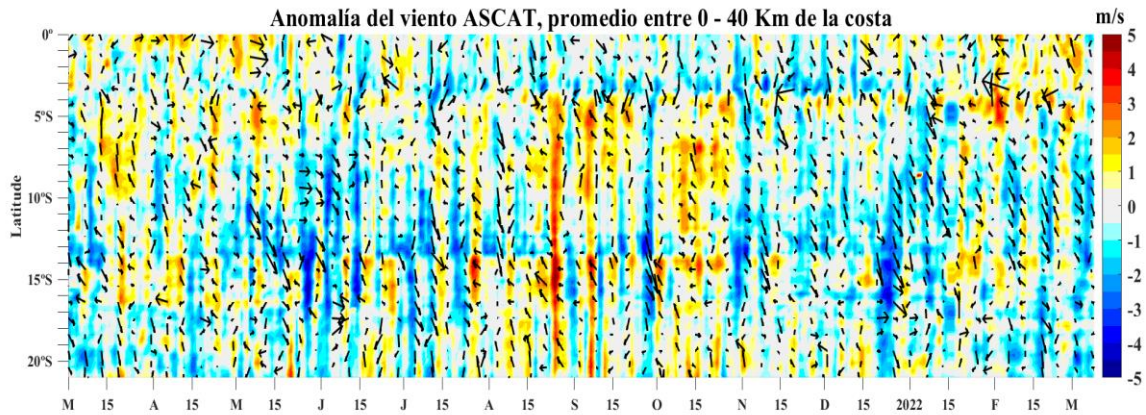


Figura 6. Diagrama Hovmöller de la anomalía de la VV a lo largo de la costa peruana. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizado hasta inicios de marzo.

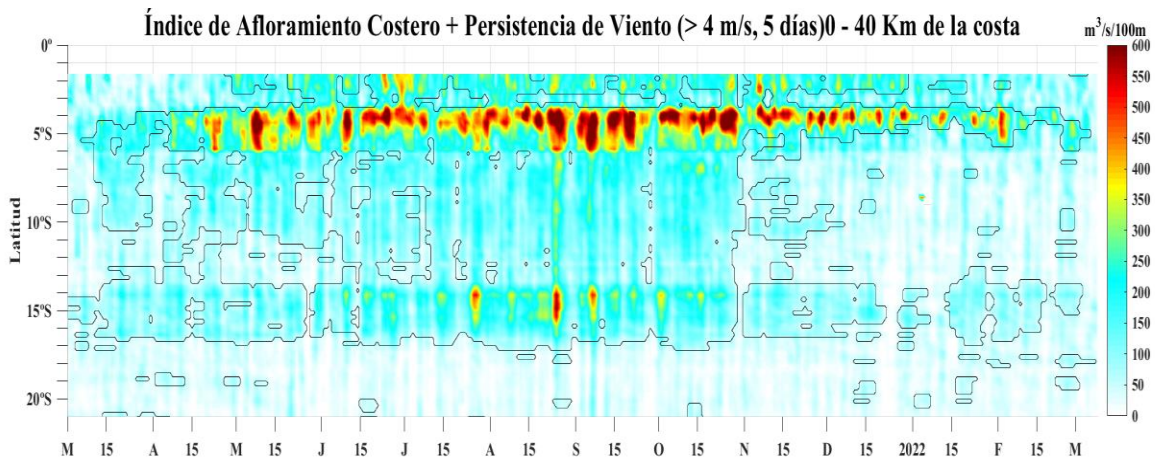


Figura 7. Diagrama Hovmöller del índice de afloramiento costero (IAC, $m^3 s^{-1} \times 100m$) calculado a 40 km frente a la costa del Perú. Los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad $> 4 m s^{-1}$ durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizado hasta inicios de marzo.

Durante febrero, las temperaturas máximas del aire (diurnas), presentaron anomalías negativas a lo largo de la costa peruana, principalmente en la zona central y sur, donde alcanzaron los $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Del mismo modo, las temperaturas mínimas del aire (nocturnas), registraron anomalías negativas a lo largo del litoral, con valores de $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa norte y de $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la costa central y sur. En lo que va de marzo, las temperaturas extremas del aire principalmente en la costa norte vienen siendo moduladas por el calentamiento del mar producto del arribo de la onda Kelvin cálida y el ingreso de vientos de componente norte en niveles bajos, tal es así que se ha registrado una disminución en la intensidad de las anomalías negativas, especialmente en la costa norte donde, en promedio, se registra una anomalía de $+0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ de la temperatura máxima y de $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ de la temperatura mínima (Figura 8).

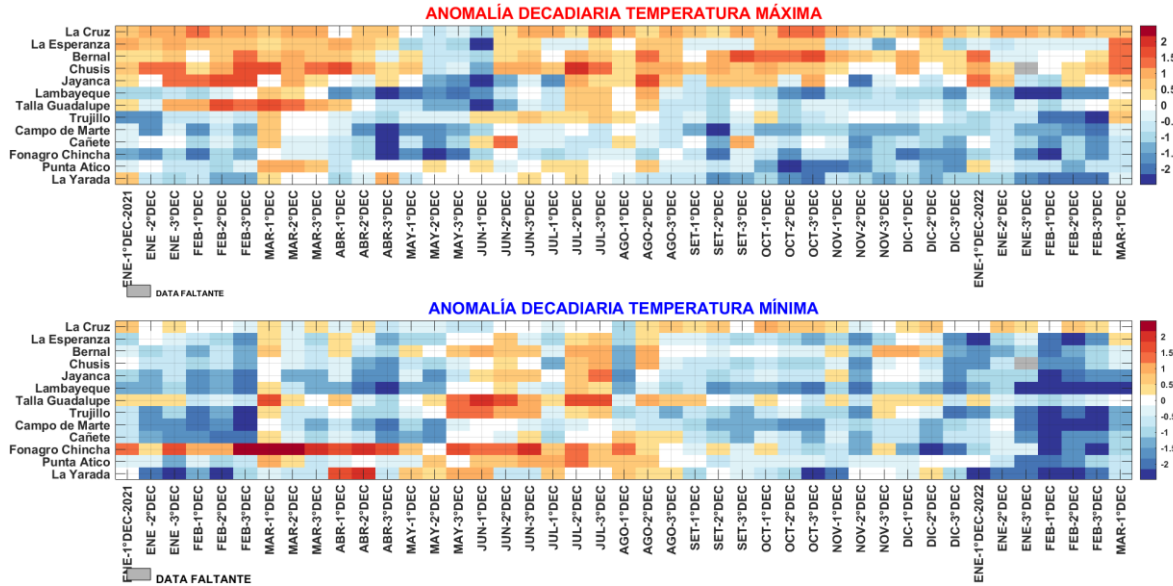


Figura 8. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI desde enero 2021 hasta los primeros 9 días de marzo. Fuente: SENAMHI.

En febrero, la TSM frente a la costa de Perú presentó valores de 18 °C a 24 °C, con anomalías negativas de hasta -3,5 °C frente a la costa norte, por dentro de las primeras 100 millas náuticas. En lo que va de marzo, la anomalía de TSM se incrementó en promedio 0,5 °C en las zonas norte y centro. Al norte de Paita, la TSM alcanzó valores de hasta 26 °C, generando anomalías positivas de hasta +1 °C durante febrero y +3 °C durante la primera semana de marzo (Figuras 9 y 10). En el litoral, durante febrero y en lo que va de marzo, la TSM conservó las anomalías negativas promedio de -1 °C; únicamente frente a Talara se evidenció un cambio térmico abrupto, pasando de una intensa anomalía negativa a una positiva a inicios de marzo, como parte de la extensión del calentamiento del extremo norte. Por otro lado, frente a la costa sur se mantuvieron las anomalías negativas, a excepción de Mollendo donde presentó valores cercanos a su normal.

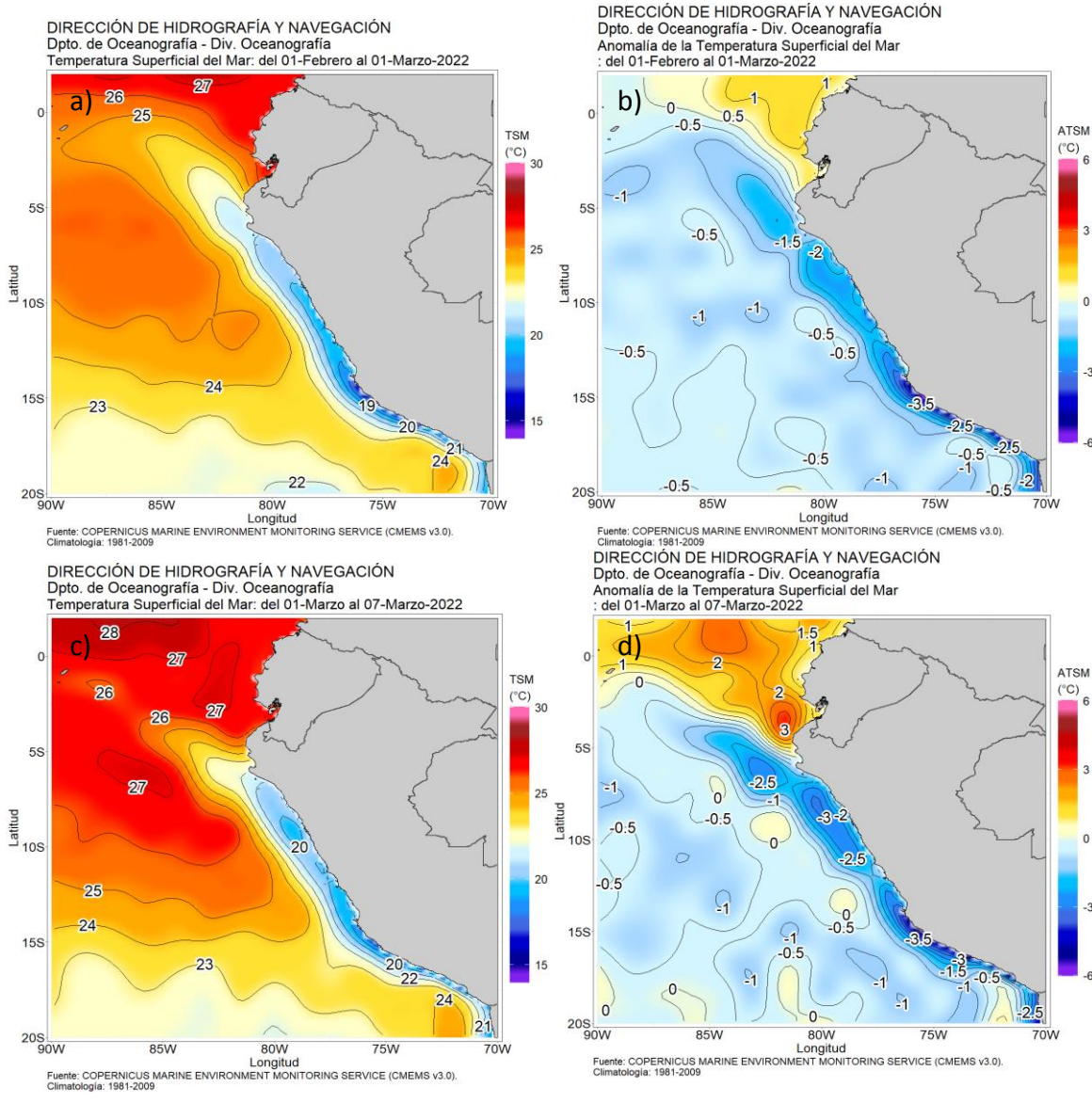


Figura 9: a) TSM promedio mensual (febrero 2022); b) Anomalía de TSM promedio mensual (febrero 2022) y c) TSM promedio del 1-7 marzo, d) Anomalía de TSM promedio del 1-7 marzo 2021. Fuente: Ostia. Climatología 1981 – 2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

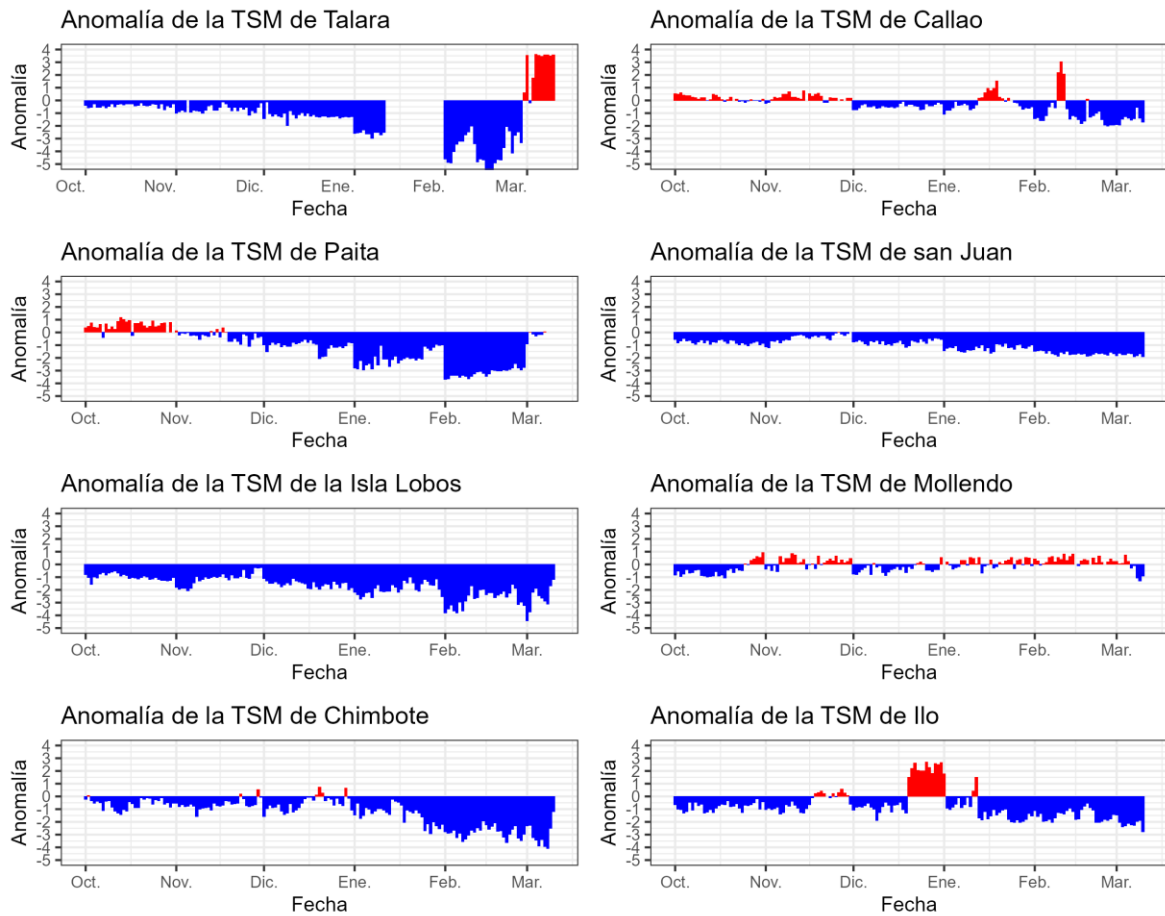


Figura 10: Anomalía de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante desde octubre 2021 hasta el 10 de marzo de 2022. Fuente: DHN.

La anomalía del nivel del mar (NM) en el litoral presentó una disminución de sus registros desde la segunda semana de febrero de norte a sur, presentado niveles cercanos a su normal, cuyo proceso se asocia al paso de una onda Kelvin cálida frente a la costa de Perú. En los primeros días de marzo se volvieron a registrar anomalías positivas, lo cual se asocia al paso de una onda Kelvin cálida. En la franja de las 60 millas náuticas adyacentes a la costa peruana, predominaron las anomalías negativas a inicios de febrero y cambio a anomalías positivas, propagándose de norte a sur en el resto del mes; en lo que va de marzo no se refleja anomalías significativas (Figuras 11 y 12).

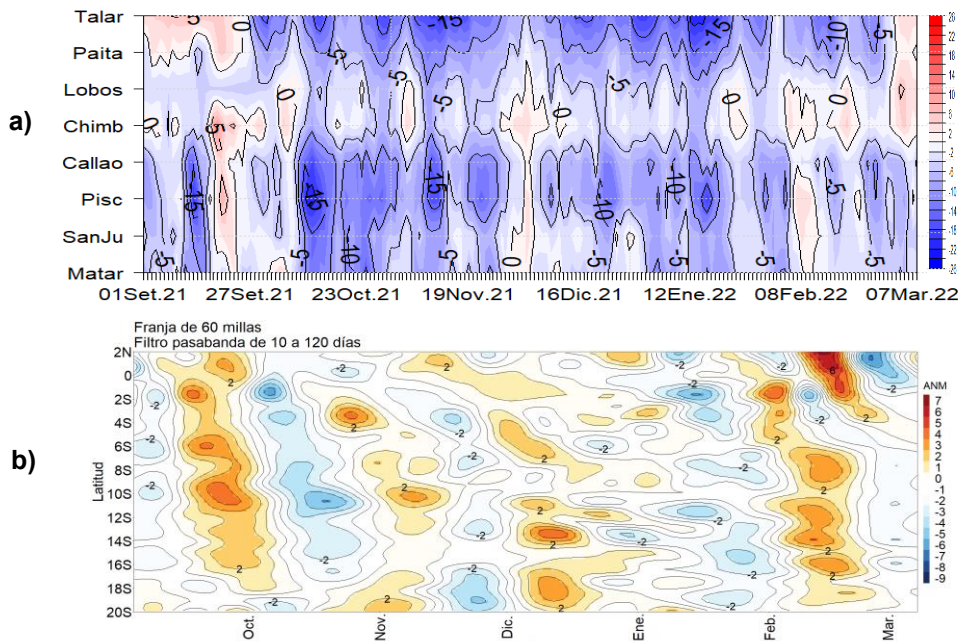


Figura 11. a) Dentro de las 60 millas de la costa, Actualizado al 7 de febrero de 2022, Climatología: 1981-2010, b) Dentro de las 60 millas de la costa. Actualizado al 7 de marzo de 2022. CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012. Procesamiento: DIHIDRONAV.

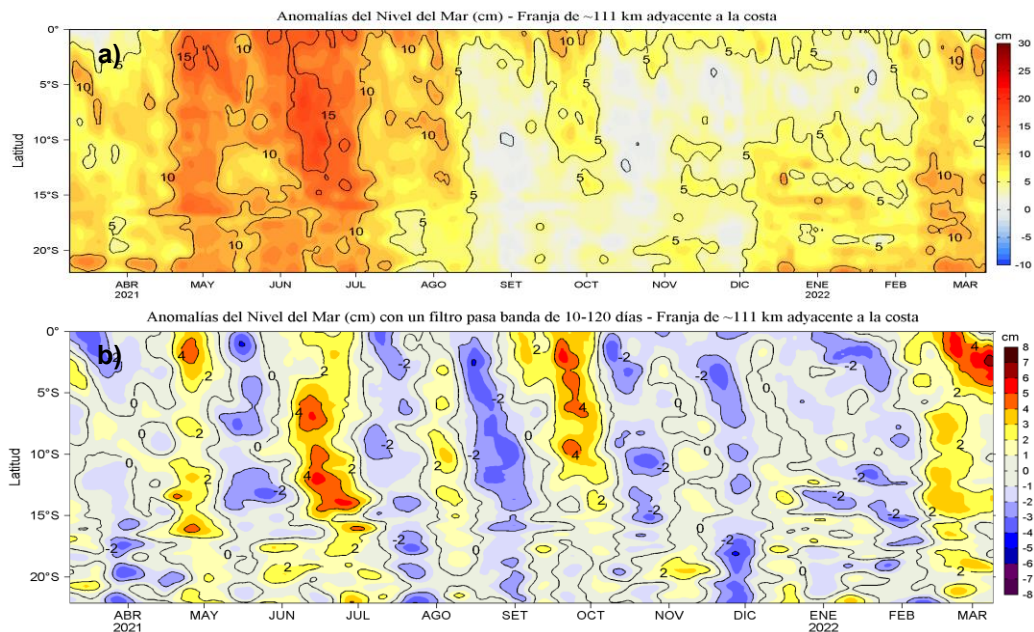


Figura 12. Diagrama Hovmöller de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses a inicios de marzo de 2022. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFMAFIOF/DGIOCC/IMARPE.

En la capa sub superficial, en febrero, frente a la costa norte, las anomalías negativas se mantuvieron sobre los 100 m de profundidad, en promedio con $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, con un alcance de hasta 200 millas náuticas, acorde al efecto del paso de la onda Kelvin fría en enero y parte de febrero; en cambio, debajo de los 250 m, se desarrollaron ligeras anomalías positivas. Por otro lado, entre Chimbote y Callao, por fuera de las 130 millas náuticas, se observaron anomalías positivas de hasta $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 70 m de profundidad, asociadas a la presencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS). En la zona sur continúan las anomalías negativas hasta los 60 m de profundidad (Figura 13a y 13b).

La termoclina en febrero y lo que va de marzo, frente a la costa norte de Perú, continuó mostrando una posición más somera que lo habitual, predominando anomalías térmicas negativas, con algunos valores dentro de lo normal. En la primera semana de marzo, frente a la costa norte las condiciones frías variaron rápidamente a ligeras anomalías positivas, debido a un ingreso de las aguas ecuatoriales y el arribo de la onda Kelvin cálida. Por otro lado, la oxiclina exhibió una posición más superficial que lo normal, reflejada en la distribución somera del límite superior de la zona de mínima de oxígeno ($< 0,5\text{ mL/L}$) (Figuras 13a 13b 13c y 13d).

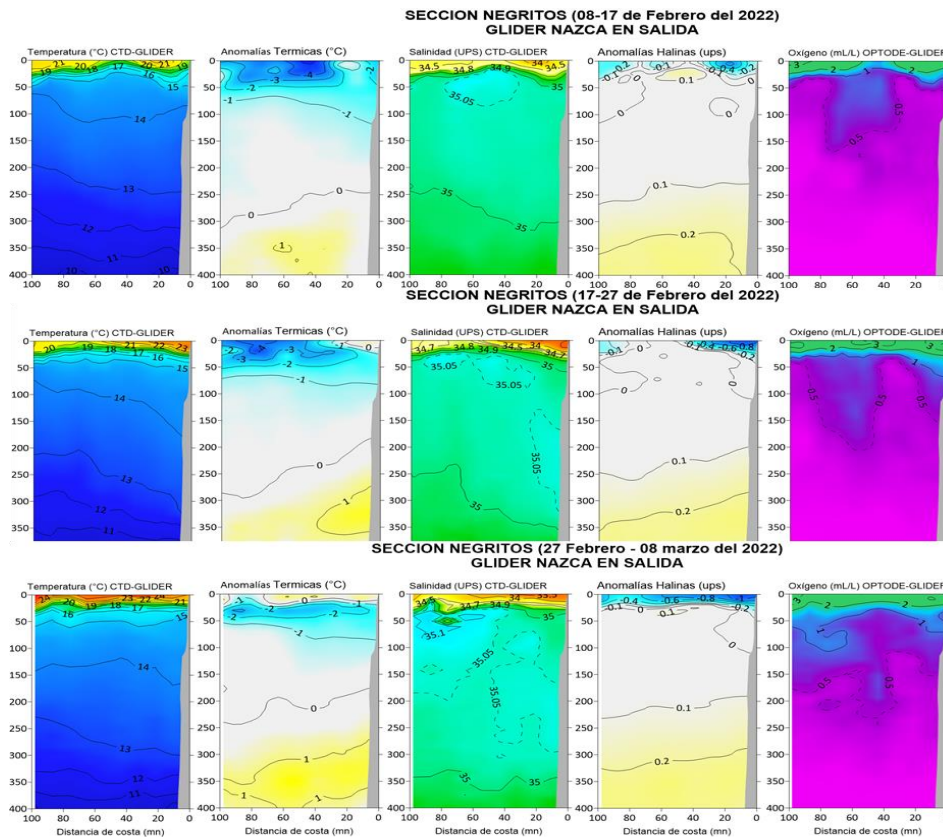
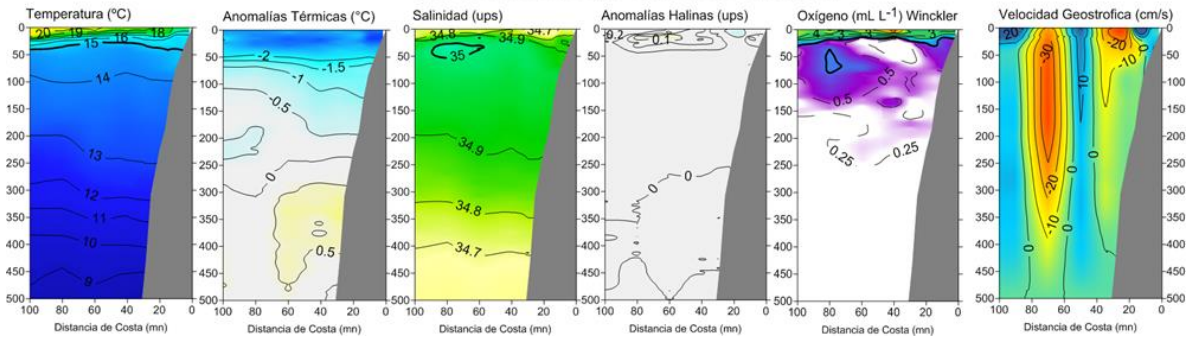
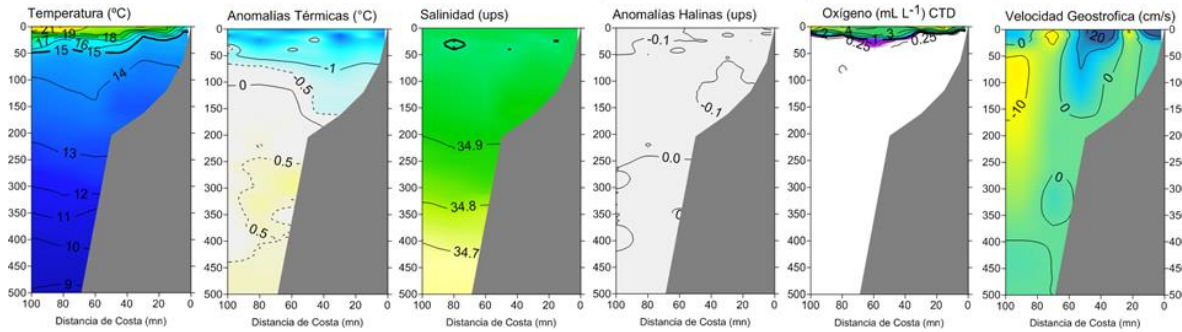


Figura 13a. Sección vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalías térmicas ($^{\circ}\text{C}$), salinidad, anomalías halinas y oxígeno disuelto, OD (mL L^{-1}) (de izquierda a derecha) frente a Negritos (Glider Nazca). Periodos del 08-17 de febrero, del 17-27 de febrero y 27 de febrero 2022 al 8 de marzo 2022

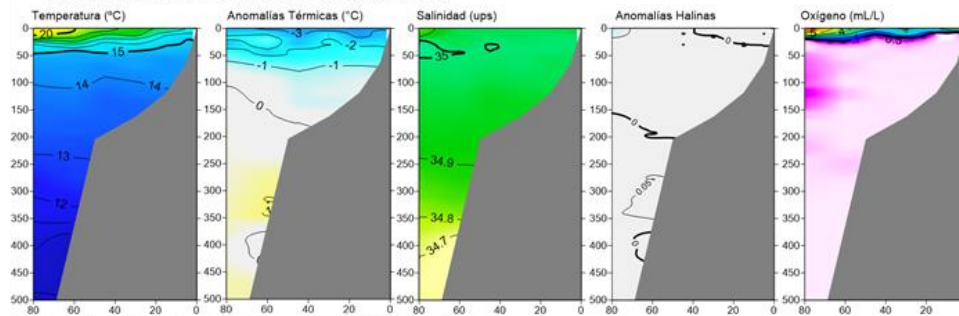
SECCIÓN PAITA (19-20 febrero del 2022)



SECCIÓN CHICAMA (17 febrero del 2022)



Sección Chicama, 01-02 marzo 2022 (BIC Flores)



Sección Chimbote, 07-08 marzo 2022 (BIC Flores)

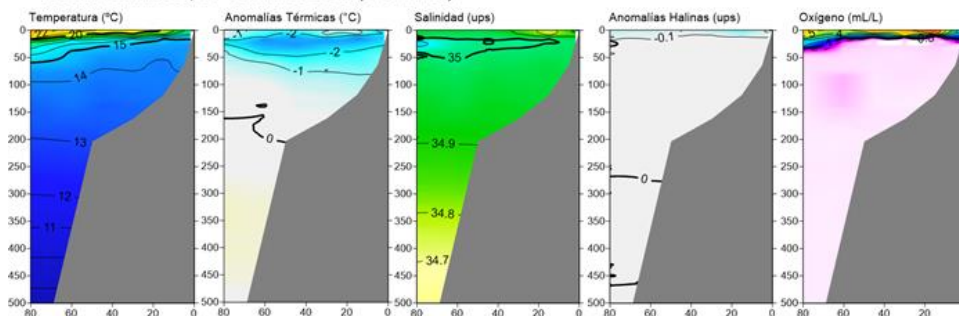


Figura 13b. (a-b) Secciones verticales de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad, anomalías halinas, oxígeno disuelto, OD (mL L⁻¹) y velocidades geostroficas frente a Paíta y a Chicama en febrero; (c-d) secciones verticales de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad, anomalías halinas y oxígeno disuelto, OD (mL L⁻¹) (de izquierda a derecha) frente a Chicama y Chimbote en marzo.

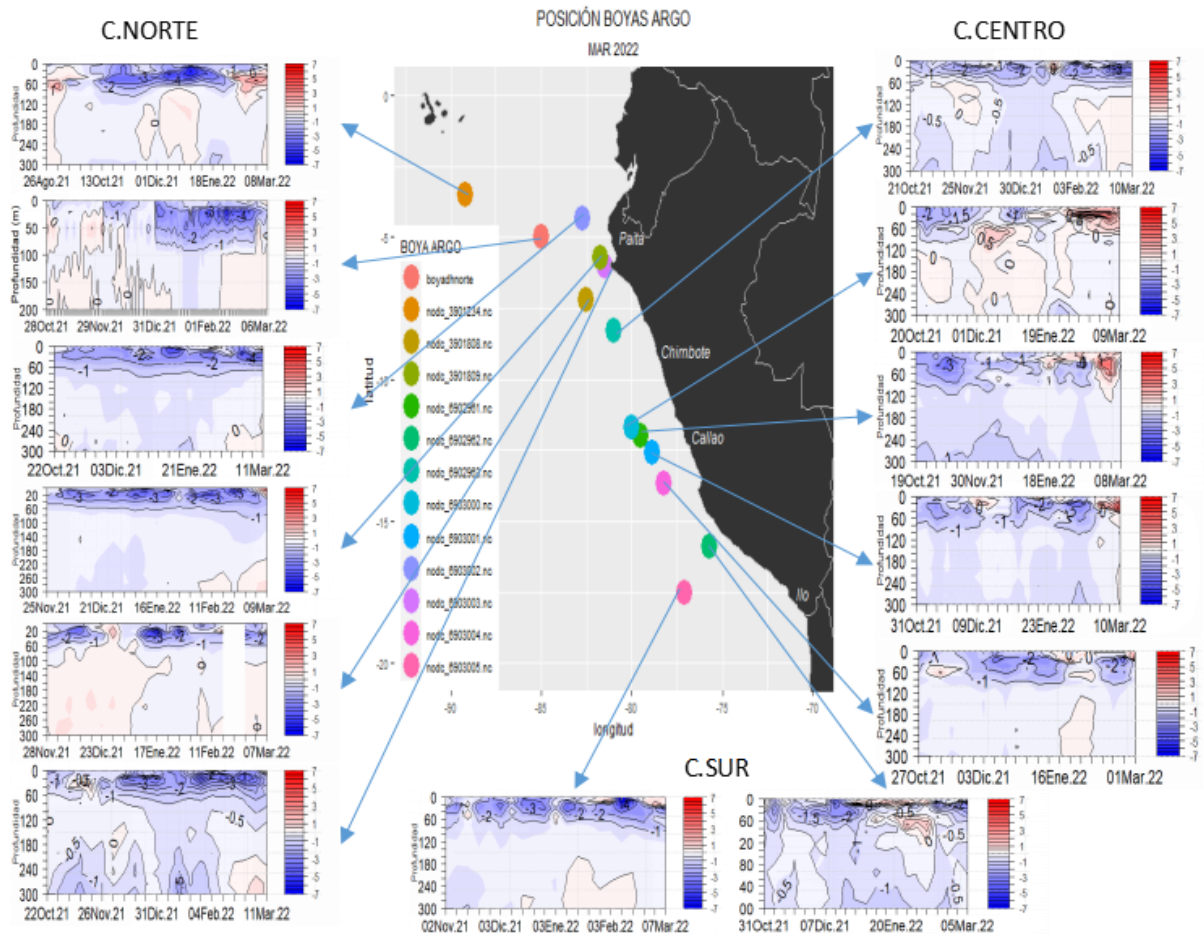


Figura 13c. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 m.n.) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de febrero y primeros días de marzo 2022 donde brindo información el flotador ARGO. Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: DIHIDRONAV.

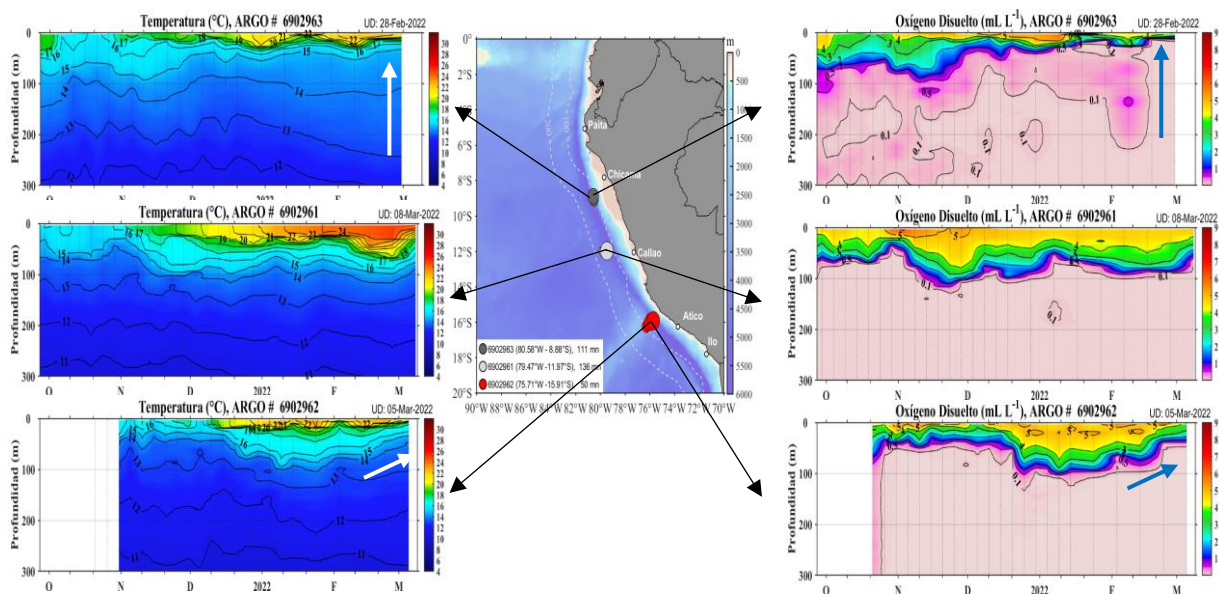


Figura 13d. Evolución del oxígeno disuelto de mar en flotadores ARGO frente a la costa peruana, con su ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de febrero y primeros días de marzo 2022 donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO.

Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

La salinidad superficial del mar (SSM), durante febrero, indicó la intromisión de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) hasta Punta Falsa, mientras que, las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) se aproximaron hasta Negritos. Entre fines de febrero y lo que va de marzo, las ATS continuaron detectándose hasta Negritos y las AES habrían sobrepasado ligeramente el sur de Punta Falsa (Figuras 13a ,14 y 15). Frente a la costa central y sur, durante todo el periodo evaluado no se habrían presentado grandes cambios, manteniéndose el predominio de las aguas costeras frías dentro de las 60 m.n., así como, el acercamiento permanente de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), presentando una mayor aproximación entre Chimbote y Callao, así como de Mollendo al sur.

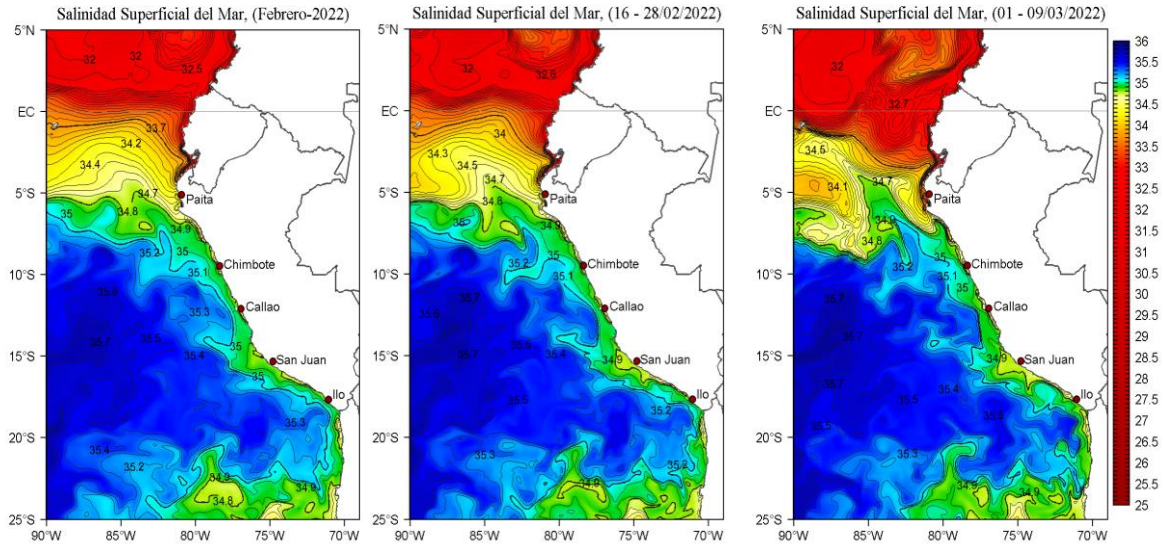


Figura 14. Distribución espacial promedio de la salinidad superficial del mar (SSM) durante: a) el mes de febrero, b) la segunda quincena de febrero y c) del 01 al 09 de marzo del 2022; en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

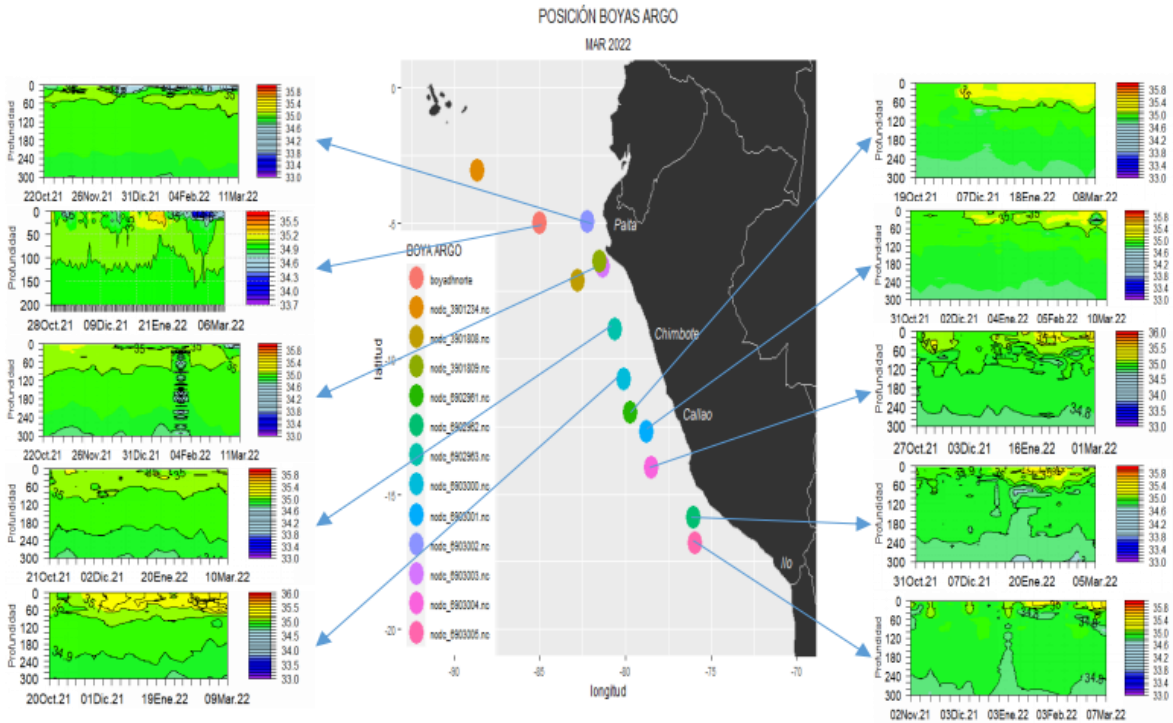


Figura 15. Evolución de la salinidad del agua de mar en flotadores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 m.n.) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de febrero y primeros días de marzo 2022 donde brindó información el flotador ARGO. Fuente: ARGO. Procesamiento: DIHIDRONAV.

3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

De acuerdo a la información satelital, la concentración de clorofila-a para febrero y lo que va de marzo presentó, entre los 7°S y 14°S, concentraciones que variaron entre 2,0 a 25,0 $\mu\text{g L}^{-1}$, siendo mayores a su patrón climatológico, principalmente dentro de las 60 millas náuticas a la costa, con anomalías entre +0,5 a +5,0 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 16).

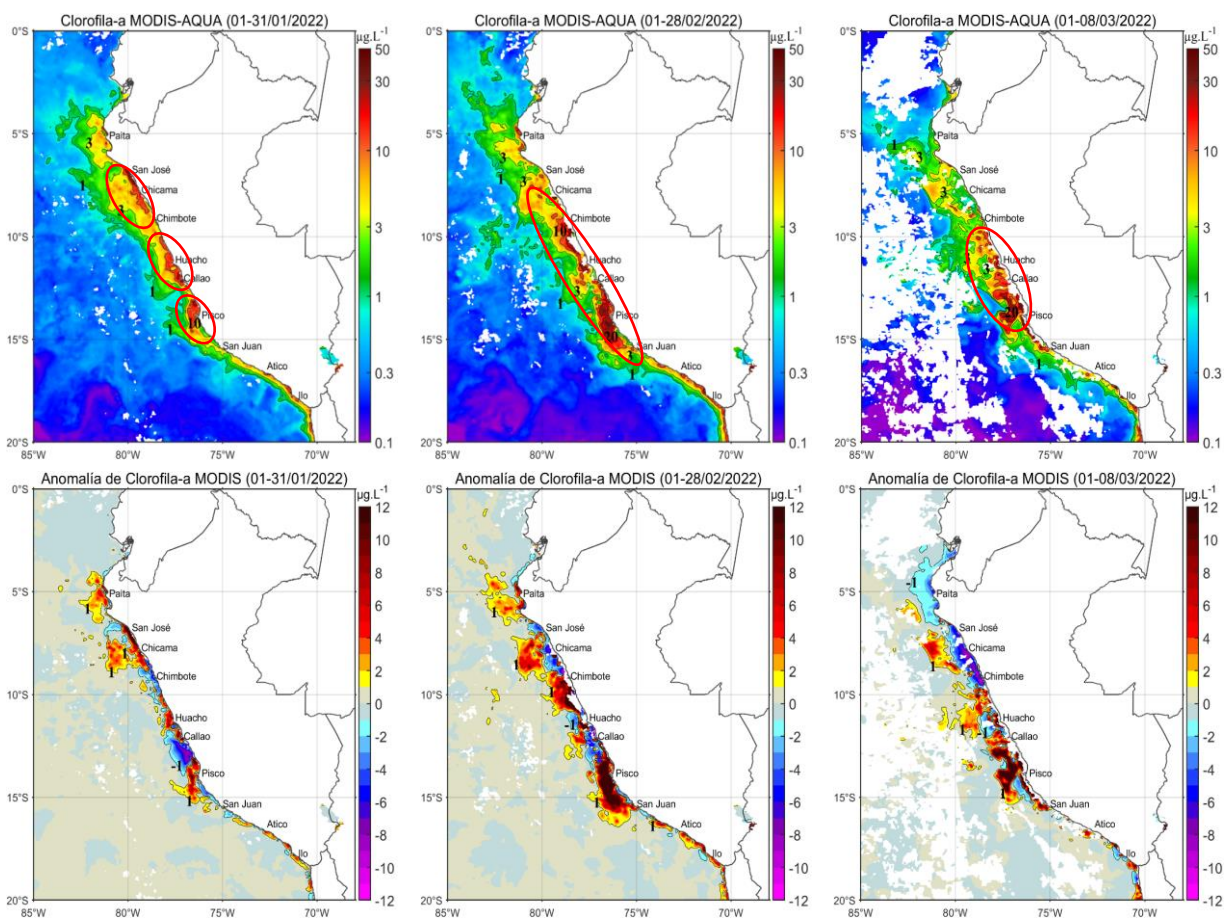


Figura 16. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital (panel superior) y su anomalía (panel inferior) durante enero 2021, febrero y lo que va de marzo de 2022 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA ($\mu\text{g L}^{-1}$). Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, la flota industrial de cerco dirigida a la pesca de la anchoveta en el stock Sur, se distribuyó desde Atico hasta Morro Sama dentro de las primeras 10 millas náuticas frente a la costa, ambas asociadas a anomalías de TSM de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y presencia de ACF. La estructura de tallas de la anchoveta fluctuó entre 8,0 y 16,5 cm de longitud total (LT), con una moda de 13,5 cm LT y una presencia de juveniles de 27,8 % en número y 21,06 % en peso (Figura 17).

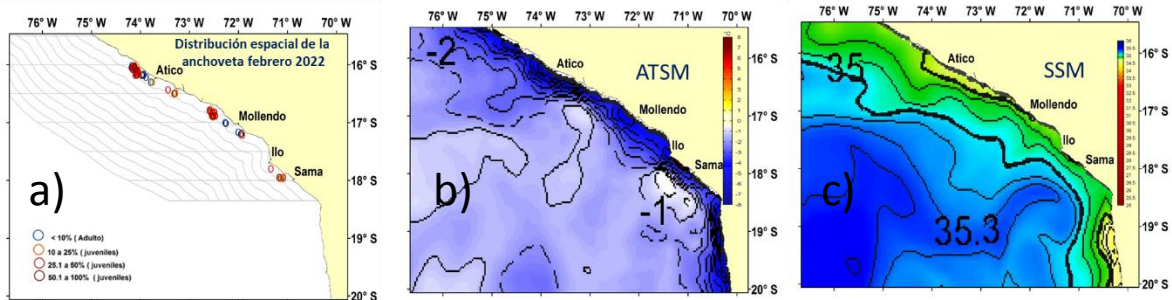


Figura 17. a) Distribución de la anchoveta con relación a las variables oceanográficas de b) ATSM y c) SSM durante febrero 2022.

En cuanto a las especies transzonales como jurel, bonito y caballa, estas continúan disponibles, manteniendo sus mismas zonas de pesca y un posiblemente incremento debido a la influencia de las aguas de mezcla aguas costeras frías (ACF) y aguas subtropicales superficiales (ASS) (Figura 18).

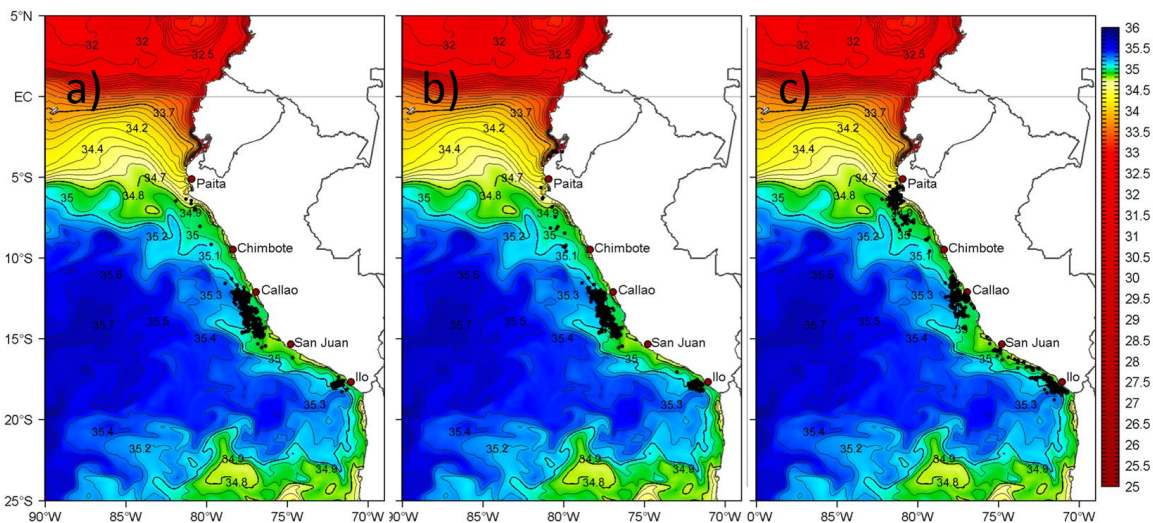


Figura 18. Distribución las especies transzonales a) jurel, b) bonito y c) caballa con relación a la variable oceanográfica SSM durante febrero 2022.

La merluza se distribuyó entre Puerto Pizarro y Punta La Negra. (Figura 19). El calamar gigante se distribuyó entre Punta Sal y Atico, y se observaron las mayores concentraciones frente a Malabrigo al sur de Punta La Negra (Figura 20).

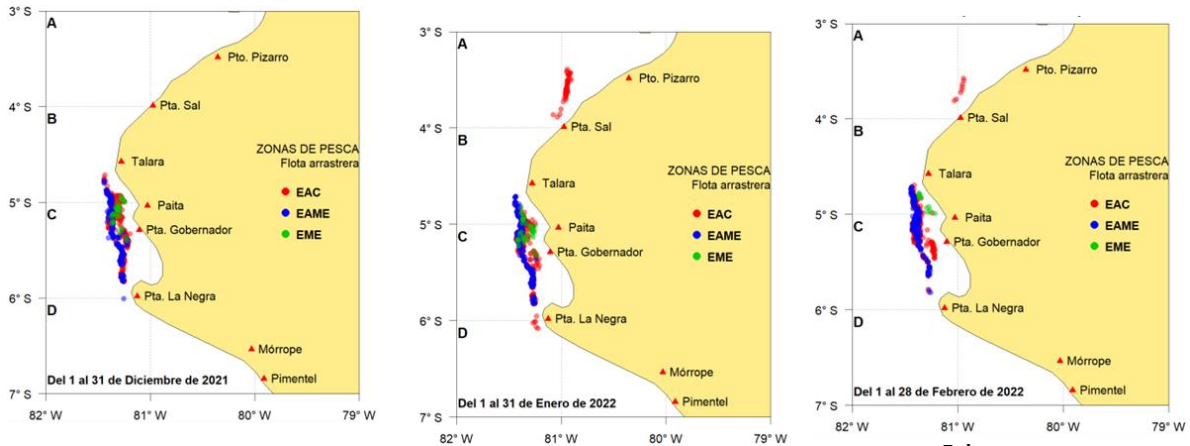


Figura 19. Distribución mensual de merluza, a) diciembre 2021, b) enero y c) febrero de 2022.

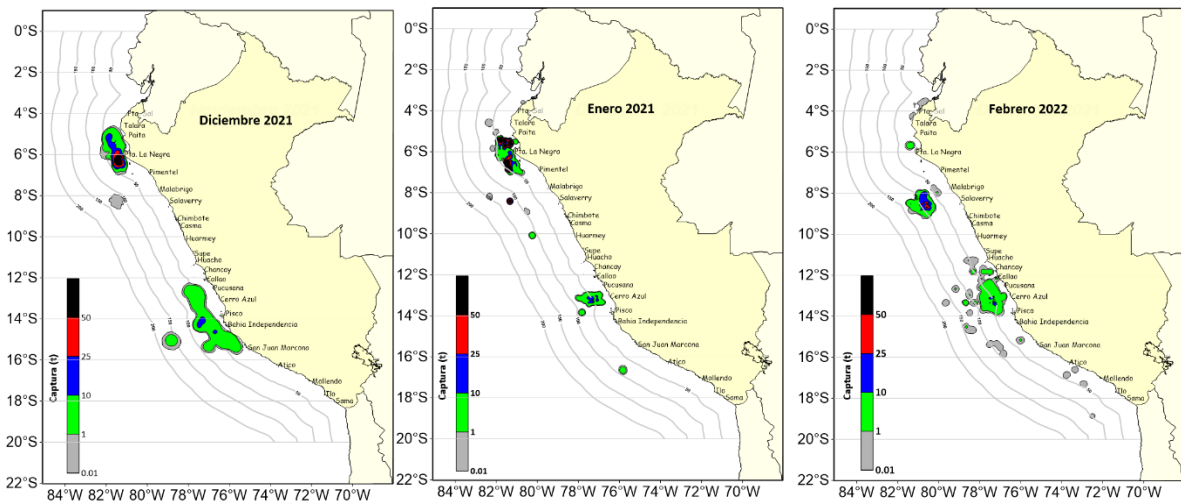


Figura 20. Distribución mensual del calamar gigante o pota durante diciembre 2021 (a), enero (b) y febrero de 2022 (c).

3.4. Condiciones hidrológicas

En el mes de febrero y los primeros nueve días de marzo, en los ríos de la costa norte y la región del Altiplano los caudales estuvieron, de forma significativa, sobre sus valores normales. El comportamiento de los ríos de la costa centro y sur fluctuaron durante todo el mes, predominando condiciones por debajo de lo normal a dentro de lo normal. (Tabla 3).

Tabla 3: Caudales de los principales ríos del país febrero 2022 – marzo 2022

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)								Promedio (m3/s)	Anomalía (%)
		Febrero				Marzo					
Pacífico Norte	Tumbes	178.0	164.0	244.5	210.9	157.7	160.4	487.6	550.5	48.3	37.6
	Chira	55.8	68.0	166.7	99.3	72.2	119.7	354.9	507.0	180.4	75.7
	Motupe	1.0	1.1	1.8	1.3	1.2	2.2	2.5	2.2	1.7	16.0
	La Leche	1.1	3.2	13.6	4.6	4.6	10.0	22.5	16.4	9.5	21.5
	Chancay Lambayeque	24.3	53.0	93.5	73.6	56.6	138.7	241.3	114.9	99.5	126.5
	Zaña	4.7	7.5	10.0	11.5	9.4	18.3	30.6	20.1	14.0	88.2
	Jequetepeque	20.6	35.9	67.0	87.7	50.1	102.9	136.5	95.0	74.5	42.4
	Chicama	18.1	24.3	62.4	68.2	41.7	68.4	66.4	S/D	49.9	7.7
	Santa	117.0	210.5	318.4	292.3	214.2	319.1	373.7	413.4	282.3	14.8
Pacífico Centro	Pativilca	39.4	84.4	77.3	61.0	71.8	91.7	91.9	S/D	73.9	3.1
	Chillón	4.8	7.8	15.6	12.4	9.3	15.5	14.7	18.0	12.3	21.6
	Rímac	29.8	32.6	52.2	46.5	42.3	58.4	53.9	52.9	46.1	-13.2
	Lurín	5.7	7.2	9.4	7.8	7.2	7.6	21.4	20.0	10.8	-18.5
	Mala	28.4	29.0	52.6	59.0	46.0	48.0	57.0	59.3	47.4	22.8
	Cañete	72.8	93.8	93.0	106.4	97.5	109.0	136.3	119.3	103.5	-10.2
	Pisco	35.1	34.5	28.5	46.0	56.1	51.0	82.4	100.7	54.3	-18.3
Pacífico Sur	Ocoña	131.5	111.9	94.0	247.5	220.6	402.7	440.4	307.3	244.5	15.3
	Camana	120.3	79.4	61.9	151.8	111.3	161.2	158.0	155.0	124.9	-29.5
	Tambo	103.7	71.9	42.3	90.2	73.9	102.2	105.5	111.4	87.6	14.8
	Locumba	2.5	2.5	2.5	2.5	3.9	10.5	S/D	S/D	4.1	27.3
	Sama	2.2	1.3	0.8	2.7	3.9	10.5	S/D	S/D	3.6	-11.7
	Caplina	0.8	0.6	0.6	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.6	-22.1
Titicaca	Huancane	116.5	79.0	85.7	56.6	40.1	44.6	40.3	23.4	60.8	36.3
	Ramis	469.5	436.6	424.7	385.2	285.9	333.5	289.1	226.0	356.3	78.0
	Coata	421.4	182.5	134.7	132.2	112.4	140.5	107.5	78.9	163.8	58.0
	Ilave	229.6	106.0	82.0	144.0	167.6	188.7	176.5	156.8	156.4	107.5

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

Por otro lado, todos los reservorios del país aumentaron sus volúmenes de agua almacenada. Los embalses de Condorama, Pañe, Pillones, El Fraile, Pasto Grande y Jarumas en la costa sur, y Cuchoquesera de la vertiente de Atlántico en Ayacucho llegaron al 100 % de sus capacidades. En Promedio, las reservas de agua almacenada a nivel nacional se encuentran actualmente, sobre 84 % del total (Tabla 4).

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

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	10-Mar	Piura	445.5	353.4	79.3
Costa - Norte	San Lorenzo	9-Mar	Piura	195.6	124.1	63.5
Costa - Norte	Tinajones	10-Mar	Lambayeque	331.6	288.2	86.9
Costa - Norte	Gallito Ciego	10-Mar	La Libertad	366.6	343.4	93.7
Costa - Centro	Viconga	5-Mar	Lima	30.0	13.2	44.1
Costa - Centro	Choclococha	10-Mar	Ica	131.1	100.1	76.4
Costa - Centro	Ccaracochoa	10-Mar	Ica	40.0	26.7	66.8
Costa - Sur	Condorama	10-Mar	Arequipa	259.0	259.0	100.0
Costa - Sur	El Pañe	10-Mar	Arequipa	99.6	99.6	100.0
Costa - Sur	Dique Los Españoles	10-Mar	Arequipa	9.1	7.6	84.0
Costa - Sur	Pillones	10-Mar	Arequipa	78.5	78.5	100.0
Costa - Sur	El Frayle	10-Mar	Arequipa	127.2	127.2	100.0
Costa - Sur	Aguada Blanca	10-Mar	Arequipa	30.4	22.5	73.9
Costa - Sur	Chalhuanca	10-Mar	Arequipa	25.0	18.9	75.4
Costa - Sur	Bamputañe	10-Mar	Arequipa	40.0	35.2	88.0
Costa - Sur	Pasto Grande	10-Mar	Moquegua	200.0	200.0	100.0
Costa - Sur	Paucarani	10-Mar	Tacna	10.5	7.2	68.3
Costa - Sur	Laguna Aricota	10-Mar	Tacna	280.0	204.5	73.0
Costa - Sur	Jarumas	10-Mar	Tacna	13.0	13.1	100.0
Sierra - Centro	Cuchoquesera	10-Mar	Ayacucho	80.0	80.0	100.0
Sierra - Centro	Lago Junin	10-Mar	Junin	441.0	294.8	66.8
Sierra - Sur	Lagunillas	10-Mar	Puno	585.1	506.0	86.5
Sierra - Sur	Sibinacocha	10-Mar	Cusco	110.0	106.0	96.4
Situación Nacional				3,928.9	3,309.3	84.2

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos. Elaboración: ANA

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En la costa norte (Piura y Tumbes), las temperaturas máximas cálidas y mínimas con tendencia a normalizar promovieron la aparición de brotes foliares del mango; mientras que, en Lambayeque (Olmos, Motupe y Jayanca), las temperaturas máximas normales y mínimas entre normales a frías favorecieron la culminación de la cosecha para exportación. Asimismo, en las zonas arroceras del Valle Chancay-Lambayeque, cercanas al litoral, las temperaturas diurnas y nocturnas inferiores a sus normales retrasaron el desarrollo vegetativo del cultivo. Finalmente, en la costa sur (Tacna), las temperaturas máximas y mínimas frías continuaron favoreciendo la fase final de fructificación del olivo (Figura 21).

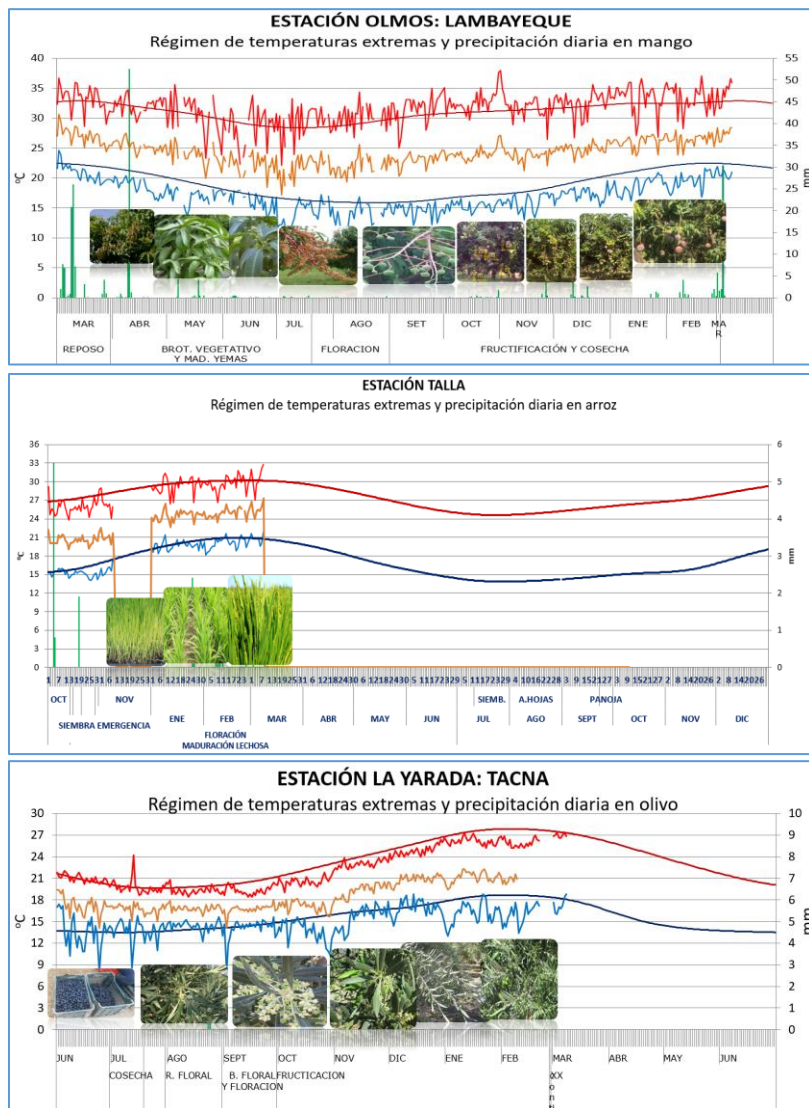


Figura 21. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campaña agrícola 2021/2022. Fuente: SENAMHI.

IV. PERSPECTIVAS

Los modelos numéricos de los centros internacionales continúan mostrando el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) y prevén su extensión por lo menos hasta octubre de 2022, alcanzando su máxima intensidad en abril (Tabla 5). Con respecto a la región Niño 1+2, según los modelos numéricos, predominarían las condiciones neutras hasta octubre, aunque con ligeras anomalías térmicas negativas (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	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON
CFS2		-1,06	-1,27	-1,43	-1,45	-1,39	-1,31	-1,26	-1,19
CanCM4i		-1,02	-1,05	-0,88	-0,66	-0,41	-0,30	-0,34	-0,48
GEM5_NEMO		-0,99	-1,02	-0,88	-0,71	-0,51	-0,42	-0,42	-0,42
NASA		-1,22	-1,63	-1,87	-1,93	-1,73	-1,6	-1,69	-1,85
GFDL_SPEARE		-0,77	-0,66	-0,45	-0,2	0,02	0,06	-0,04	-0,15
NCAR_CCSM4		-0,96	-0,99	-0,95	-0,93	-0,95	-0,98	-1,02	-1,07
NMME		-1	-1,1	-1,08	-0,98	-0,83	-0,76	-0,8	-0,86
ICENtmp	-0,97								

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	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON
CFS2		-0,93	-0,91	-1,14	-1,28	-1,13	-1	-0,88	-0,8
CanCM4i		-0,94	-0,71	-0,78	-0,82	-0,77	-0,66	-0,52	-0,41
GEM5_NEMO		-0,75	-0,26	-0,19	-0,22	-0,34	-0,35	-0,37	-0,39
NASA		-1,53	-2,01	-2,74	-2,95	-2,6	-1,89	-1,27	-0,98
GFDL_SPEARE		-0,32	0,3	0,38	0,14	-0,06	-0,15	-0,15	-0,12
NCAR_CCSM4		-1,24	-1,04	-0,95	-0,91	-0,93	-0,98	-1,03	-1,08
NMME		-0,95	-0,77	-0,9	-1,01	-0,97	-0,84	-0,7	-0,63
ICENtmp	-1,1								

Para la región Niño 3.4, los patrones atmosféricos en desarrollo y proyectados por los modelos numéricos internacionales continúan mostrando una configuración típica de un evento La Niña en el Pacífico central, por lo menos hasta mayo de 2022. Entre estos patrones se encuentran la persistencia de anomalías de vientos del este en niveles bajos de la atmósfera en el Pacífico occidental central, así como los vientos del oeste en niveles altos sobre el Pacífico central y oriental tropical.

Según los datos observados in situ, se espera que la influencia de la onda Kelvin cálida se mantenga hasta la tercera semana de marzo frente a la costa peruana. Luego, según los pronósticos del modelo de ondas, se espera el arribo de un nuevo paquete de ondas Kelvin frías cuya influencia se extendería hasta inicios de mayo. Esto podría contribuir a la disminución del nivel del mar y de la TSM, por debajo del patrón normal (Figuras 22 y 23).

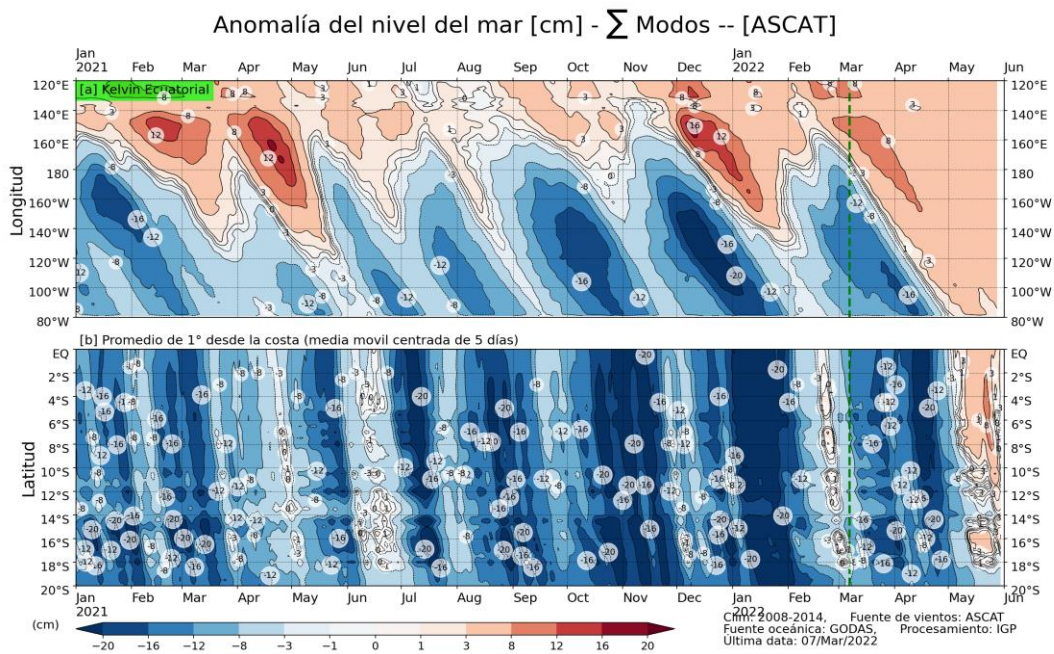


Figura 22: Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada ASCAT. Fuente: IGP.

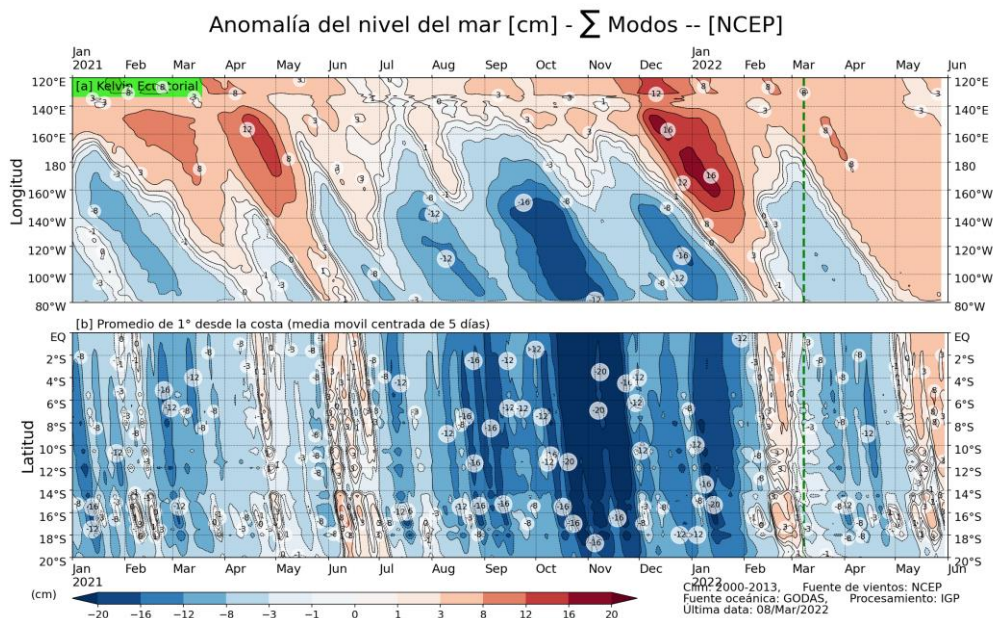


Figura 23: Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada NCEP. Fuente: IGP.

En base a lo expuesto, considerando el análisis de los datos observados, de los resultados de los modelos de pronóstico y el juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, se estima que para el Pacífico central continúe la presencia de La Niña con una intensidad débil por lo menos hasta julio de 2022 (Tabla 7 y Figura 24).

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

Pacífico central	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	40	35	32	24	17
Fría débil	55	60	62	65	63
Neutro	5	5	6	11	20
Cálida débil	0	0	0	0	0
Cálida moderado	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

Por otro lado, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras (entre 50 % y 64 %) desde marzo hasta julio (Tabla 8 y Figura 24). Cabe resaltar que para marzo, la condición cálida débil alcanzaría una probabilidad de 30%, debido a las anomalías del viento del oeste en el extremo del pacifico oriental y a la persistencia de la influencia de la onda Kelvin cálida en la región hasta la primera quincena del mes.

Tabla 5: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región 1+2 frente a la costa de Perú) entre marzo y julio de 2022.

Pacífico oriental	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)	Julio (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0	0
Fría débil	20	25	20	22	20
Neutro	50	55	58	58	64
Cálida débil	30	20	22	20	16
Cálida moderado	0	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0	0

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

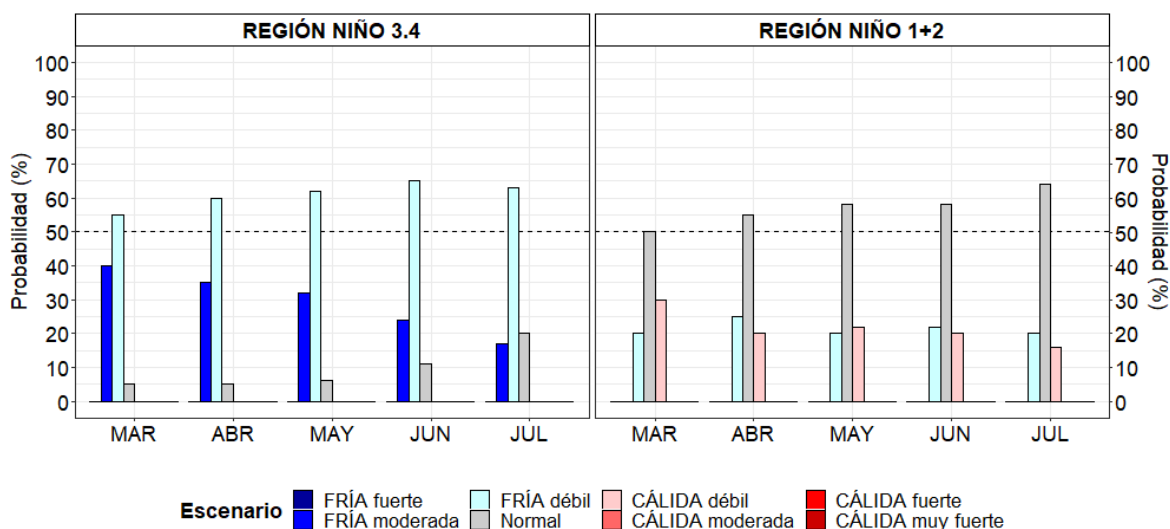


Figura 24. Probabilidades estimadas mensuales de las condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, derecha) y en el Pacífico extremo oriental (región Niño 1+2, frente a la costa del Perú, izquierda) entre marzo y julio de 2022.

El pronóstico climático para el trimestre marzo - mayo de 2022⁴ indica condiciones de lluvia bajo lo normal en la costa norte y sierra norte occidental, sin descartar eventos localizados de lluvias de corta duración, especialmente en marzo, mes en el que climáticamente se suelen presentar los mayores acumulados de precipitación en el tercio norte del país. Para el resto del territorio se esperan condiciones normales.

Desde el punto de vista biológico se prevé que los cardúmenes de anchoveta se mantengan en zonas cercanas a la costa y que los recursos transzonales como jurel, bonito y caballa continúen disponibles como resultado de la estacionalidad, y en la medida que las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) sigan proyectadas hacia la costa.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN cambia el estado del Sistema de alerta ante La Niña costera a “No Activo”, debido a que es más probable que la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, presente valores dentro del rango neutral desde marzo hasta, por lo menos, inicios de invierno.

Por otro lado, se espera que continúe la presencia del evento La Niña de magnitud débil en el Pacífico central hasta inicios de invierno de 2022.

Se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo en el contexto de La Niña en el Pacífico central, considerando su influencia en las precipitaciones en lo que queda del verano; además de considerar la probable ocurrencia de lluvias localizadas de moderada a fuerte intensidad y de corta duración en la costa norte y sierra nor-occidental asociadas al calentamiento del mar frente a esta región durante marzo.

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 14 de abril de 2022.

⁴ Perspectivas climáticas para el periodo marzo - mayo 2022
<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-20.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.
- 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	MERCATOR Ocean
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																						
Radiación de Onda Larga										X											IGP	http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif
Presión Atmosférica												X									SENAMHI	
Vientos												X	X						X		IGP/IMARPE	
Temperatura del Aire	X		X																		SENAMHI	
Precipitación	X										X										SENAMHI	
Precipitación estimada																X					SENAMHI/IGP	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																						
Temperatura del Mar	X	X	X	X	X							X			X						DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, 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 verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Periodo climatológico: 1981-2010.
Corrientes Marinas	X																				IMARPE	*Disponible desde los 60s, Frecuencia mensual.
Oxígeno y Nutrientes	X	X	X																		IMARPE	*Cruceros disponibles desde los 60s, otras observaciones disponibles desde 2015, Periodo climatológico: 1981-2010.
Clorofila																			X		IMARPE	* Promedio mensual y pentadal corresponden a MODIS y SeaWiFS+MODIS corregido, respectivamente, *Cobertura nubosa de MODIS,
VARIABLES BIOLOGICO-PESQUERAS																						
Desembarques pesqueros									X												IMARPE	*Disponible desde 1959 con frecuencia diaria y mensual,
Distribución espacial de recursos				X	X																IMARPE	*El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana,
Biometría e indicadores				X	X																IMARPE	*Información par anchoveta disponible desde 1959 con frecuencia variable (diaria, mensual, semestral),
VARIABLES DE RECURSOS HIDRICOS Y AGROMETEOROLÓGICAS																						
Caudal de ríos			X																		ANA	
Reservorios y embalses			X																		ANA	
Desarrollo de cultivos										X											SENAMHI	