

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

AÑO 10 N° 14

13 NOVIEMBRE DE 2024

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

Producto: Estudios para la estimación del riesgo de desastres

Modelo Operacional: Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño

Autor: Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN)

Conformación de la Comisión Multisectorial

Presidente:

Calm. (r) Jorge Manuel Paz Acosta
Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

Vice-Presidente:

Ing. Gabriela Teófila Rosas Benancio
Presidenta Ejecutiva, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Calm. Carlos Grover GUERRERO Malpartida
Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DIHIDRONAV)

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache
Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

General Brigada Juan Carlos Urcariegui Reyes
Jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Ing. José Genaro Musayón Ayala
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General Rolando Gustavo Capucho Cárdenas
Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

COORDINACIÓN: Dimitri Gutiérrez (IMARPE)

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

SENAMHI: Grinia Ávalos, Katherine Calixto, Yury Escajadillo, Nelson Quispe, Lourdes Menis, Glicerio Canchari

DIHIDRONAV: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Renzo Adrianzen, Alfredo Alvarado.

IGP: Kobi Mosquera y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Fonseca, Lucio Vergara y Manuel Collas

INDECI: Jackie Rojas

CENEPRED: Ena Jaimes y Neil Alata

Año:10

Redacción del informe: Grupo de Trabajo Científico-Técnico de la Comisión Multisectorial del ENFEN

Edición y Producción: Ing. Luis Pizarro Pereyra (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), 2024.

Informe Técnico ENFEN. Año 10, N° 14, 13 noviembre de 2024, 82 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles en <http://enfen.imarpe.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: 18 de noviembre de 2024



**Diagnóstico Climático y
Previsión de El
Niño-Oscilación del Sur
en el Perú al 13 de
noviembre 2024**

Índice

<u>I.</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	6
<u>II.</u>	<u>MÉTODOS</u>	6
2.1.	<u>Variables</u>	6
	<u>Temperatura Superficial del Mar (TSM)</u>	7
2.2.	<u>Índices</u>	7
	<u>Índice Costero El Niño (ICEN)</u>	7
	<u>Índice Oceánico El Niño (ONI por sus siglas en inglés)</u>	8
	<u>Índices reproductivos de anchoveta</u>	8
2.3.	<u>Modelos y Pronósticos</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)</u>	8
	<u>Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia</u>	8
	<u>Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)</u>	9
	<u>Modelos Climáticos de Agencias Internacionales</u>	9
	<u>Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto</u>	9
<u>III.</u>	<u>CONDICIONES OBSERVADAS AL 13 DE NOVIEMBRE DE 2024</u>	10
3.1.	<u>Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical</u>	10
3.2.	<u>Condiciones oceánicas y atmosféricas locales</u>	18
3.3.	<u>Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras</u>	32
3.4.	<u>Condiciones hidrológicas</u>	42
3.5.	<u>Condiciones agrometeorológicas</u>	44
<u>IV.</u>	<u>PERSPECTIVAS</u>	50
<u>V.</u>	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	58
<u>VI.</u>	<u>TABLAS Y FIGURAS</u>	XX
<u>VI.</u>	<u>REFERENCIAS</u>	59
<u>VII.</u>	<u>ANEXO</u>	62

I. INTRODUCCIÓN

Existen registros que El Niño-Oscilación Sur (ENOS) en su fase cálida y fría, El Niño y La Niña respectivamente, tienen distintos efectos en el sistema tierra, con más repercusión e intensidad en determinadas zonas del mundo (tele conexiones). En el caso de Perú, en El Niño y también en el contexto de El Niño costero, las condiciones cálidas sobre el Pacífico oriental, particularmente frente a la costa norte de Perú durante el verano austral, generan lluvias intensas, causando impactos en los sectores socioeconómicos.

En tal contexto, la Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) mantiene el monitoreo constante y las predicciones del desarrollo de El Niño y La Niña en el Pacífico ecuatorial y sudoriental, haciendo énfasis frente a la costa de Perú. Asimismo, realiza 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

Variables

Las principales variables utilizadas en este informe están clasificadas en: atmosféricas, oceanográficas, hidrológicas y biológicas-pesqueras. En el Anexo 1 se detallan las variables monitoreadas y presentadas en este informe, por el grupo de trabajo científico-técnico de la Comisión Multisectorial del ENFEN, indicando la fuente de la información (*in situ*, satelital, re-análisis, modelos), la institución responsable del procesamiento de los datos, así como precisiones u observaciones respecto a la metodología.

Temperatura Superficial del Mar (TSM)

Para el océano global, el producto de TSM del *Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis* (OSTIA) proporciona mapas diarios con resolución horizontal de $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ ($1/20^\circ$), utilizando datos *in situ* y satelitales de radiómetros infrarrojos y microondas. Las anomalías de TSM se calculan en base a la climatología de Pathfinder, a una resolución horizontal de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ ($1/4^\circ$).

Como parte del procedimiento de análisis, se realiza una estimación del sesgo en cada uno de los sensores de satélite contribuyentes. Esto se realiza calculando emparejamientos entre cada sensor de satélite y un conjunto de datos de referencia (actualmente compuesto por los datos *in situ* y un subconjunto de los datos de satélite MetOp AVHRR). Estas diferencias se introducen luego en un procedimiento de Interpolación óptima para producir campos de polarización 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 más información: <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.ersst.v5.html>

En el presente informe se toma en cuenta la TSM del producto ERSSTv5, OSTIA a $1/20^\circ$, así como las anomalías de la TSM a $1/4^\circ$.

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 (Helrich, 1990), el cual es expresado en porcentaje con información desde 2002.

Modelos y Pronósticos

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)

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

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia

El modelo se utiliza para representar la propagación de la onda Kelvin ecuatorial (OKE) en 3 modos baroclínicos, forzado con anomalías de vientos del re-análisis NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004), Dewitte et al. (2002) y Quispe et al. (2017).

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

Modelo Oceánico Multimodal (MOMM)

Este modelo, al igual que los anteriores, se utiliza para simular principalmente el desarrollo de las ondas Kelvin en el Pacífico ecuatorial y frente a la costa peruana. Para esto, siguiendo la metodología de Dewitte et al. (1999) se obtienen los coeficientes de proyección y velocidades características de cada modo baroclínico del *reanalysis* de SODA (Carton & Giese, 2008) y GODAS (Behringer & Xue, 2003). El MOMM es forzado con: 1) vientos del *reanalysis* atmosférico de NCEP-CDAS (Kalnay et al., 1996) y 2) vientos del *scatterometer* ASCAT (Bentamy et al., 2008). Para más detalles del modelo se puede ver Urbina & Mosquera Vásquez (2020).

Modelo de inteligencia artificial para el pronóstico de El Niño en el Pacífico oriental fuerte (IGP-UHM AI model v1.0)

El modelo IGP-UHM AI (Rivera et al., 2023) es una Red Neuronal Convolutiva (CNN, por sus siglas en inglés) cuya arquitectura tiene un diseño interno similar al de la CNN para la predicción del índice Niño 3.4 (Ham et al., 2019; Ham et al., 2021). La información de entrada está compuesta de 4 campos de anomalía (temperatura superficial del mar, nivel medio del mar, velocidad zonal y meridional a 10 metros de altura) por tres meses consecutivos que se sabe que son precursores de eventos de El Niño. Estas variables se transforman para tener varianzas unitarias, de modo que el núcleo de convolución pueda entrenarse ignorando las escalas de datos.

La salida del modelo consiste en la predicción del índice E y C con un horizonte temporal de 12 meses, así como el mes de entrada en términos de armónicos (seno, coseno), lo que obliga al modelo a aprender la estacionalidad. Por último, el modelo también emite una clasificación para determinar si las condiciones iniciales de entrada pueden contribuir a la ocurrencia de un evento de El Niño fuerte en el Pacífico oriental en enero del siguiente año.

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 de C3S multi-sistemas

La metodología para los gráficos combinados de sistemas múltiples se basa en dos aspectos: las anomalías medias del ensamble y las probabilidades. Las anomalías medias se calculan y ajustan con respecto a la climatología de cada modelo, re-escalándose para igualar la varianza entre los modelos según un período de referencia común. Las probabilidades se calculan comparando la densidad de probabilidad del pronóstico con la del clima del modelo. Desde noviembre de 2018, el período de referencia común para todos los modelos es 1993-2016, y cada centro participante en el sistema multi-modelo C3S contribuye con igual peso, garantizando una representación equilibrada en los pronósticos https://climate.copernicus.eu/charts/packages/c3s_seasonal/.

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 AL 13 DE NOVIEMBRE DE 2024

3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

En octubre y en lo que va de noviembre, en gran parte del Pacífico tropical predominaron anomalías de Temperatura Superficial del Mar (TSM) cercanas de cero, en tanto que, en el Pacífico ecuatorial se presentaron ligeras anomalías negativas al este de los 160°W (Figura 1). En el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) la anomalía promedio de la TSM (ERSST v5) en octubre fue -0,29 °C. En la región Niño 1+2, frente a Ecuador y a la costa norte del Perú, la anomalía de octubre fue -0,35 °C, menor en magnitud a la registrada en setiembre (Tabla 1). En la primera semana de noviembre, la anomalía negativa de la TSM en la región 3.4 se mantuvo en el mismo rango de las semanas anteriores, mientras que, en la región Niño 1+2, tendió a debilitarse (OI SST, tabla 2).

Los valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de setiembre y del ICEN temporal (ICEN-tmp) de octubre de 2024 se encuentran dentro de las condiciones neutras. De la misma forma, los valores del ONI de setiembre y el ONI temporal (ONItmp) de octubre corresponden a condiciones neutras (Tabla 3).

Según la información de altimetría satelital a lo largo de la franja ecuatorial, se siguen observando ondas de Kelvin frías débiles en el Pacífico central que estarían perdiendo energía conforme se aproximan a la costa americana. En lo que respecta a las ondas de Kelvin cálidas, estas se localizan tanto en el Pacífico occidental como en el Pacífico oriental. En relación a las ondas de Rossby, se detecta una onda cálida en la zona oriental y otra en la zona occidental, de mayor intensidad, así como una onda fría en el Pacífico central, pero débil. Según la información de los flotadores ARGO, la profundidad anómala de la termoclina muestra la presencia de un paquete de ondas de Kelvin frías en el Pacífico central-oriental (entre 150°W y 90°W) y otro, de ondas de Kelvin cálidas, en el Pacífico occidental. Respecto a las anomalías del esfuerzo del viento, en los primeros doce días de noviembre predominaron anomalías del oeste en el Pacífico central y oriental (160° E - 80° W), las cuales habrían debilitado la intensidad de las ondas de Kelvin frías (Figuras 2 a 4).

Desde octubre, se registraron anomalías positivas de presión en el Océano Índico y Oceanía, con valores de hasta +3 hPa, lo que favoreció una fuerte subsidencia en la región (60°E – 150°E, Figura 5 b), mientras que en el Pacífico central y oriental la presión al nivel del mar estuvo en el rango normal a debajo de lo normal. Asimismo, en lo que va de noviembre, en Sudamérica, también predominó la subsidencia en la vertiente noroccidental, lo que generó condiciones secas, principalmente en la costa y sierra norte occidental de Perú, donde se observaron anomalías negativas de precipitación de hasta -60 % a 100 % (Figuras 5 y 11 b).

En conjunto, estas condiciones atmosféricas continúan sin configurar el patrón de La Niña en el trópico, caracterizado por un gradiente de presión mayor a lo normal entre el Pacífico oriental y el Pacífico occidental, así como por una convección fortalecida en el Pacífico occidental y subsidencia en el Pacífico oriental y Sudamérica.

Respecto a los vientos, en niveles bajos (850 hPa), en el Pacífico central se observan anomalías de vientos del oeste ($160^{\circ}\text{E} - 150^{\circ}\text{W}$ y $10^{\circ}\text{N} - 10^{\circ}\text{S}$) desde la última semana de octubre. Además, en la costa norte de Chile y sur del Perú se observaron vientos intensificados, asociados al incremento de las anomalías de la presión costera (Figuras 5 y 8 b). Por otro lado, en niveles altos (200 hPa), en lo que va de noviembre, se presentaron anomalías de vientos del este y noreste, entre $60^{\circ}\text{W} - 30^{\circ}\text{W}$ y $0^{\circ} - 10^{\circ}\text{N}$, que evidenciaron la intensificación de los vientos hacia la vertiente oriental de Sudamérica, sin embargo, estos no alcanzaron la vertiente nororiental del Perú. Por ende, se presentaron comportamientos variables de precipitación en Loreto, mientras que, San Martín tuvo superávits de lluvias (Figuras 5 y 11 b).

En la franja ecuatorial, en cuanto a la circulación a 1000 hPa, en promedio, en octubre, se observó una predominancia de anomalías de vientos del este ($140^{\circ}\text{W} - 120^{\circ}\text{E}$, aproximadamente de -1 a -4 m s^{-1}). Estas anomalías favorecieron la ocurrencia de anomalías negativas de TSM en el Pacífico Central. Sin embargo, desde fines de octubre se presentaron anomalías de vientos del oeste de ligera intensidad ($120^{\circ}\text{W} - 120^{\circ}\text{E}$, aproximadamente de -1 a -2 m s^{-1}) incrementando las anomalías de TSM. Desde la línea de pronóstico hasta el 3 de diciembre, se prevé que predominen anomalías de vientos del este confinadas hacia el Pacífico occidental y parte del Pacífico Central ($120^{\circ}\text{E} - 180^{\circ}$) en tanto las anomalías de viento del oeste sobre la región central y oriental continuarían por algunos días (Figura 6 a). En el nivel de 850 hPa, desde la línea de pronóstico también se espera un predominio de anomalías de vientos del este, abarcando una mayor área, principalmente entre $120^{\circ}\text{E} - 120^{\circ}\text{W}$, y anomalías del oeste hacia la región centro-oriental (Figura 6 b).

Respecto a la velocidad potencial, durante octubre predominó la fase convergente favoreciendo la subsidencia y limitando el desarrollo vertical de nubes y las lluvias, lo que se reflejó principalmente en la costa y sierra norte con anomalías de hasta -60% a -100% (Figuras 6 c y 11 a). En los primeros días de noviembre, la fase divergente en altura (200 hPa) se propagó desde el Índico y Oceanía hacia la zona norte de Sudamérica, y específicamente la zona norte de Perú; sin embargo, esta propagación fue de magnitud leve, reflejada en los valores de divergencia cercanos a cero, lo que no favoreció a acumulados importantes de lluvias en la región norte en noviembre, a excepción del departamento de San Martín (Figuras 6 c y 11 b).

Desde la línea de pronóstico, hasta el 3 de diciembre, se esperan valores de anomalías de velocidad potencial convergentes y divergentes cercanos a sus valores climatológicos, lo que no favorecería excesos de lluvias en la región norte del Perú (Figura 6 c).

En el trimestre ASO 2024, el núcleo del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se encontró en promedio con una intensidad dentro del rango normal y con una ubicación al suroeste de su posición normal (Figura 7). Durante octubre, el APS presentó una configuración zonal, relegado al sureste de su posición climática habitual, con anomalías de +5 hPa en su núcleo y +3 hPa en la periferia, así como anomalías negativas en la posición media habitual de su núcleo (Figura 8 a). A lo largo del mes hubo episodios donde el APS se alejó de la costa (17 al 23 de octubre, 110°W – 30°S), para luego migrar hacia el sureste más cercano a costa (24 al 30 de octubre, 90°W – 40°S, Figura 9). Estas configuraciones generaron una variabilidad en la magnitud de los vientos alisios del sudeste, en donde del 19 al 23 de octubre se observó un debilitamiento de estos vientos, producto del alejamiento del APS, con una predominancia de anomalías de vientos del oeste frente a la costa sur y parte de la costa central, para luego, del 24 al 28 de octubre, debido al posterior acercamiento del APS, ocurrir un incremento en la magnitud de los alisios del sudeste, reflejados en las anomalías de vientos a 1000 hPa (Figuras 9 y 10).

En los primeros diecisiete días de noviembre, en promedio, el APS migró ligeramente al norte de su posición climática habitual con una configuración zonal (centrado en 95 W – 30 S) y con valores de presión en el núcleo dentro de su climatología (Figura 8 b). Durante ese período, el APS se acercó a la costa, ligeramente al norte de su posición climática, con un valor de 1024 hPa en el núcleo, lo que favoreció el fortalecimiento de los vientos alisios del sudeste evidenciados en las anomalías de vientos en 1000 hPa (Figuras 9 y 10).

De acuerdo al pronóstico del GFS, del 20 al 26 de noviembre el APS migrará hacia el oeste, entre los 30°S – 40°S y centrado en 120°W (Figura 9), en donde su posición alejada de la costa propiciará el debilitamiento de los vientos, especialmente frente a la costa norte (Figuras 9 y 10). Posteriormente, del 27 de noviembre al 3 de diciembre, el APS se ubicará al suroeste de su posición climática alrededor de los 40° S, centrada en 110°W, con una configuración zonal y una intensidad mayor a 1028 hPa en su núcleo (+4 hPa por encima de su valor climático normal) lo que, a pesar de su ubicación, debido al incremento del gradiente de presión con la costa, favorecerá una intensificación de los vientos alisios del sudeste (Figuras 9 y 10).

3.2. Condiciones oceánicas y atmosféricas locales

En la franja de 110 km adyacente a la costa, se registraron principalmente vientos moderados (de 4,1 a 6,8 m s⁻¹) a fuertes (> 6,8 m s⁻¹), los que alternaron entre sí hasta el 12 de noviembre, generando fluctuaciones en las anomalías de VV, entre positivas a negativas (Figura 12). El afloramiento costero, en el mes de octubre, se mantuvo debilitado frente a la costa central, registrándose pulsos entre Paita y Sechura, y entre Pisco y San Juan de Marcona. En lo que va de noviembre, se registró una disminución de la magnitud del índice de afloramiento costero, acorde a un debilitamiento de los vientos costeros. El índice del bombeo de Ekman tendió levemente a disminuir de octubre a lo que va de noviembre, aunque con fluctuaciones (Figura 13).

Entre el 1 y el 10 de noviembre, las temperaturas máximas disminuyeron en promedio 0,3 °C en comparación con octubre. Esta ligera reducción se debió a la presencia de cobertura nubosa. Las temperaturas mínimas también disminuyeron, influenciadas por la intensificación de los vientos alisios en los primeros días del mes y la normalización de la TSM respecto a octubre. En promedio, las temperaturas máximas en la costa norte mostraron una anomalía de -0,2 °C, mientras que en la costa central y sur alcanzaron +0,5 °C, manteniéndose dentro de su variabilidad climática normal ($\pm 1,0$ °C). Los mayores descensos en la costa norte se registraron en las estaciones meteorológicas de La Esperanza y Bernal, en Piura, con anomalías promedio de -1,2 °C y -2,0 °C, respectivamente (Figura 14). En cuanto a las temperaturas mínimas, en la costa norte, central y sur alcanzaron anomalías promedio de +0,2 °C, +0,9 °C y -0,1 °C, respectivamente, valores también considerados dentro de los rangos normales ($\pm 1,0$ °C). La mayor anomalía promedio se registró en la estación meteorológica Huarney (Ancash, costa centro), con +1,9 °C.

En el mar peruano, la TSM aumentó principalmente por fuera de las 50 mn de la costa norte y centro. Las anomalías negativas de la TSM frente a la costa norte disminuyeron hasta -1 °C; mientras que, frente a la costa centro y sur las anomalías positivas aumentaron, replegándose la isoterma de 17 °C y prevaleciendo la isoterma de 18 °C cerca de costa (Figura 15). Dentro de las primeras 100 mn frente de la costa norte, la TSM disminuyó en la segunda quincena de octubre, para luego aumentar a inicios de noviembre hasta valores cercanos a lo normal (Figura 16 a). A otra escala, en el litoral de Perú, la anomalía de TSM aumentó en la zona norte y centro del país, predominando anomalías positivas, principalmente en Talara, donde se registró hasta +3 °C; mientras que, se presentaron anomalías muy cercanas a cero en el litoral centro (Figura 16 b)

De acuerdo a la información *in situ*, la TSM dentro de las 140 mn frente a Pisco y Morro Sama varió entre 15 y 20 °C, mientras que su anomalía varió entre -1 °C y +2 °C. Las temperaturas más altas se encontraron frente a Ilo y Morro Sama, donde la isoterma de 20 °C se proyectó hasta las 50 mn de distancia de la costa, generando anomalías positivas de +2,0 °C en su núcleo. Por otro lado, las temperaturas más bajas se encontraron en zonas costeras, con isotermas de 17 °C extendiéndose desde Pisco hasta Chala, mientras que las anomalías negativas (-1 °C) se encontraron fuera de las 50 mn entre Bahía Independencia y Atico (Figura 17).

Las anomalías del nivel de mar (ANM) en la franja de 60 mn adyacente a la costa, durante octubre, mostraron un descenso generalizado, asociado al arribo de una onda Kelvin fría. En lo que va de noviembre, las ANM se incrementaron paulatinamente, alcanzando valores de +10 cm, posiblemente como consecuencia del arribo de la onda Kelvin cálida y al debilitamiento de los vientos costeros (Figura 18). En el litoral, la ANM registró valores negativos, después de haber salido de un escenario contrario del mes de septiembre. En lo que va de noviembre, nuevamente se registraron valores positivos, con mayores magnitudes en el litoral norte, lo que se relaciona con el paso de la onda Kelvin cálida (Figura 19).

El índice LABCOS (Quispe & Vásquez, 2015), basado en la media móvil de tres meses de las anomalías mensuales de TSM registradas en estaciones costeras ubicadas desde Paita hasta Ilo, mostró un valor temporal de +0,1 °C para el mes de octubre, dentro del rango de las condiciones neutras, mientras que, el índice ITCP (Quispe-Ccallauri et al., 2018), basado en las anomalías mensuales de TSM satelital para la banda de 40 km adyacente a la costa, presentó el valor temporal de -0,1 para octubre, correspondiendo también a condiciones neutras (Figura 20).

Respecto a la temperatura sub-superficial, durante el mes de octubre y primeros doce días de noviembre, entre Paita e Ilo y dentro de las 170 mn frente a la costa, sobre los 80 m de profundidad se detectaron núcleos entre -2 °C y +1 °C, aunque con un predominio de anomalías negativas; mientras que, entre los 100 y 500 m, las anomalías fueron débiles, variando entre -0,5 °C y +0,5 °C (Figuras 21 a, b y 22). La profundidad de la termoclina, a fines de octubre, presentó una posición por encima de su climatología dentro de las 100 mn, en promedio, frente a Paita; mientras que frente a Chicama se localizó alrededor de su posición climatológica, en promedio (Figura 23). De acuerdo con el modelo MERCATOR, hasta el 24 de noviembre, se observarían anomalías positivas de la TSM, por debajo de +0,5 °C, en la región Niño 1+2 (Figura 24). La ANM indica la atenuación de las anomalías positivas y el desarrollo de valores negativos dentro de los 110 km frente a la costa norte y centro, debido al arribo y propagación de una onda Kelvin fría frente a la costa norte y centro; mientras en la zona sur continuarían las anomalías positivas (Figura 25). La tasa de cambio de la anomalía de TSM con respecto al tiempo, presentaría una tendencia negativa en general, frente a la costa peruana (Figura 26).

Asimismo, el pronóstico al 24 de noviembre de TSM a 30 y 100 millas frente a la costa norte (Paita) indica que la temperatura en la columna de agua se mantendría, solo esperándose un calentamiento superficial en los próximos 10 días, principalmente a 30 mn (Figuras 27 a y b). Frente a la costa centro, a 30 mn de Chicama, también se espera un ligero calentamiento superficial, pero además una elevación de las isotermas por debajo de 50 m, lo que disparará el núcleo positivo de +1 °C en sub-superficie (Figura 27 c); mientras que, a 40 mn de Chimbote y Callao se espera una disminución de la temperatura sobre los 75 m de profundidad; además en sub-superficie la temperatura se mantendría en el Callao dentro de su normal (Figuras 27 d y e).

En cuanto a la salinidad superficial del mar (SSM), las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) se mantuvieron principalmente al norte de Talara, con excepción del 17 al 21 de octubre y en la segunda semana de noviembre; períodos donde estas aguas se desplazaron hacia el sur y alcanzaron la zona de Paita (Figura 28), generando también anomalías positivas de la TSM. La información *in situ* indica la intromisión de las Aguas Tropicales Superficiales (ATS) por fuera de las 50 mn del golfo de Guayaquil y sobre los 25 m de profundidad, hasta la tercera semana de octubre y durante los últimos días de noviembre (Figura 29), mientras que, frente a la costa norte de Perú, destacó la aproximación paulatina de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), generando mezcla con las aguas costeras frías (ACF) dentro de las 70 mn frente a Paita y sobre los 80 m a fines de octubre (Figura 21). Al sur de Paita y hasta Pisco, las ACF se habrían replegado a la costa, salvo un pequeño núcleo al norte de Callao, principalmente a partir de la última semana de octubre, permitiendo el acercamiento de las ASS (Figura 21a, b). Al sur de Pisco, durante octubre, la presencia de las ASS se observó por fuera de las 50 mn de Pisco y 20 mn de San Juan de Marcona, así como hasta las 80 mn de Atico y por fuera de las 40 mn de Ilo (Figura 17). Asimismo, el modelo MERCATOR, continuó indicando valores de baja salinidad entre Atico e Ilo, que señalarían la influencia de las Aguas Intermedias del Pacífico Sureste (AIPSE) (Figura 28).

El pronóstico de salinidad indica, la presencia de AES sobre los 50 m a 30 millas frente a la costa norte en el mar peruano (Figura 30a). Frente a Paita, se espera un acercamiento de las ACF hacia superficie (Figura 30b). Hasta el 24 de noviembre, dentro de los 110 Km frente a la costa, se espera un repliegue al oeste de las ASS entre Punta Falsa y Chimbote, así como entre Callao y San Juan de Marcona, aunque manteniendo una influencia en ambas franjas mayor a la habitual (Figura 30c).

Respecto al oxígeno disuelto (OD), a finales de octubre de 2024, en la sección de Paita, se observaron concentraciones típicas de celdas recientes de afloramiento, con valores inferiores a $4,0 \text{ mL L}^{-1}$ en la superficie del mar, dentro de las 50 millas náuticas (mn) de la costa. Además, se registró al límite superior de la Zona de Mínimo de Oxígeno (ZMO, $\text{OD} < 0,5 \text{ mL L}^{-1}$) por debajo de los 70 m de profundidad (Figura 21). Por otro lado, en la sección de Chicama, también a finales de octubre de 2024, se detectaron celdas de afloramiento reciente dentro de las 25 mn de la costa, con valores de OD inferiores a $4,0 \text{ mL L}^{-1}$ en la superficie del mar. En cuanto a la ZMO, el límite superior se extendió desde los 20 m hasta los 60 m de profundidad (Figura 21). La oxiclina (representada por la iso-oxígena de 1 mL L^{-1}) presentó una posición por encima de su climatología fuera de las 50 mn frente a Paita; mientras que en la sección Chicama se localizó alrededor de su posición climatológica (Figura 23).

3.3. Productividad marina y condiciones biológico-pesqueras

La clorofila-a, indicadora de la producción de fitoplancton, de acuerdo con la información satelital, presentó en promedio para octubre, concentraciones de alrededor de $1 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 60 mn a lo largo de la costa, con núcleos de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ frente a Paita, entre Chicama y Chimbote, al sur de Huacho, frente a Pisco y al sur de Atico. Esto significó un ligero aumento respecto a setiembre (Figuras 31 y 32). En lo que va de noviembre, las concentraciones variaron alrededor de $1 \mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 50 mn, con una menor presencia de núcleos de $3 \mu\text{g L}^{-1}$ respecto al mes anterior, los cuales se ubicaron frente a Paita, Pisco y al sur de Atico. Respecto a las anomalías, en octubre predominaron anomalías de $-1 \mu\text{g L}^{-1}$, a excepción de frente a Paita donde se observaron anomalías positivas de hasta $+4 \mu\text{g L}^{-1}$. En lo que va de noviembre, predominan anomalías negativas de $-1 \mu\text{g L}^{-1}$ a lo largo de la costa y se atenuaron las anomalías positivas frente a Paita (Figura 31).

Respecto a los recursos pesqueros pelágicos, en la región norte – centro, en octubre finalizó el Crucero de Evaluación de la anchoveta y otros recursos pelágicos. La biomasa estimada acústica de la anchoveta (*Engraulis ringens*) fue de 7 818 904 t, distribuida desde Talara hasta Ático, distribuyéndose hasta las 140 millas de la costa. La anchoveta presentó áreas densas en la franja costera, principalmente entre Pacasmayo y San Juan de Marcona, y un patrón disperso fuera de la costa. La estructura de tallas abarcó desde 9,5 hasta 16,0 cm de longitud total (LT), con moda principal de adultos en 13,0 cm y modas secundarias de juveniles en 7,0, 8,0 y 11,0 cm LT, mostrando una segregación espacial entre adultos y juveniles, al norte de Callao.

En base a estos resultados se dio inicio a la segunda temporada de pesca de anchoveta del 2024, con un Límite Máximo Total de Captura Permisible (LMTCP) de 2 510 000 para el stock norte-centro a partir del 1 de noviembre. En lo que va de la temporada, la flota pesquera se distribuyó desde Pimentel hasta Pisco, dentro de la 60 mn de la costa. Las mayores capturas se presentaron en la zona norte en el grado 8°S y dentro de las 20 mn de la costa (Figura 33). La estructura de tallas fue principalmente de adultos con un rango que abarcó de 10,5 a 16,0 cm LT, con moda en 13,0 cm LT, y la incidencia de juveniles fue de 9,5 % (Figura 34).

Los indicadores reproductivos de anchoveta del stock norte-centro, índice gonadosomático (IGS) y fracción desovante (FD), en octubre del 2024, mostraron la declinación de su periodo principal de desove, acorde a lo esperado para esta época. El índice de atresia se incrementó respecto al mes anterior, indicando la finalización del desove principal de invierno-primavera. El contenido graso registró un aumento luego de la declinación de la actividad desovante, señalando que la anchoveta ha empezado a acumular reservas energéticas para el próximo período de desove, en el verano 2025 (Figura 35).

Respecto a las especies transzonales, la caballa (*Scomber japonicus*) se distribuyó a lo largo del litoral dentro de la 20 mn y el jurel (*Trachurus murphyi*), entre Ático y Morro Sama dentro de las 15 mn de la costa. El bonito (*sarda chiliensis chiliensis*), se presentó en todo el litoral dentro de las 60 mn. En octubre se inició la temporada de pesca de perico (*Coryphaena hippurus*) y las áreas de pesca estuvieron localizadas hasta las 500 mn de la costa, principalmente en la zona norte del litoral (Figura 36). Respecto a los procesos reproductivos, considerando la variación del IGS, la caballa mostró menores procesos de maduración gonadal respecto a lo esperado para la época del año y el jurel presentó una disminución de sus procesos de madurez gonadal y desove con respecto al mes anterior. El bonito se encuentra en su período importante de reproducción, acorde a la tendencia de su patrón histórico (Figura 37).

En cuanto a los recursos demersales, del 01 de octubre al 10 de noviembre, la actividad de la flota industrial arrastrera de pesca de merluza se desarrolló principalmente desde Puerto Pizarro hasta el norte de Parachique. Los valores más altos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) se encontraron en dos zonas: i) el área comprendida entre el extremo norte del litoral peruano y los 4° S, y ii) el área comprendida entre los 4°30'S y los 5°30'S. En general, los valores de CPUE presentaron una tendencia positiva desde febrero hasta agosto; a partir de setiembre los valores de CPUE fueron menores (Figuras 38 y 39). Se mantuvo la presencia de un grupo de ejemplares de menor tamaño (< 28 cm de LT), los cuales continuaron mostrando un crecimiento en el extremo norte del litoral peruano desde que ingresaron a la zona de pesca en setiembre de 2023. Desde octubre 2024, se observó la presencia de ejemplares de mayor tamaño (> 40 cm de LT) al norte de los 4°S (Figura 40).

Para los recursos invertebrados, se observó que el calamar gigante se distribuyó principalmente en la zona centro - sur desde Supe hasta San Juan de Marcona, de 28 a 118 mn de la costa, registrando una mayor presencia entre Pisco y San Juan de Marcona (Figura 41). Asimismo, en puntos de captura al norte (frente a Bayovar y frente a Chimbote) se registró la presencia de ejemplares de tamaño pequeño (denominado “potilla”). Es importante mencionar que ya nos encontramos en la época de máxima actividad reproductiva (entre los meses de noviembre y enero), por lo que se esperaría encontrar ejemplares desovantes y paralarvas durante el desarrollo del crucero de investigación del calamar gigante a llevarse a cabo en diciembre del año en curso.

En octubre se realizó la evaluación de dieta de las aves guaneras en la isla Macabí, Punta San Juan de Marcona y Punta Coles. La anchoveta fue la especie exclusiva en la dieta del guanay, siendo la anchoveta adulta la presa predominante en relación con la cantidad de anchoveta juvenil consumida por el guanay. Cabe indicar que esta condición se ha observado en lo que va de 2024 (Figura 42).

3.4. Condiciones hidrológicas

Para el mes de octubre y los primeros doce días del mes de noviembre de 2024 los ríos de la vertiente del Pacífico norte, desde el Chira hasta el río Chicama, continúan presentando caudales notoriamente muy por debajo de lo normal. Cabe señalar, que estas anomalías se vienen observando desde los últimos días de febrero. En particular, el río Chira está registrando los caudales más bajos de toda la serie histórica disponible. Por otro lado, los ríos del Pacífico central y Pacífico sur se mantienen dentro de las condiciones normales o incluso sobre lo normal, mientras que los ríos de la región del Titicaca se encuentran por debajo de lo normal. Con respecto a los ríos de las regiones hidrográficas del Marañón y el Huallaga, predomina una condición de caudales por debajo de lo normal. Los ríos amazónicos, como el Ucayali, Marañón, Napo y el mismo Amazonas, también se mantienen por debajo de lo normal, aunque los ríos de las regiones hidrográficas del Mantaro y el Urubamba se encuentran dentro de las condiciones normales (Tabla 4). El lago Titicaca continúa con una tendencia a la disminución de su nivel, alcanzando los menores valores registradas en el último año y nivel similares a los de los años 80.

Los principales embalses del país, al 12 de noviembre de 2024, se encuentran a un 45,7 % de su capacidad hidráulica nacional. Cabe señalar, que los embalses de Poechos y San Lorenzo, ubicados en el norte del país, están en niveles históricamente bajos para la época del año (Tabla 5).

3.5. Condiciones agrometeorológicas

En la costa norte, en el departamento de Piura, las temperaturas diurnas, dentro de los rangos normales a ligeramente cálidas, han favorecido el desarrollo de las plantaciones de mango Edward, Haden, Kent y Criollo, que actualmente se encuentran en fase de fructificación. Sin embargo, la disponibilidad de agua podría convertirse en un factor limitante para alcanzar los calibres deseados, ya que en esta etapa la demanda hídrica aumenta considerablemente. En Lambayeque, las temperaturas cálidas han favorecido el fructificación del mango variedad Kent, que sigue en proceso de crecimiento del fruto. En cuanto a la campaña chica de arroz 2024 en Piura, las plantaciones se encuentran en fase de maduración lechosa, mientras que en los valles arroceros de Lambayeque (La Zaña y La Leche), están en fase de elongación del tallo y desarrollo de la panoja. No obstante, el recurso hídrico sigue siendo una limitante para su adecuado crecimiento, lo que podría afectar los rendimientos esperados. Por último, en la costa sur, en La Yarada (Tacna), las plantaciones de olivo se encuentran en fase de fructificación, beneficiadas por las temperaturas del aire, que se han mantenido dentro de los valores normales (Figura 43).

IV. PERSPECTIVAS

Según el pronóstico del C3S *multi-system*, se espera que las máximas anomalías positivas de presión en el Pacífico subtropical oriental ocurran entre diciembre y enero del 2025. Posteriormente para el mes de febrero las anomalías positivas serán de menor magnitud y más alejadas del continente sudamericano; sin embargo, para los meses de marzo y abril 2025 estas anomalías se desplazarían al este acercándose al continente (Figura 44).

Los pronósticos de los modelos climáticos del NMME (CFSv2, CanESM5, GEM5.2–NEMO, NASA–GEOS2S, GFDL_SPEAR, COLA–RSMAS–CCSM4, COLA–RSMAS–CESM1); con condiciones iniciales de noviembre de 2024, para el Pacífico central (Niño 3.4); indican una condición fría débil entre diciembre de 2024 y marzo de 2025; mientras que entre abril y setiembre de 2025 las condiciones serían neutras. Hay que tener en cuenta que, debido a la barrera de predictibilidad, los pronósticos más allá de abril son menos precisos (Tabla 6). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los pronósticos de los modelos de NMME, a pesar de mostrar anomalías negativas en dicha región, se ubican en el rango de condiciones neutras, por lo pronto, hasta el invierno de 2025 (Tabla 7).

El modelo de IA del IGP, con condiciones iniciales de octubre, indica que es más probable que el índice E, relacionado a El Niño en la región oriental del Pacífico (Niño E), se mantenga con valores por debajo de lo normal y que recién alcanzaría sus valores normales a finales de otoño de 2025.

En consecuencia, es improbable que en el siguiente verano se desarrolle un evento Niño fuerte. En lo que respecta al índice C, relacionado a El Niño en el Pacífico central (Niño C), esta muestra valores negativos que se extienden, por lo pronto, hasta el invierno de 2025 (Figura 45).

Según la información de altimetría satelital, es probable que a fines de noviembre o inicios de diciembre arribe una onda de Kelvin fría a la costa, aunque con poca intensidad (Figura 3). Por otro lado, es posible que en enero arribe una onda de Kelvin cálida. De mantenerse la señal de ondas de Rossby cálidas en la zona occidental, es probable que se reflejen como ondas de Kelvin cálidas que, de mantener su naturaleza no dispersiva, arribarían desde enero (Figura 2). En lo que respecta a la profundidad de la termoclina, se espera el arribo de ondas de Kelvin frías en la costa americana en las siguientes semanas, afectando principalmente la temperatura sub-superficial. El debilitamiento del viento en la zona oriental en las últimas semanas podría contribuir a la formación de ondas de Kelvin cálidas que también arribarían durante noviembre y diciembre, aunque también se esperan que sean de magnitud débil.

Los resultados de los modelos de ondas del IGP —forzado con el re-análisis de NCEP para el diagnóstico (hasta 09 de noviembre) y luego con vientos igual a cero para el pronóstico— indican que se espera el arribo de una onda de Kelvin fría entre fines de noviembre e inicios de diciembre; luego, de no darse más pulsos de viento de magnitud relevante, se esperarían ondas de Kelvin cálidas débiles. Hay que tener en cuenta que estos modelos no simulan los procesos de dispersión modal relacionadas a la inclinación de la termoclina (Figuras 46 a 48).

La simulación del modelo de ondas aplicado por el IMARPE, forzada con anomalías del esfuerzo zonal de los vientos hasta el 12 de noviembre 2024 y pronosticada con condiciones climatológicas de esfuerzo zonal de los vientos, indica que, entre lo que resta de noviembre, diciembre 2024 y enero 2025, llegarían a las costas Sudamericanas dos ondas Kelvin frías y dos ondas Kelvin cálidas. En lo que resta de noviembre, se espera la llegada de una onda Kelvin fría (modo 1) que fue forzada por las anomalías de vientos del este en octubre en el Pacífico ecuatorial occidental y central. Estas mismas anomalías de vientos del este también forzaron otra onda Kelvin fría (modo 2) que llegaría en diciembre. Por otro lado, las anomalías de vientos del oeste registradas en lo que va de noviembre en el Pacífico ecuatorial central podrían generar una onda Kelvin cálida (modo 1), la cual llegaría a las costas de Sudamérica en diciembre. Finalmente, una onda Kelvin cálida (modo 1), formada debido a la reflexión de una onda Rossby cálida entre octubre y noviembre en el Pacífico ecuatorial occidental, llegaría a las costas de Sudamérica en enero de 2025 (Figura 49).

Conforme al juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, basado en los datos observados, así como de los pronósticos de los modelos climáticos internacionales que se tienen hasta la fecha, para el Pacífico central, son ligeramente más probables las condiciones frías débiles que las neutras desde diciembre de 2024 hasta febrero de 2025; y, posteriormente, más probable la condición neutra hasta el otoño de 2025 (Tabla 8 y Figura 50); Para el verano diciembre 2024 a marzo 2025, se espera que las condiciones estén entre neutra (50%) y La Niña débil (49%), de acuerdo a los indicadores oficiales del ENSO (Tabla 10). Para la región Niño 1+2, es más probable que se mantenga la condición neutra hasta otoño de 2025 (Tabla 9 y Figura 50), alcanzando 68 % de probabilidad durante el verano diciembre 2024 a marzo 2025 (Tabla 11).

El pronóstico estacional para el periodo de noviembre 2024 a enero 2025³ prevé temperaturas del aire dentro del rango normal en gran parte de la costa, y lluvias de normal a bajo lo normal en la costa y sierra norte. Para el periodo enero-marzo 2025⁴, al momento es más probable que se presenten lluvias de normal a inferiores en la costa norte.

³ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-52.pdf>

⁴ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-16.pdf>

Según el pronóstico hidrológico⁵, entre noviembre 2024 y enero 2025, se espera que, en la región hidrográfica del Pacífico, los caudales estén por debajo de lo normal en la zona norte y centro, y normales en la zona sur. Para enero-marzo 2025, se espera que predominen caudales muy debajo de lo normal en la costa norte; mientras que, en costa centro y sur se mantendrían normales.

En cuanto a los recursos pesqueros pelágicos, en las próximas dos semanas, se espera que la anchoveta del *stock* norte-centro presente una distribución dentro de las 40 mn, mostrando una buena disponibilidad para la flota de cerco; asimismo, este recurso mantendrá una menor actividad desovante acorde a su patrón estacional. Respecto a los recursos transzonales, acorde al calentamiento estacional de la TSM, se prevé que el perico se acerque hacia la costa; también se espera que la caballa incremente su actividad reproductiva, mientras que el jurel la disminuya.

En el caso de la merluza, se espera que su disponibilidad a la pesquería mantenga los niveles observados en las dos semanas anteriores. En cuanto al calamar gigante, se prevé que progresivamente mejore su disponibilidad para la pesca, en tanto se mantengan los actuales indicadores biológicos, y que las condiciones oceanográficas se mantengan en el rango esperado.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comisión Multisectorial del ENFEN, en base al análisis de las condiciones oceánicas y atmosféricas observadas hasta la fecha, así como de los pronósticos en la región Niño 1+2, mantiene el estado del “sistema de alerta ante el Niño costero y la Niña costera” en “No Activo”⁶, ya que es más probable que se mantenga la condición neutra hasta otoño de 2025, alcanzando 68 % de probabilidad durante el verano diciembre 2024-marzo 2025.

Por otro lado, en el Pacífico central (región Niño 3.4, Figura 1) son ligeramente más probables las condiciones frías débiles que las neutras desde diciembre de 2024 hasta febrero de 2025; y, posteriormente, más probable la condición neutra hasta el otoño de 2025. Para el verano diciembre 2024 a marzo 2025, se espera que las condiciones estén entre neutra y La Niña débil, (%), de acuerdo a los indicadores oficiales del ENSO.

⁵ <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02694SENA-51.pdf>

⁶ No activo: De acuerdo al sistema de alerta, esta condición corresponde a condiciones neutras o cuando la Comisión ENFEN espera que El Niño o La Niña costeros están próximos a finalizar.

Se recomienda a los tomadores de decisiones y a la población en general tener en cuenta los escenarios de riesgo basados tanto en los avisos meteorológicos y pronósticos estacionales del siguiente trimestre, como en los escenarios para verano de 2025. Esto con la finalidad de que se adopten las acciones que correspondan para la preparación y reducción del riesgo de desastres.

La Comisión Multisectorial del ENFEN continuará informando sobre la evolución de las condiciones oceánicas-atmosféricas y actualizando las perspectivas. El ENFEN emitirá su próximo comunicado oficial el viernes 13 de diciembre de 2024.

VI. TABLAS Y FIGURAS

6.1. Tablas

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

TSM-ATSM Mensual 2024 (ERSSTv5)								
R. Niño	Niño 1+2		Niño 3		Niño 3.4		Niño 4	
May. 24	23.25	-1.17	27.06	-0.19	28.16	0.23	29.70	0.79
Jun.	22.17	-0.95	26.35	-0.27	27.91	0.18	29.67	0.70
Jul.	21.18	-0.78	25.67	-0.14	27.34	0.05	29.41	0.51
Ago.	20.58	-0.43	24.83	-0.29	26.74	-0.12	29.19	0.41
Set.	19.98	-0.75	24.71	-0.20	26.46	-0.26	28.91	0.15
Oct.	20.67	-0.35	24.81	-0.17	26.43	-0.29	28.87	0.11

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

TSM – ATSM Semanal 2024 (OISST.v2)		
R. Niño	Niño 3.4	
09-Oct-24	20.4	-0.4
16-Oct-24	20.9	-0.1
23-Oct-24	20.9	-0.2
30-Oct-24	20.8	-0.5
06-Nov-24	21.3	-0.2

Tabla 3. Valores del ONI e ICEN desde octubre de 2023 hasta setiembre de 2024 y sus valores temporales de octubre 2024.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
oct-23	2,27	Cálida Fuerte	1,78	Cálida Fuerte
nov-23	1,96	Cálida Fuerte	1,94	Cálida Fuerte
dic-23	1,61	Cálida Moderada	1,97	Cálida Fuerte
ene-24	1,29	Cálida Moderada	1.80	Cálida Fuerte
feb-24	0.98	Cálida Débil	1.50	Cálida Fuerte
mar-24	0.57	Cálida Débil	1.15	Cálida Moderada
abr-24	-0.11	Neutro	0.75	Cálida Débil
may-24	-0.61	Neutro	0.39	Neutro
jun-24	-0.86	Neutro	0.17	Neutro
jul-24	-0.69	Neutro	0.05	Neutro
ago-24	-0.66	Neutro	-0.11	Neutro
set-24	-0.54	Neutro	-0.22	Neutro
Mes	ICENtmp	Mes	ONItmp	Mes
oct-24	-0.49	Neutro	-0.39	Neutro

Fuente: IGP

Tabla 4. Caudales de los principales ríos del país al 12 de noviembre del 2024.

Zona	Rios	Pentadarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición	Pentadarios (m3/s)		Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición
		Octubre - 2024									Noviembre - 2024				
Pacífico Norte	Tumbes Cabo Inga	21.07	17.05	17.79	16.42	14.82	13.39	16.76	10.05	Normal	12.95	13.01	12.98	8.05	Normal
	Tumbes El Tigre	20.53	17.13	17.46	16.11	15.02	14.73	16.83	11.05	Normal	14.46	13.94	14.20	-2.59	Normal
	Chira (Ardilla)	2.83	3.19	2.36	16.33	5.19	4.70	5.77	-75.84	Significativamente por debajo de lo normal	11.38	2.71	7.04	-58.83	Significativamente por debajo de lo normal
	Chira (Puente Suallana)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.40	3.00	2.90	-42.00	Ligeramente por debajo de lo normal	0.00	0.00	0.00	-40.00	Ligeramente por debajo de lo normal
	Chira (rio Quiroz)	6.49	6.71	7.33	6.78	4.94	7.17	6.57	-23.84	Ligeramente por debajo de lo normal	5.95	5.38	5.66	-	Ligeramente por debajo de lo normal
	El Ciruelo	16.98	2.56	7.40	12.45	1.96	4.47	7.64	-73.39	Significativamente por debajo de lo normal	3.93	2.06	3.00	-89.20	Significativamente por debajo de lo normal
	Puente Internacional	7.44	5.73	6.65	7.07	5.01	6.10	6.33	-28.72	Ligeramente por debajo de lo normal	5.77	4.90	5.34	-31.71	Ligeramente por debajo de lo normal
	Piura (Shanchez Cerro)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Normal	0.00	0.00	0.00	0.00	Normal
	Motupe (Marripón)	0.45	0.44	0.58	0.38	0.31	0.27	0.41	23.22	Ligeramente sobre lo normal	0.34		0.34	-12.75	Normal
	La Leche_Puchaca	0.30	0.16	2.64	0.65	0.20	0.29	0.71	-27.41	Ligeramente por debajo de lo normal	0.33		0.33	-69.33	Significativamente por debajo de lo normal
	Chancay Lambayeque	7.57	5.54	5.75	3.96	2.96	3.04	4.80	-62.47	Ligeramente por debajo de lo normal	3.27	2.53	2.90	-82.07	Significativamente por debajo de lo normal
	Zaña	2.70	2.30	1.49	1.36	0.98	0.91	1.62	-44.82	Ligeramente por debajo de lo normal	0.87	0.88	0.88	-73.19	Significativamente por debajo de lo normal
	Jequetepeque	2.61	3.12	1.40	0.85	0.66	0.64	1.55	-61.20	Significativamente por debajo de lo normal	0.58	0.85	0.72	-88.10	Significativamente por debajo de lo normal
	Chicama (Salinar)	0.71	0.97	1.44	0.79	0.47	0.42	0.80	-80.30	Significativamente por debajo de lo normal	0.45	0.46	0.46	-92.43	Significativamente por debajo de lo normal
	Chicama (Tambo)	3.77	3.77	4.33	3.17	2.34	2.16	3.26	-15.83	Ligeramente por debajo de lo normal	2.16	2.13	2.14	-28.41	Ligeramente por debajo de lo normal
Moche	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Normal	0.00	0.00	0.00	0.00	Normal	
Santa	52.56	46.67	62.65	63.51	55.71	59.49	56.77	-0.05	Normal	79.74	90.74	85.24	4.56	Normal	
Pacífico Centro	Pativilca	12.51	11.76	13.76	19.01	16.23	13.90	14.53	-9.38	Normal	17.14	23.74	20.44	-1.08	Normal
	Huaura	8.28	7.23	7.55	10.03	7.10	6.91	7.85	-18.52	Ligeramente por debajo de lo normal	7.72	10.81	9.26	-12.50	Normal
	Huaral	6.47	6.11	6.31	7.86	7.10	6.91	6.79	3.23	Normal	7.72	10.81	9.26	38.55	Ligeramente sobre lo normal
	Chillon	2.14	1.54	1.59	1.61	1.50	1.26	1.61	-25.67	Ligeramente por debajo de lo normal	1.49	1.81	1.65	-42.01	Ligeramente por debajo de lo normal
	Rimac	20.79	20.81	20.82	20.92	22.19	21.93	21.24	31.09	Ligeramente sobre lo normal	21.98	21.56	21.77	22.05	Ligeramente sobre lo normal
	Lurin	0.96	0.81	0.66	4.88	22.19	21.93	8.57	71.56	Significativamente sobre lo normal	21.98	21.56	21.77	25.82	Ligeramente sobre lo normal
	Mala	2.80	2.80	2.80	2.80	2.38	2.07	2.61	52.94	Significativamente sobre lo normal	2.07	2.07	2.07	-23.23	Significativamente sobre lo normal
	Cañete	18.82	18.75	18.73	18.96	18.65	18.47	18.73	52.15	Significativamente sobre lo normal	18.64	18.45	18.55	22.67	Ligeramente sobre lo normal
	San Juan_Conta	1.25	1.29	1.29	1.96	3.45	3.40	2.11	-9.51	Normal	4.67	4.85	4.76	141.73	Significativamente sobre lo normal
	Pisco	5.80	4.34	3.80	3.24	2.49	13.35	5.50	91.96	Significativamente sobre lo normal	14.65	8.06	11.36	93.60	Significativamente sobre lo normal
Pacífico Sur	Ica	7.58	7.60	7.62	7.27	7.04	6.87	7.33	1.27	Normal	8.05	7.84	7.94	2.73	Normal
	Acarí	0.50	0.51	0.45	0.43	0.27	0.26	0.40	-69.72	Significativamente por debajo de lo normal	0.26	0.36	0.31	-63.58	Significativamente por debajo de lo normal
	Yauca	0.62	0.59	2.85	2.56	0.65	0.78	1.34	696.29	Significativamente sobre lo normal	0.44	0.40	0.42	164.21	Significativamente sobre lo normal
	Ocoña	30.43	30.43	29.68	28.13	26.71	26.53	28.65	-21.80	Ligeramente por debajo de lo normal	26.84	25.18	26.01	-28.60	Ligeramente por debajo de lo normal
	Camana	24.59	24.08	23.68	23.20	23.20	23.20	23.66	3.95	Normal	24.67	24.66	24.67	14.44	Normal
	Chili	9.56	9.14	9.41	9.09	8.89	9.21	9.22	20.16	Ligeramente sobre lo normal	8.97	8.86	8.91	15.61	Ligeramente sobre lo normal
	Tambo Pascana La	6.41	6.77	6.60	6.10	6.10	5.94	6.32	3.63	Normal	5.77	5.72	5.74	-10.12	Normal

Zona	Rios	Pentadiarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición	Pentadiarios (m3/s)		Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición	
		Octubre - 2024									Noviembre - 2024					
	Huaracane (Samatelo)	0.27	0.26	0.28	0.27	0.25		0.27	-20.73	Ligeramente por debajo de lo normal						
	Torata	1.40	1.35	1.42	1.46			1.41	22.45	Ligeramente sobre lo normal						
	Tumilaca (Chivaya)	0.79	0.80	0.80	0.79	0.79	0.77		0.79	-7.64	Normal	0.77	0.76	0.77	-4.31	Normal
	Locumba	2.74	2.76	2.75	2.74	2.74	2.75	2.75	2.75	24.78	Ligeramente sobre lo normal	2.75	2.74	2.75	24.78	Ligeramente sobre lo normal
	Sama	1.29	1.42	1.42	1.31	1.24	1.26		1.32	91.81	Significativamente sobre lo normal	1.38	1.44	1.41	111.51	Significativamente sobre lo normal
Marañon	Marañon (Corral Quemado)	97.19	90.04	120.98	101.49	121.34	163.36	115.74	-75.78	Significativamente por debajo de lo normal	188.44	317.96	253.20	-12.16	Normal	
	Marañon (Cumba)	72.31	72.67	86.45	89.74	125.46	163.44	101.68	-53.77	Significativamente por debajo de lo normal	209.42	381.20	295.31	-13.41	Normal	
	Crisnejas	3.74	3.43	2.63	1.35	1.08	1.70		2.32	-74.93	Significativamente por debajo de lo normal	2.44	6.82	4.63	-69.69	Significativamente por debajo de lo normal
	Crisnejas (Jesus Tunel)	0.94	0.74	0.57	0.27	0.32	0.35		0.53	-135.44	Significativamente por debajo de lo normal	0.61	0.42	0.52	-	Significativamente por debajo de lo normal
	Mashcom	0.53	0.11	0.21	0.28	0.09	0.20		0.24	-33.89	Ligeramente por debajo de lo normal	0.08	0.08	0.08	-67.01	Significativamente por debajo de lo normal
	Namora	0.90	0.85	0.95	1.04	1.00	1.20		0.99	-42.98	Significativamente por debajo de lo normal	1.05	1.22	1.14	-38.55	Ligeramente por debajo de lo normal
Rios Navegables Norte	Napo (Bella Vista)	2071.88	1721.41	1756.53	1608.40	1891.83	1632.31	1780.27	-67.06	Significativamente por debajo de lo normal	2336.92	1821.10	17391.96	-22.54	Significativamente por debajo de lo normal	
	Marañon (San Regis)	6138.55	7221.81	7673.06	8762.95	8473.83	7673.06	7657.21	-33.69	Ligeramente por debajo de lo normal						
	Amazonas (Tanshiyacu)	6231.25	6942.86	8135.86	9130.70	9357.46	9293.45	8181.90	-55.57	Significativamente por debajo de lo normal	16567.93	18215.99	17391.96	-22.54	Significativamente por debajo de lo normal	
Huallaga	Picota	860.03	828.16	856.89	785.41	1366.66	2657.01	1225.69	-52.12	Significativamente por debajo de lo normal	1997.18	1911.40	1954.29	-40.50	Ligeramente por debajo de lo normal	
	Rio Sisa	6.33	5.93	5.87	5.62	9.64	116.75	25.02	24.29	Ligeramente sobre lo normal	13.93	50.63	32.28	51.00	Significativamente sobre lo normal	
	Huallaga (Huallabamba)	378.54	256.84	340.97	226.78	861.32	1286.63	558.51	5.85	Normal	695.53	841.66	768.60	13.56	Normal	
	Huallaga (Tocache)	308.66	306.62	322.70	334.46	441.26	836.26	424.99	-52.49	Significativamente por debajo de lo normal	716.66	609.35	663.01	-21.93	Ligeramente por debajo de lo normal	
	Huallaga (Tingo Maria)	125.02	109.25	124.45	131.04	188.19	275.01	158.83	-38.91	Ligeramente por debajo de lo normal	169.09	250.72	209.91	-39.33	Ligeramente por debajo de lo normal	
	Huallaga (taruca)	14.06	14.04	14.36	16.46	18.12	21.34	16.40	-42.99	Ligeramente por debajo de lo normal	22.97	36.97	29.97	-21.93	Ligeramente por debajo de lo normal	
Rios Navegables Centro	Ucayali _ANA (msnm)	138.53	138.25	138.23	138.68	138.64	140.35	138.78	-0.76	Normal	140.39	140.08	140.24	-0.35	Normal	
	Ucayali SENAMHI (msnm)	138.14	138.35	138.19	138.01	137.95	139.39	138.34	-0.75	Normal	140.76	140.29	140.52	-0.09	Normal	
	Contamana (msnm)	123.31	123.91	123.73	124.06	124.06	125.49	124.09	-0.58	Normal	126.85	126.06	126.45	0.10	Normal	
	Requena (msnm)	118.02	118.33	118.41	119.11	119.44	119.85	119.08	-0.65	Normal	122.26	121.49	121.87	0.39	Normal	
Mantaro	Pongor	105.69	102.03	92.56	98.84	97.69	96.49	98.88	-4.71	Normal	93.70	100.79	97.25	-3.23	Normal	
	La Mejorada	94.63	93.40	87.18	93.03	90.87	88.06	91.20	-6.86	Normal	88.72	91.39	90.05	-7.31	Normal	
	Stuart	25.94	28.44	26.80	29.31	28.17	25.12	27.30	-52.16	Significativamente por debajo de lo normal	25.97	27.61	26.79	-55.44	Significativamente por debajo de lo normal	
	Chulec	39.86	39.51	37.61	40.88	41.25	36.71	39.30	-14.71	Normal	36.81	40.04	38.42	-17.41	Ligeramente por debajo de lo normal	
Apurimac	Antabamba	7.52	6.59	5.73	5.65	4.88	6.12	6.08	-73.10	Significativamente por debajo de lo normal	5.20	5.44	5.32	-74.47	Significativamente por debajo de lo normal	
Urubamba Vilcanota	Estación Egemsa Km 105	42.84	41.39	42.11	40.55	34.89	46.14	41.32	1.84	Normal	44.16	39.76	41.96	-13.82	Normal	
	Pisac	37.51	32.82	34.04	31.23	30.22	36.94	33.79	17.42	Ligeramente sobre lo normal	30.99	27.90	29.45	-4.27	Normal	
Rios Navegables sur	Madre de Dios	1069.52	1088.08	1504.28	1432.20	1395.47	2275.15	1460.78	-23.19	Ligeramente por debajo de lo normal	1868.74	2516.57	2192.66	-29.16	Ligeramente por debajo de lo normal	
Titicaca	Huancane	1.41	1.65	1.62	1.61	1.42	1.46	1.53	-43.98	Ligeramente por debajo de lo normal	1.53	1.28	1.40	-52.80	Significativamente por debajo de lo normal	
	Ramis	3.88	3.65	3.51	3.00	2.60	2.92	3.26	-64.98	Significativamente por debajo de lo normal	3.43	3.10	3.27	-74.78	Significativamente por debajo de lo normal	
	Ilave	2.87	3.04	2.85	2.71	2.62	2.40	2.75	-46.76	Ligeramente por debajo de lo normal	2.33	2.20	2.27	-49.69	Ligeramente por debajo de lo normal	

Zona	Rios	Pentadarios (m3/s)						Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición	Pentadarios (m3/s)		Promedio (m3/s)	Anomalia (%)	Condición
		Octubre - 2024									Noviembre - 2024				
Coata		1.12	1.00	1.03	1.70	1.56	1.64	1.34	-77.81	Significativamente por debajo de lo normal	2.21	1.31	1.76	-70.25	Significativamente por debajo de lo normal

Fuente: SENAMHI, Juntas de Usuarios y Proyectos Especiales

Elaborado: ANA

Tabla 5. Estado situacional de los reservorios al 12 de noviembre del 2024.

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	12-Nov	Piura	445.5	45.0	10.1
	San Lorenzo	12-Nov	Piura	195.6	28.0	14.3
	Tinajones	12-Nov	Lambayeque	331.6	83.3	25.1
	Gallito Ciego	12-Nov	La Libertad	366.1	207.4	56.7
	SUB TOTAL				1338.7	363.7
Costa - Centro	Viconga	12-Nov	Lima	30.0	0.0	0.1
	Sistema Rímac	12-Nov	Lima, Junin	282.4	151.7	53.7
	Choclococha	12-Nov	Ica	131.1	77.8	59.3
	Ccaracocha	12-Nov	Ica	40.0	22.0	55.0
	SUB TOTAL				483.5	251.5
Costa - Sur	Condorama	12-Nov	Arequipa	259.0	123.2	47.5
	El Pañe	12-Nov	Arequipa	99.6	72.7	73.0
	Dique Los Españoles	12-Nov	Arequipa	9.1	1.3	14.3
	Pillones	12-Nov	Arequipa	78.5	64.3	81.9
	El Frayle	12-Nov	Arequipa	127.2	64.7	50.8
	Aguada Blanca	12-Nov	Arequipa	30.4	7.0	23.0
	Chalhuanca	12-Nov	Arequipa	25.0	8.0	32.0
	Bamputañe	12-Nov	Arequipa	40.0	18.9	47.3
	Pasto Grande	12-Nov	Moquegua	200.0	130.9	65.5
	Paucarani	12-Nov	Tacna	10.5	6.4	61.0
	Laguna Aricota	12-Nov	Tacna	280.0	200.2	71.5
	Jarumas	12-Nov	Tacna	13.0	11.3	86.9
SUB TOTAL				1172.4	708.9	60.5
Sierra - Centro	Cuchoquesera	12-Nov	Ayacucho	80.0	20.3	25.4
	Lago Junin	12-Nov	Junin	314.7	65.5	20.8
	SUB TOTAL				394.7	85.8
Sierra - Sur	Lagunillas	12-Nov	Puno	585.1	445.5	76.1
	Sibinacocha	12-Nov	Cusco	110.0	13.20	12.0
	SUB TOTAL				695.1	458.7
Situación Nacional	Situación Nacional		-	4,084.4	1,868.5	45.7

Fuente: Proyectos Especiales y operadores hidráulicos

Elaborado: ANA

Tabla 6. Pronóstico del ONI por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 3.4). Fuente: IGP.

Modelo	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
CFS2	-1.03	-1.06	-0.77	-0.36	-0.13	-0.06	-0.07	-0.03	-----	-----
CanESM5	-0.48	-0.47	-0.40	-0.35	-0.34	-0.29	-0.18	-0.01	0.11	0.17
GEM5_NEMO	-0.62	-0.72	-0.61	-0.45	-0.37	-0.31	-0.24	-0.13	-0.10	-0.07
NASA	-1.45	-1.85	-1.85	-1.63	-1.35	-1.09	-0.89	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	-0.09	-0.05	0.05	0.18	0.26	0.25	0.20	0.14	0.07	-0.03
COLA-CCSM4	-0.81	-1.05	-1.15	-1.00	-0.67	-0.40	-0.24	-0.16	-0.06	0.01
COLA_CESM	-0.72	-0.85	-0.88	-0.75	-0.56	-0.44	-0.40	-0.44	-0.50	-0.53
Promedio										
NMME	-0.74	-0.86	-0.80	-0.62	-0.45	-0.33	-0.26	-0.11	-0.10	-0.09

Tabla 7. Pronóstico del ICEN por los modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2). Fuente: IGP.

Modelo	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
CFS2	-0.49	-0.36	-0.27	-0.18	-0.07	0.10	0.26	0.36	-----	-----
CanESM5	-0.01	-0.01	-0.06	-0.06	-0.02	0.05	0.10	0.13	0.18	0.23
GEM5.2_NEMO	-0.14	-0.04	-0.05	-0.21	-0.31	-0.24	-0.13	-0.07	-0.12	-0.09
NASA	-0.48	-0.71	-0.90	-0.94	-0.81	-0.62	-0.45	-----	-----	-----
GFDL_SPEARE	0.38	0.52	0.46	0.32	0.31	0.36	0.40	0.32	0.20	0.15
COLA-CCSM4	-0.45	-0.31	-0.29	-0.40	-0.48	-0.32	0.01	0.25	0.28	0.28
COLA_CESM	-0.08	-0.03	-0.02	-0.14	-0.28	-0.42	-0.45	-0.41	-0.36	-0.32
Promedio										
NMME	-0.18	-0.13	-0.16	-0.23	-0.24	-0.16	-0.04	0.10	0.04	0.05

Tabla 8. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre diciembre 2024 y junio 2025.

Pacífico central	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Fría moderada	1	1	0	0	1	1	1
Fría débil	50	51	50	45	43	39	34
Neutro	49	48	49	52	51	52	53
Cálida débil	0	0	1	3	5	8	11
Cálida moderado	0	0	0	0	0	0	1
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Cálida muy fuerte	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 9. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) entre diciembre 2024 y junio 2025.

Pacífico central	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)
Fría fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Fría moderada	2	1	0	0	1	1	1
Fría débil	25	19	16	14	13	14	13
Neutro	69	69	69	68	68	66	66
Cálida débil	4	10	13	15	17	18	19
Cálida moderado	0	1	2	3	1	1	1
Cálida fuerte	0	0	0	0	0	0	0
Cálida extraordinario	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 10. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña costeros (región Niño 1+2, frente a la costa norte y centro del Perú) para el verano diciembre 2024-marzo 2025.

Magnitud del evento diciembre 2024-marzo 2025	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	1
La Niña Débil	16
Neutro	68
El Niño Débil	13
El Niño Moderado	2
El Niño Fuerte	0
El Niño Extraordinario	0

Tabla 11. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) para el verano diciembre 2024-marzo 2025.

Magnitud del evento diciembre 2024-marzo 2025	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña Moderada	0
La Niña Débil	49
Neutro	50
El Niño Débil	1
El Niño Moderado	0
El Niño Fuerte	0
El Niño Muy fuerte	0

6.2. Figuras

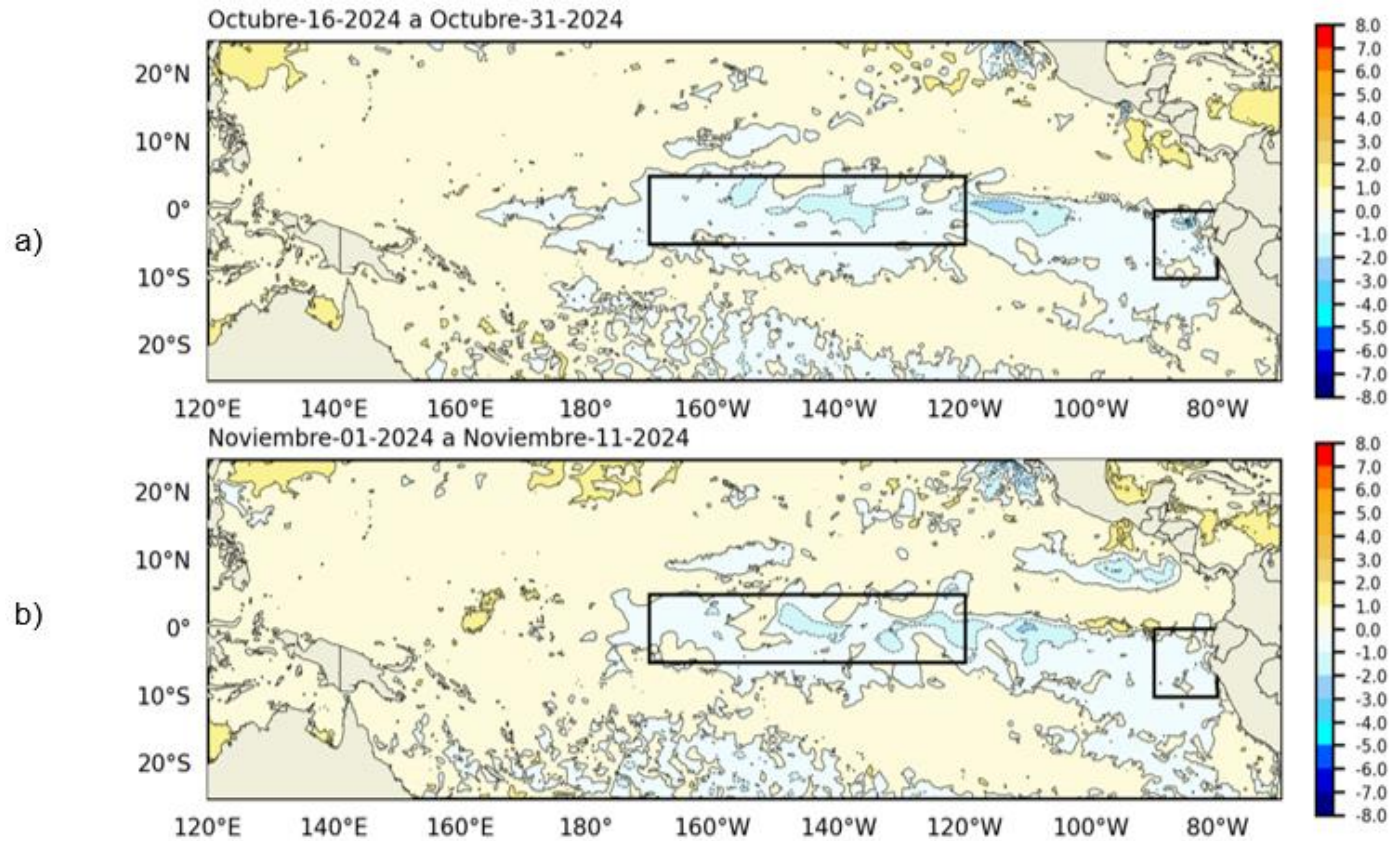


Figura 1. Anomalia de la TSM quincenal en el Pacífico Tropical a) 16 al 31 de octubre 2024, y b) 01 al 11 de noviembre 2024. Fuente: OSTIA. Procesamiento: DIHIDRONAV. Climatología: 1991-2020.

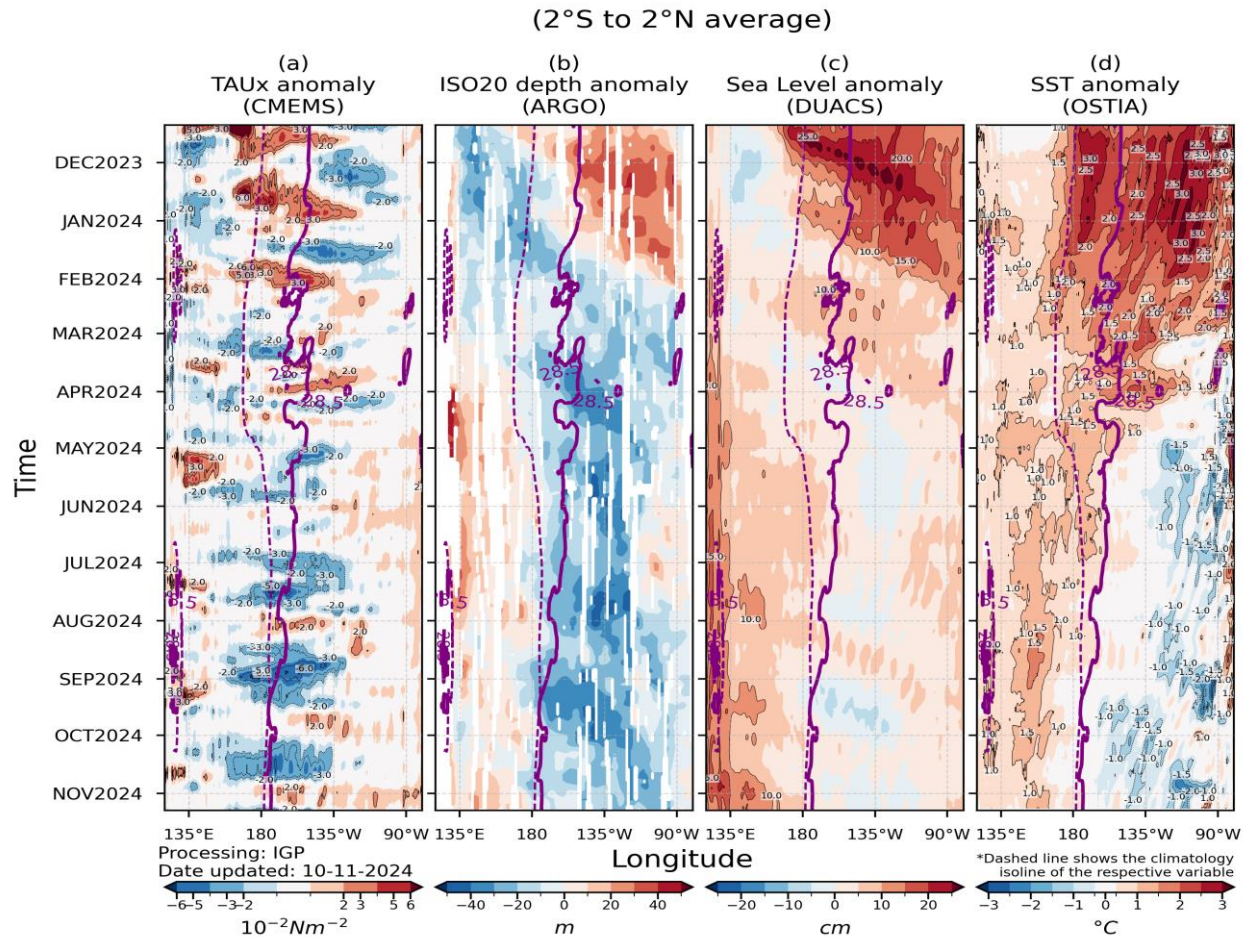


Figura 2. Diagrama Hovmöller: a) anomalía de esfuerzo de viento Fuente: CMEMS, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO, c) anomalía del nivel del mar diario (cm) Fuente: DUACS, y d) anomalía de temperatura superficial del mar (°C) Fuente: OSTIA. Elaboración: IGP.

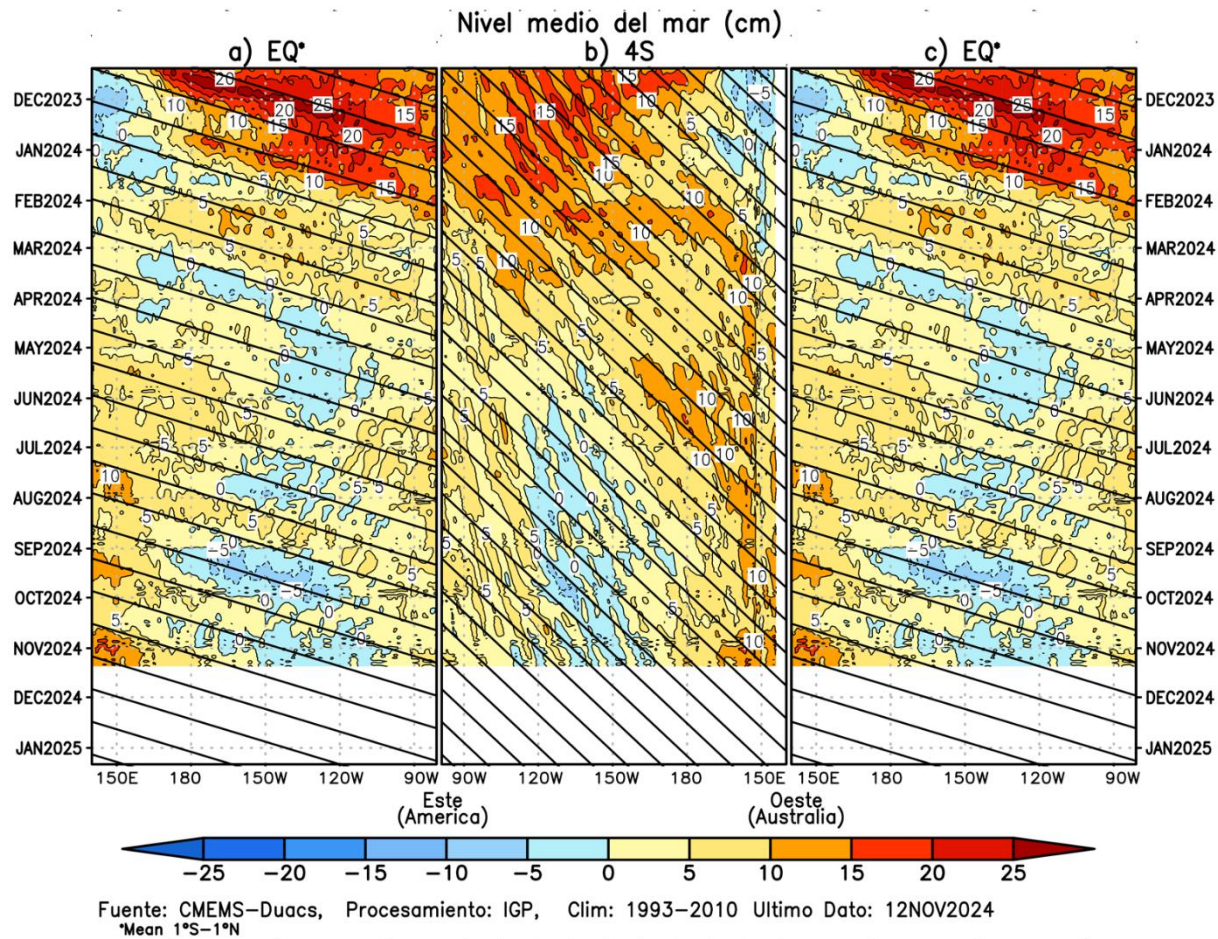


Figura 3. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar del producto CMEMS–Duacs a lo largo de la línea ecuatorial (a y c) y en 4°S (b). El panel del centro tiene el eje de la longitud invertido para apreciar mejor la secuencia de ondas Kelvin y Rossby producidas por reflexión en las fronteras este y oeste del Pacífico. Las líneas negras inclinadas en cada panel indican la trayectoria teórica de la onda de Kelvin (a y c) y Rossby (b) del primer modo baroclínico. Elaboración: IGP.

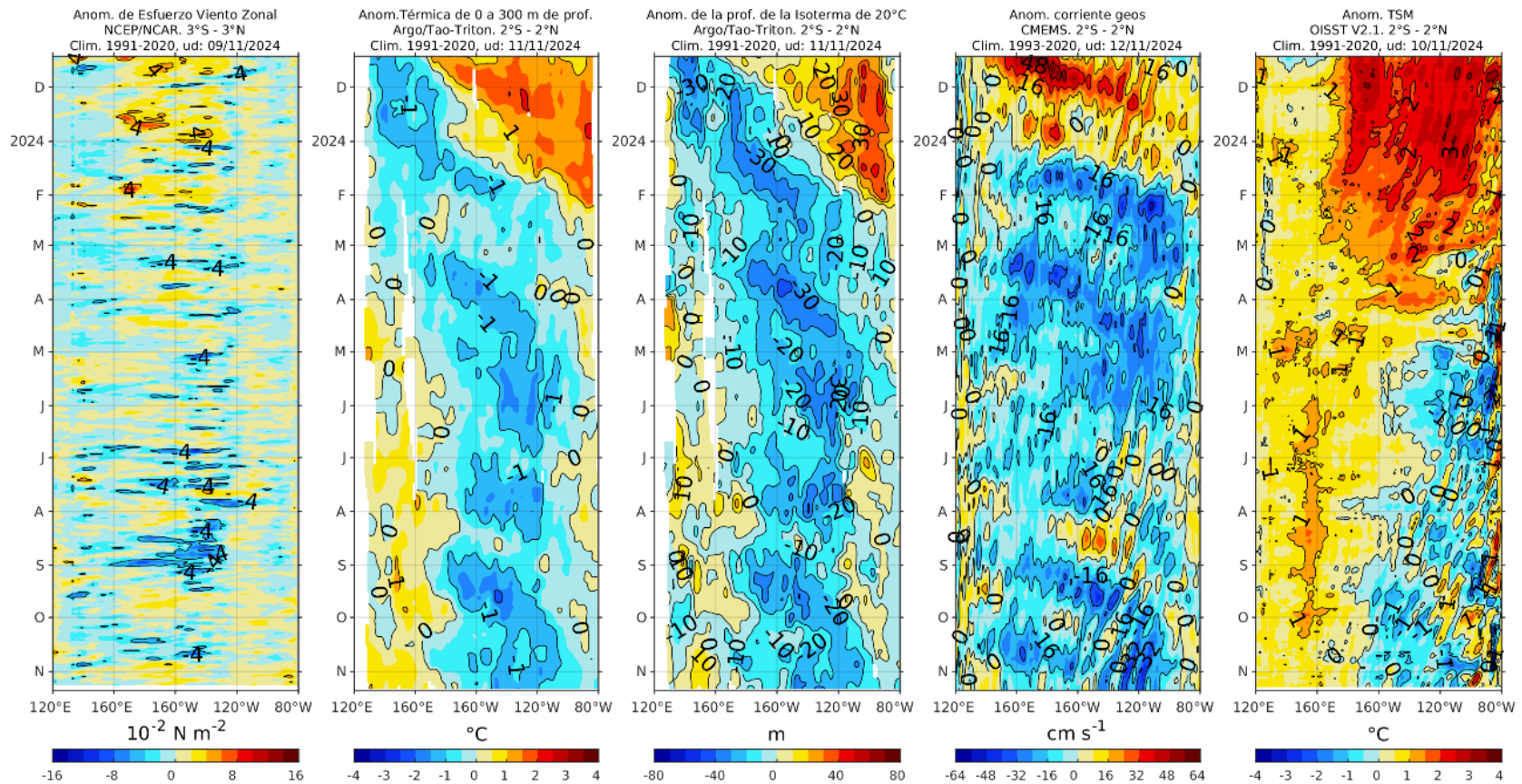


Figura 4. Diagrama Hovmöller de a) anomalía de esfuerzo de viento. Fuente: ECMWF-ASCAT; b) anomalía térmica sobre los 300 m de profundidad. Fuente: ARGO; c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C Fuente: ARGO; d) anomalía de corrientes geostróficas (cm). Fuente: CMEMS. Fuente: OISST V2.1. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

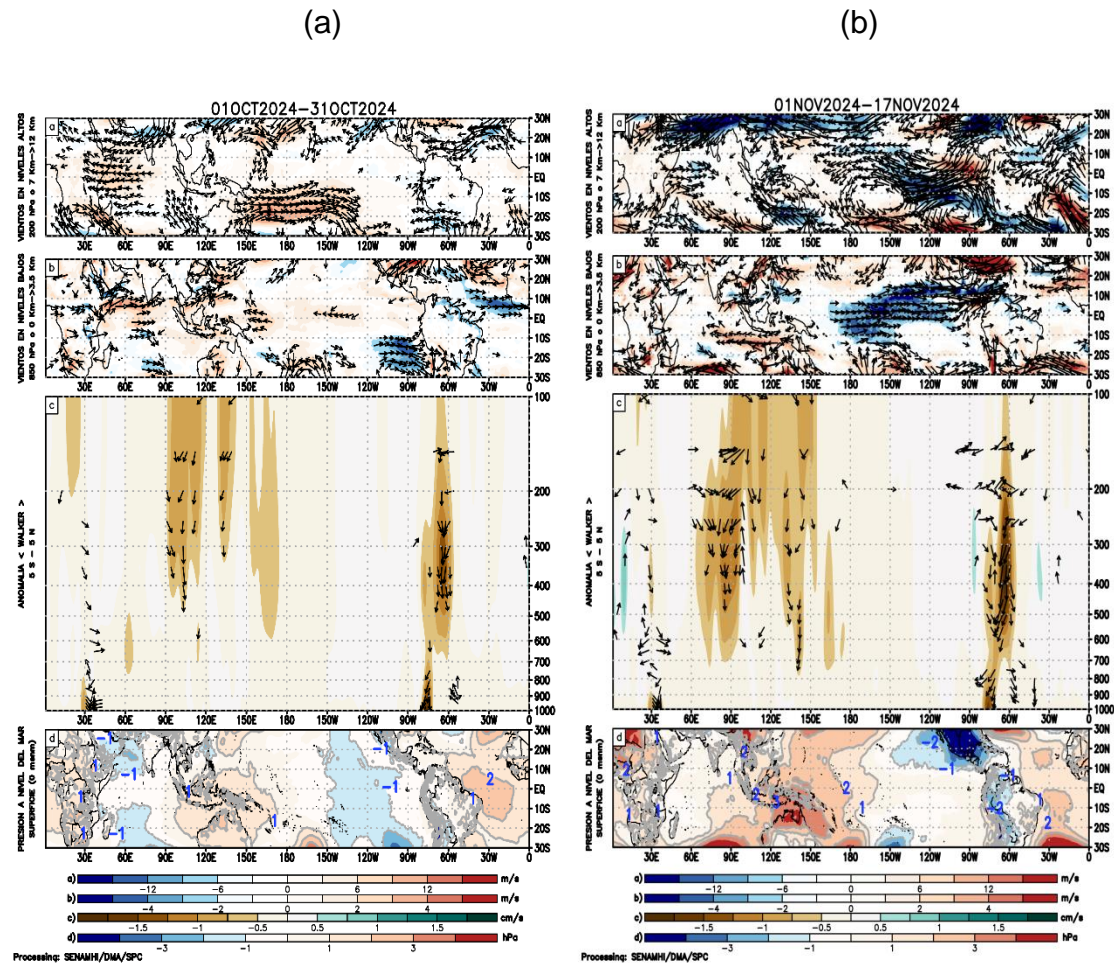


Figura 5. Análisis de la circulación atmosférica (Walker) en el mes de octubre (izq.) y entre el 1-11 de noviembre de 2024 (der.), (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera; c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker), (d) Anomalías de presión a nivel del mar. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

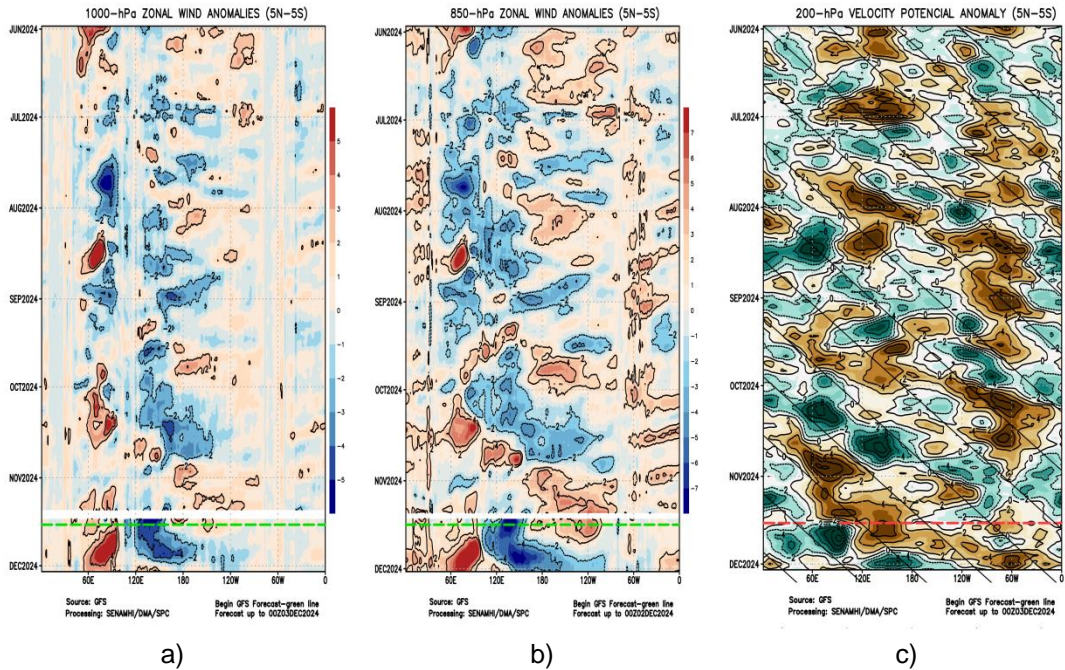
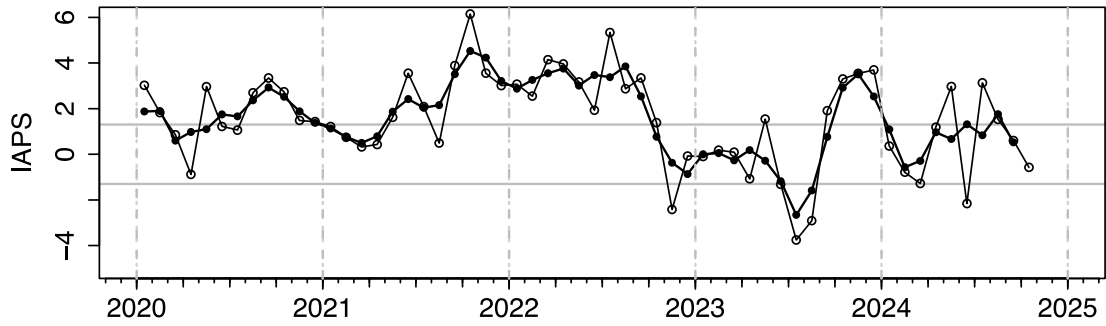
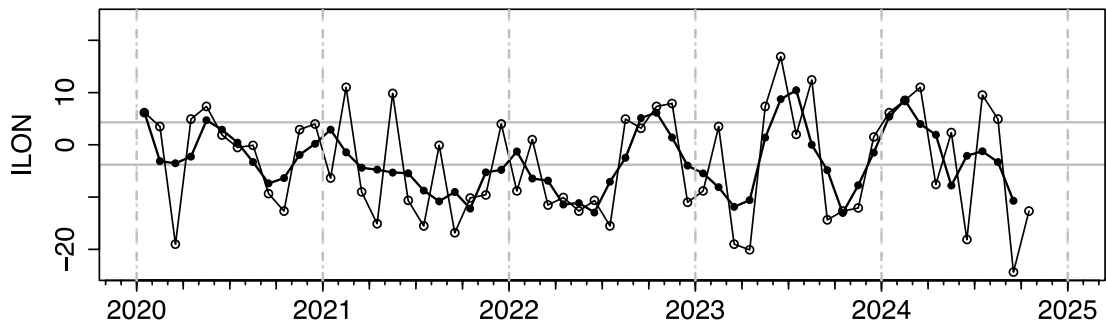


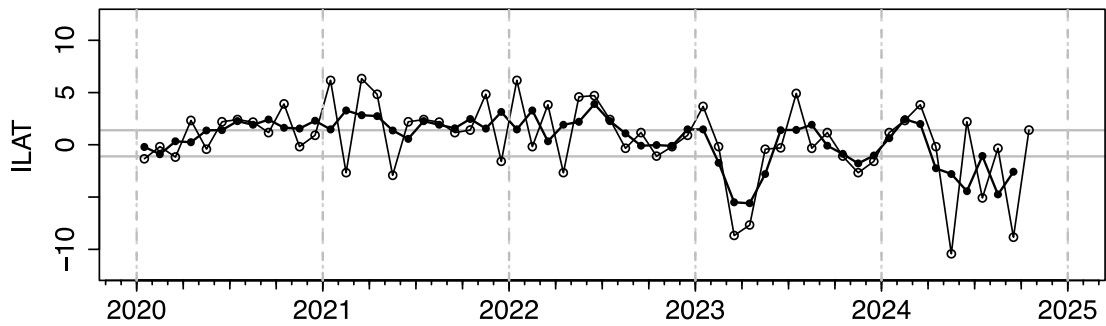
Figura 6. Anomalías promedio de viento zonal y velocidad potencial entre los 5°N y 5°S entre junio a noviembre del 2024 (a) viento zonal en 1000 hPa y (b) viento zonal en 850 hPa y (c) velocidad potencial en 200 hPa. Las líneas verdes (a y b) y roja (c) muestran el inicio del periodo de pronóstico. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.



(a)



(b)



(c)

Figura 7. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre ASO 2024 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2020 hasta octubre 2024. Climatología 1991 – 2020.

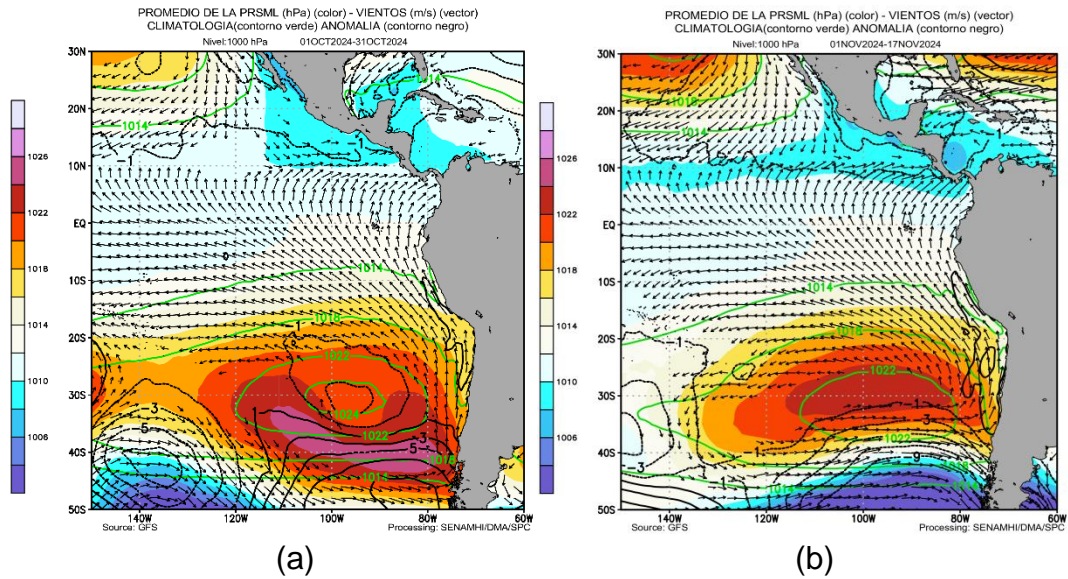


Figura 8. Promedio de la presión atmosférica a nivel del mar (matiz de colores) entre el 1 al 31 de octubre (a) de 2024 y 01 al 11 de noviembre (b) de 2024, a) presión atmosférica climática (línea verde) y presión actual en matiz de colores b) Anomalía de viento en 850 hPa ($m s^{-1}$, vectores) y anomalía de presión (línea negra). Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

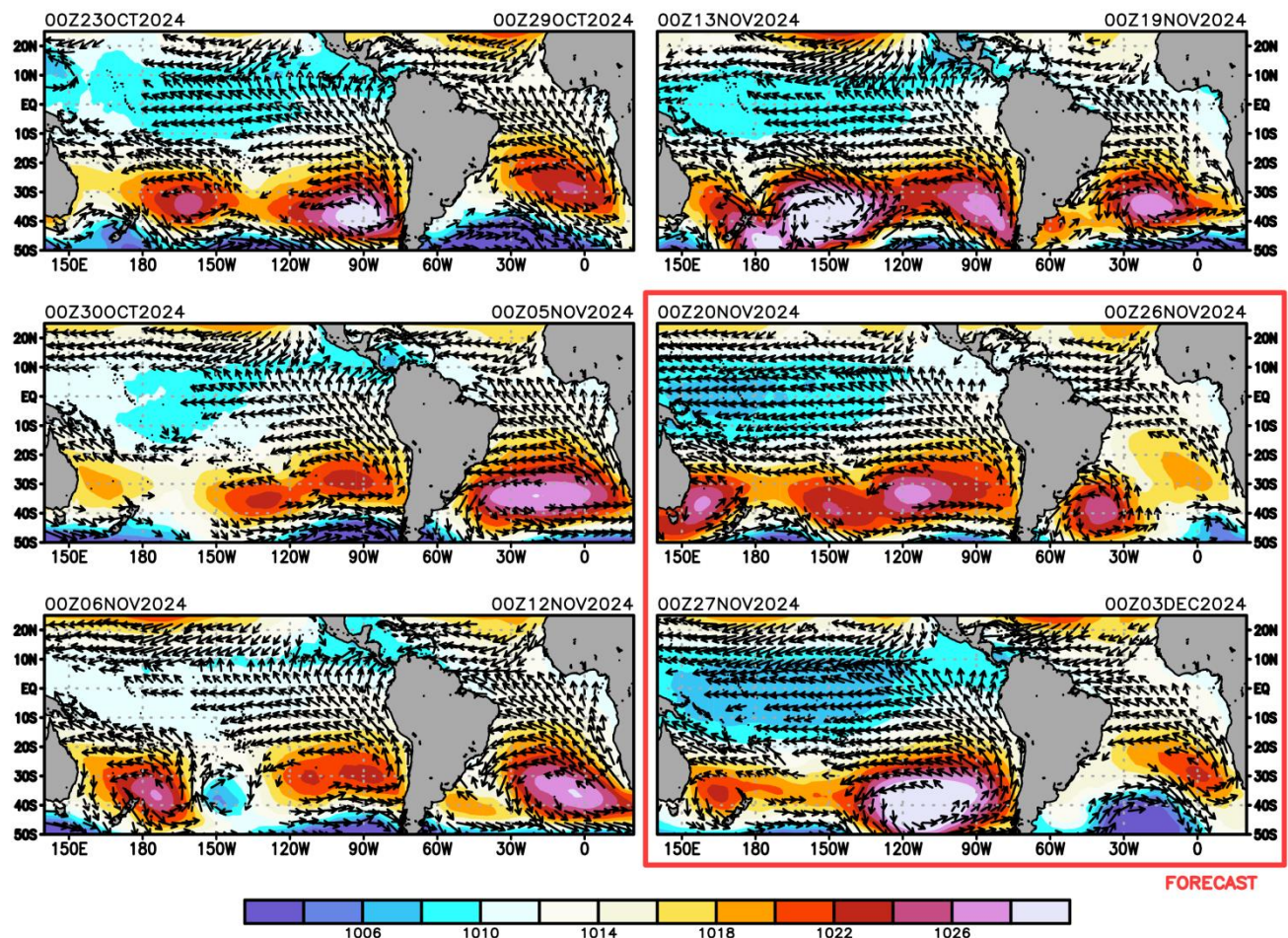


Figura 9. Promedio semanal de la presión atmosférica reducida a nivel del mar (colores) y vientos (flechas). Análisis: 17 de octubre del 2024 al 13 de noviembre de 2024. Pronóstico: del 14 al 27 de noviembre del 2024. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

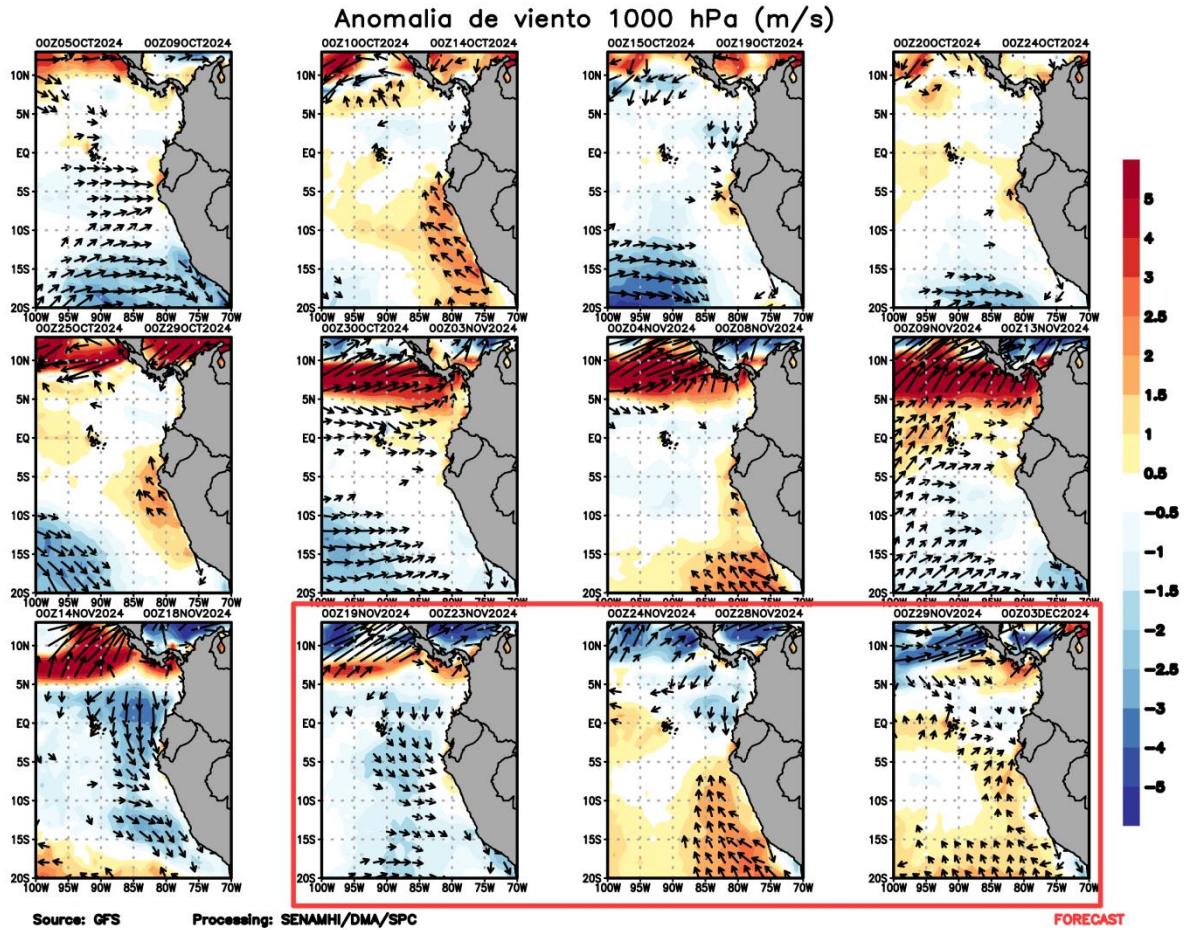


Figura 10. Anomalia pentadal del viento (m/s) a 10 m de altura frente a la costa noroccidental de Sudamérica y Centroamérica. Fuente: GFS. Análisis: 29 de setiembre al 12 de noviembre de 2024. Pronóstico: del 13 al 27 de noviembre del 2024. Procesamiento: SENAMHI.

(a)

(b)

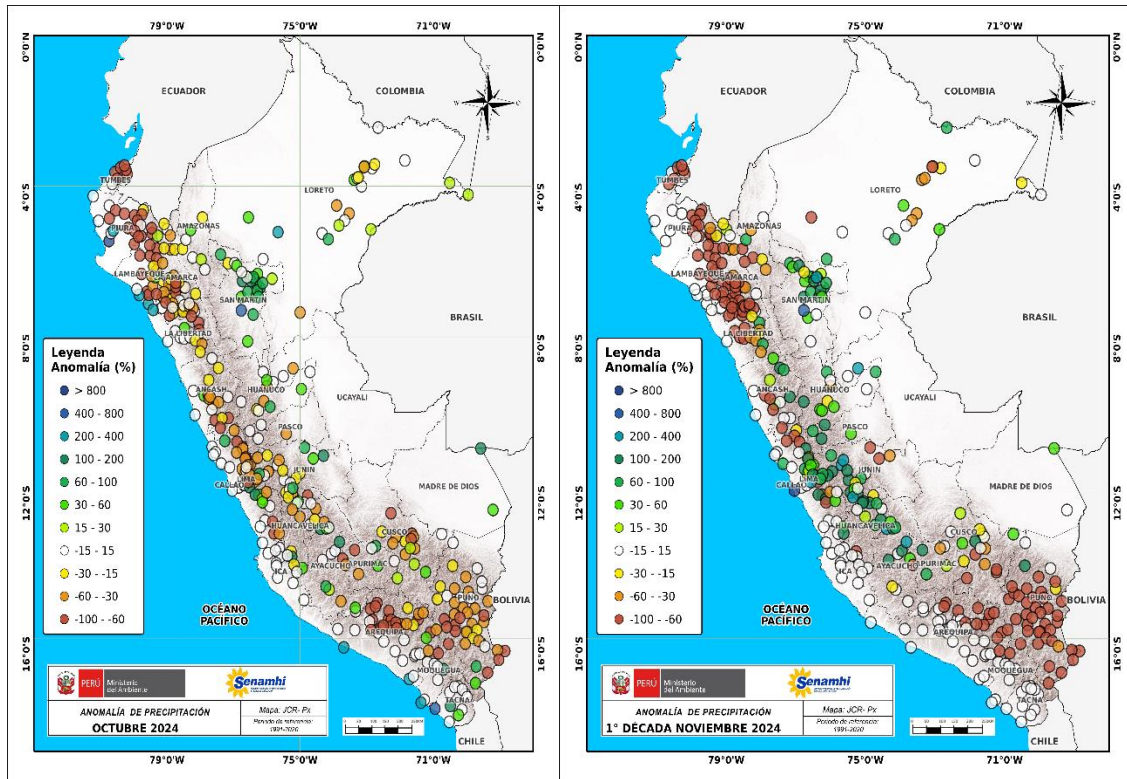
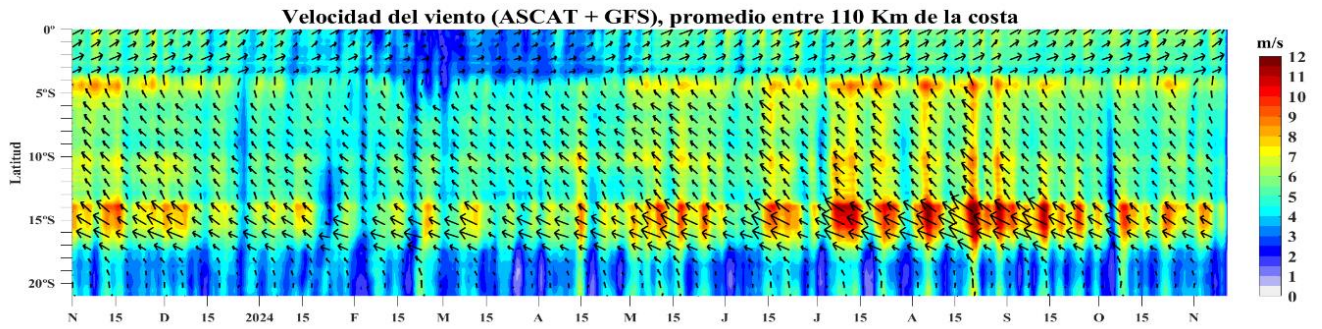


Figura 11. Anomalía mensual de precipitación (%) para el mes de octubre (a) y 1-10 de octubre (b) 2024 a nivel nacional de la red de estaciones SENAMHI. Procesamiento: SENAMHI.

a)



b)

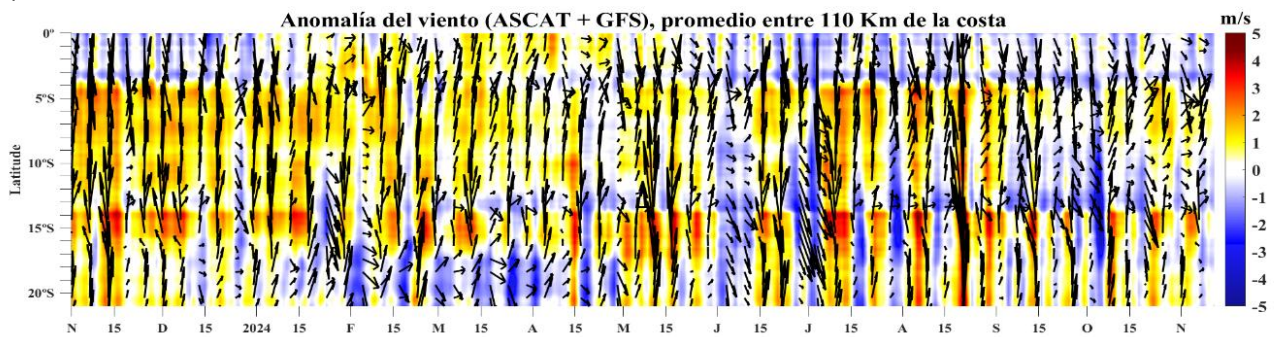


Figura 12. Viento Satelital (110 Km frente a la costa del Perú): a) Velocidad del viento (m s^{-1}), b) Anomalía de la velocidad del viento (m s^{-1}). Fuente: Satélite ASCAT + GFS (desde 21 de mayo), Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 12 de noviembre.

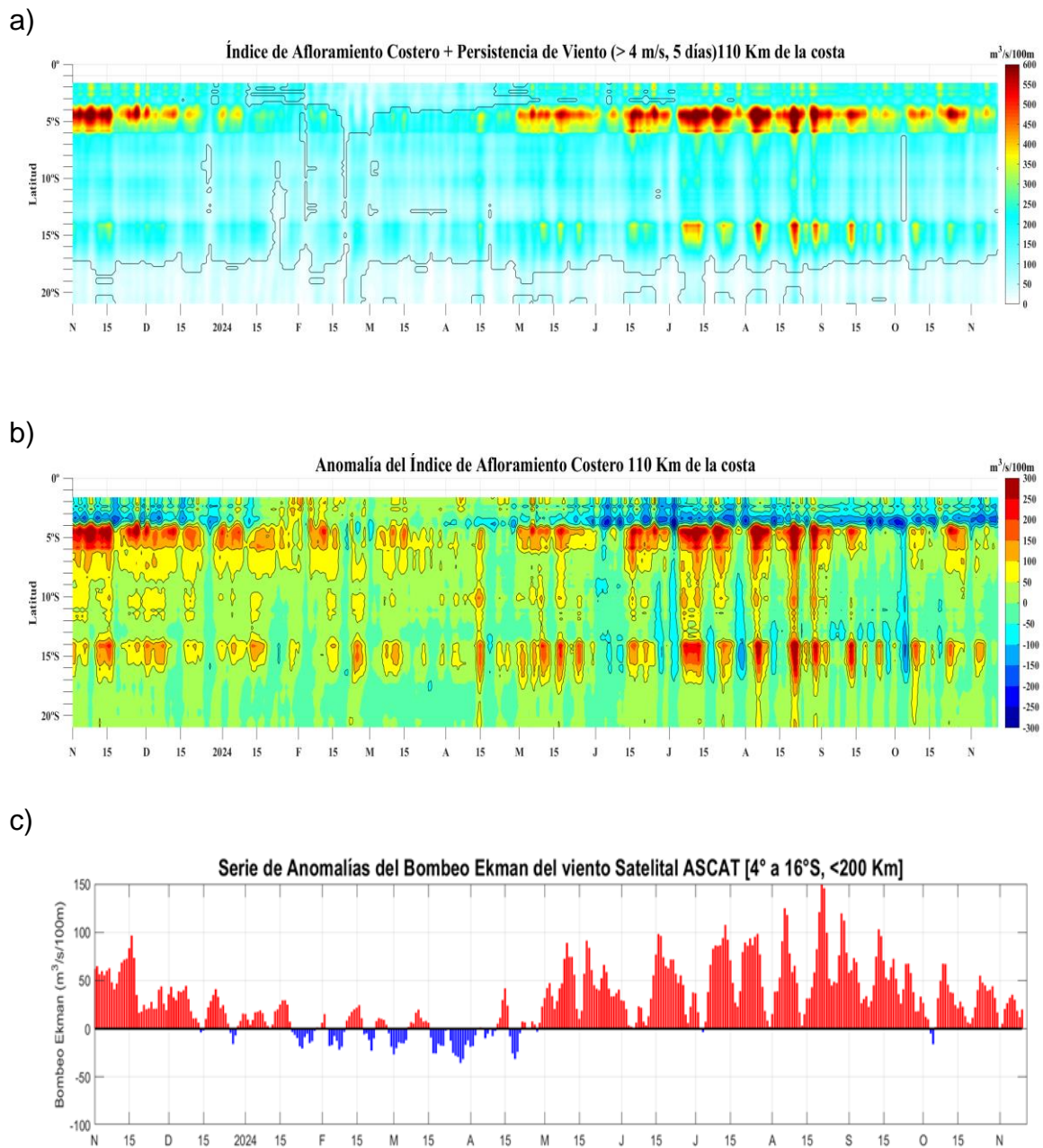


Figura 13. Índice de Afloramiento Costero (IAC), calculado a partir del viento satelital a 110 km frente a la costa del Perú: a) Índice de Afloramiento Costero - IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$), b) Anomalia del IAC ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y c) Anomalías del Índice del Bombeo Ekman dentro de los 200km ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$). Fuente: Satélite ASCAT + GFS, Procesamiento: Laboratorio de Hidrofísica Marina y Laboratorio Costero de Santa Rosa, IMARPE. Climatología 2000 – 2014. Actualizado al 12 de noviembre.

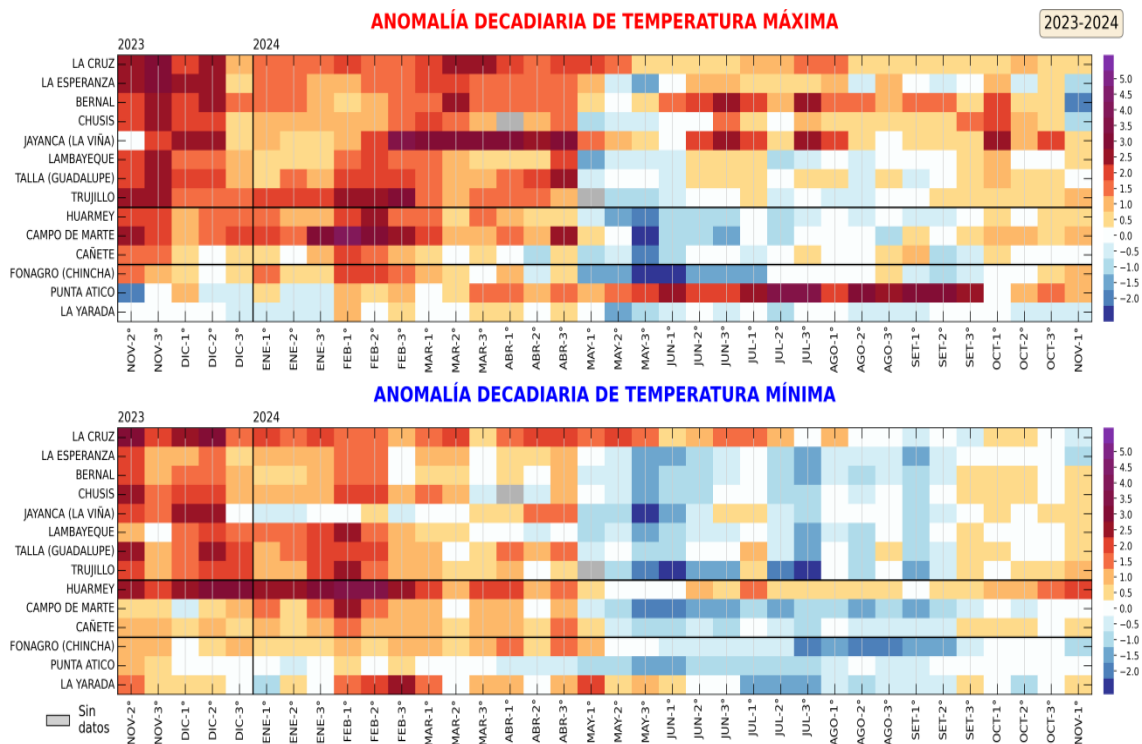


Figura 14. Anomalías decadales (°C) de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana. Climatología: 1991-2020. Fuente: SENAMHI.

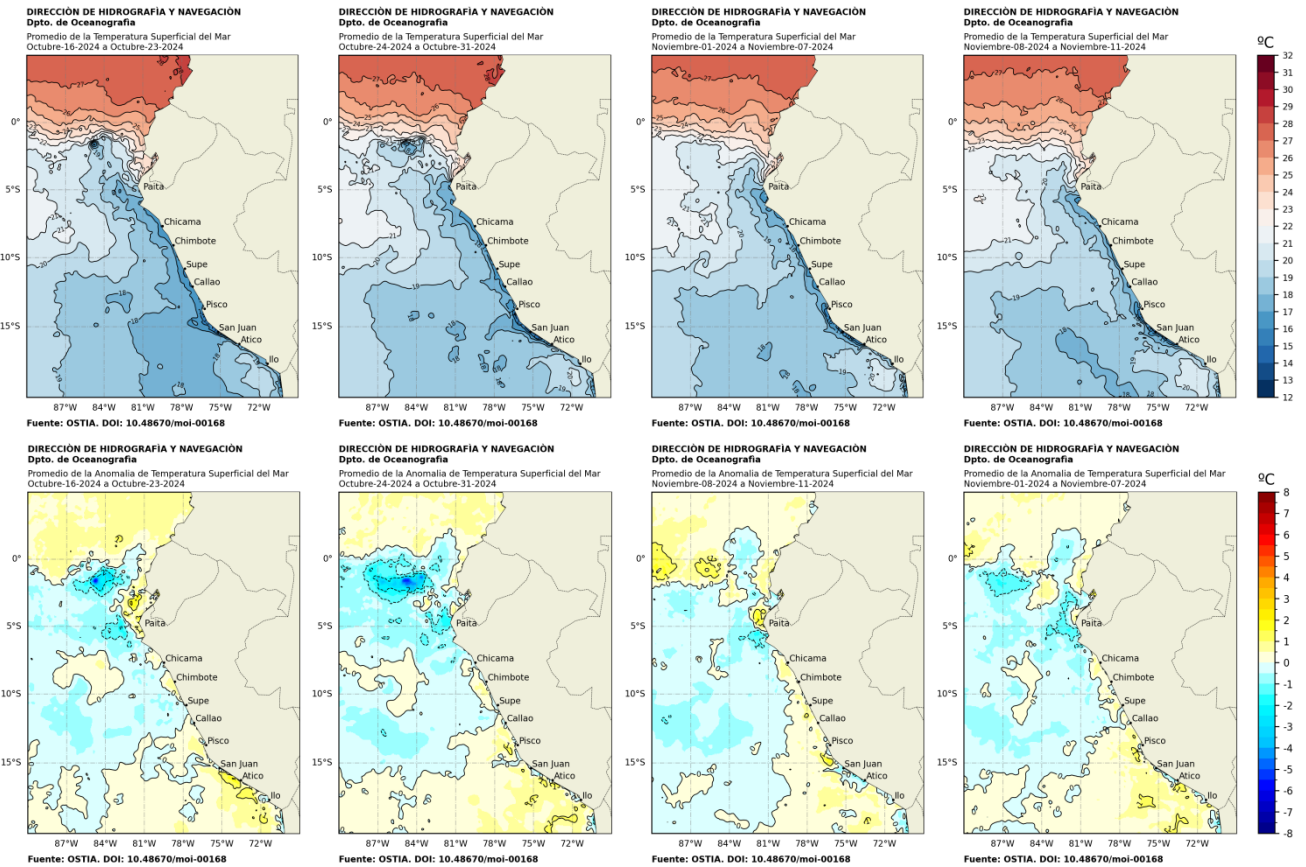
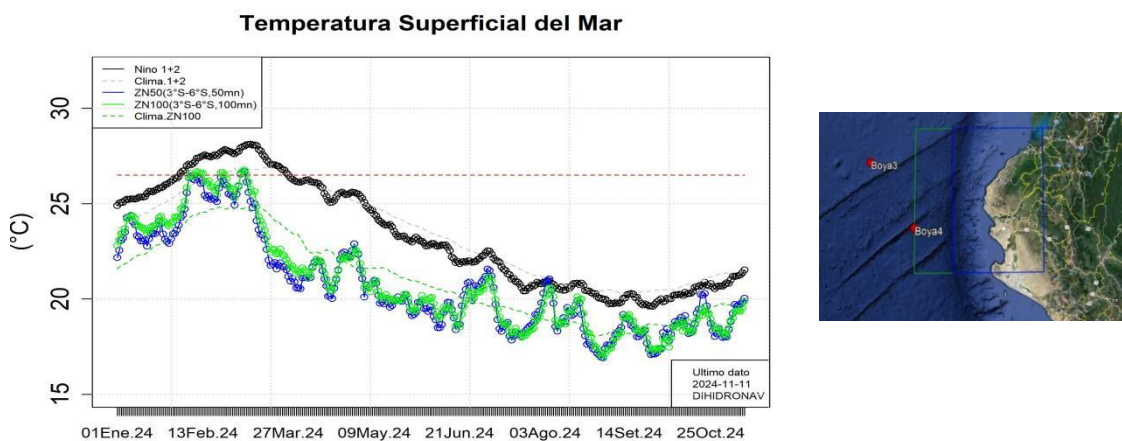


Figura 15. Distribución semanal de temperatura superficial del mar (TSM) y su anomalía, del 16 de octubre 2024 al 11 de noviembre 2024. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV.

a)



b)

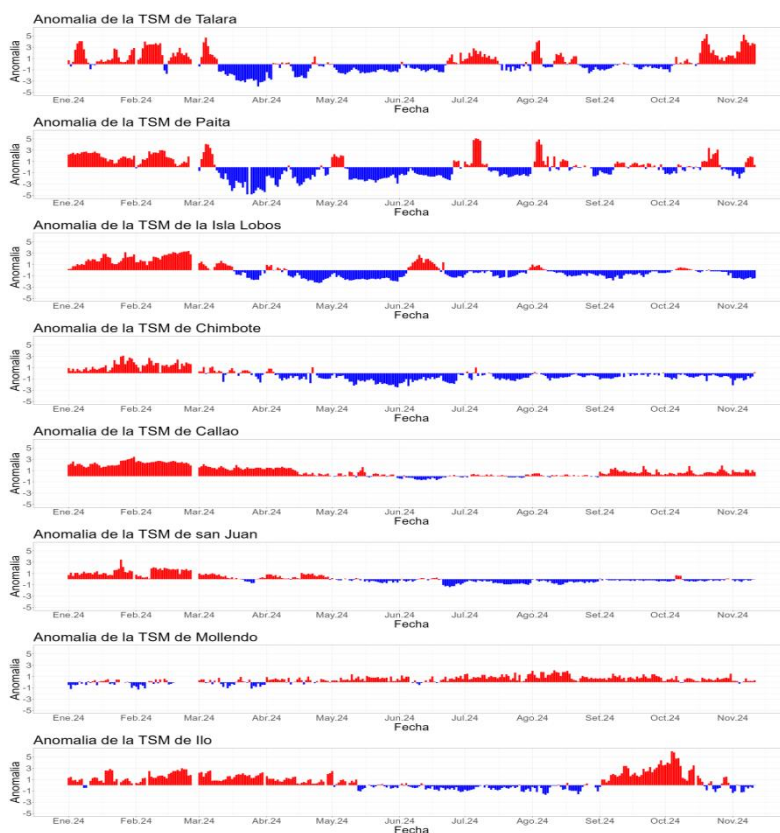


Figura 16. Temperatura superficial del mar diario en la región Niño 1+2 (línea negra), promedio entre la latitud de 3°S -6°S a 50 millas (línea azul) y 100 millas (línea verde) desde enero 2024 al 13 de octubre 2024. Fuente: OSTIA, Climatología: 1991-2020. Elaboración: DIHIDRONAV (a). Anomalia de la TSM diaria a lo largo del litoral de Perú de enero 2024 al 11 de noviembre 2024. Climatología: 1991-2020. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV (b).

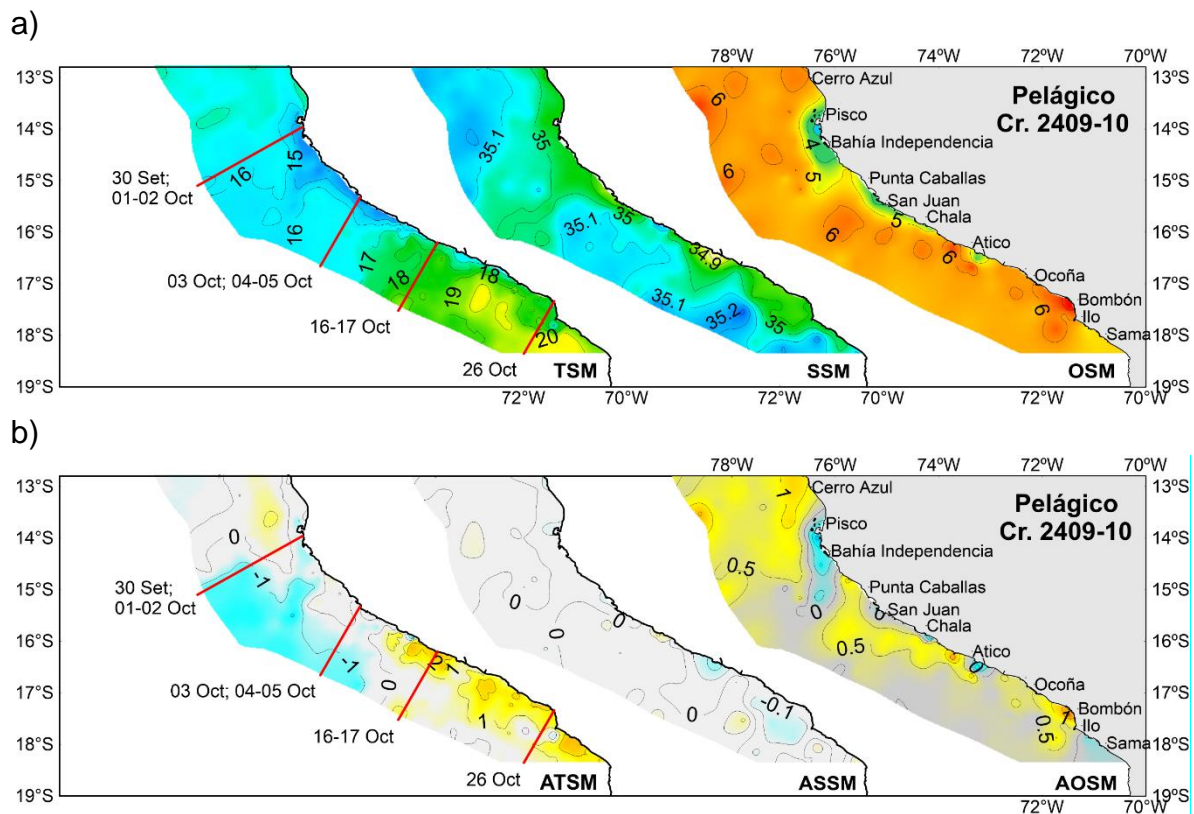
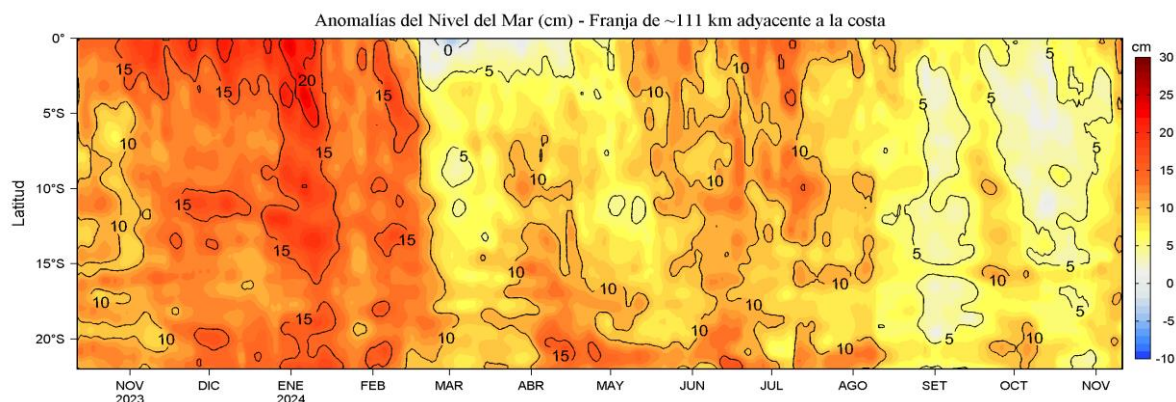


Figura 17. Distribución espacial de a) TSM, SSM y oxígeno superficial del mar (OSM) y b) Anomalías de TSM (ATSM), SSM (ASSM) y OSM (AOSM), registradas durante el Crucero Cr. 2409-10, EP Andes 53 (Copeinca) y EP Tasa 44 (TASA), periodo del 30 de setiembre al 31 de octubre, registrado desde Pisco hasta Sama.

a)



b)

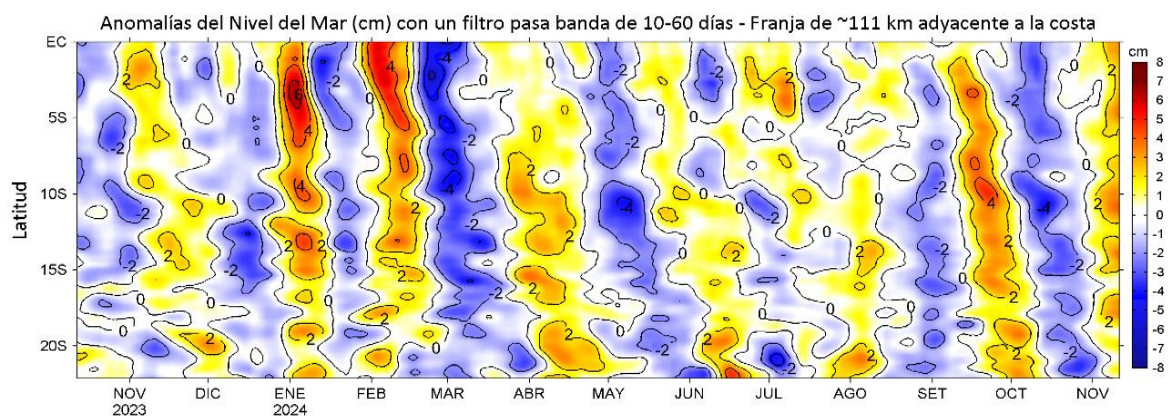


Figura 18. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-60 días, para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos trece meses, al 11 de noviembre del 2024. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

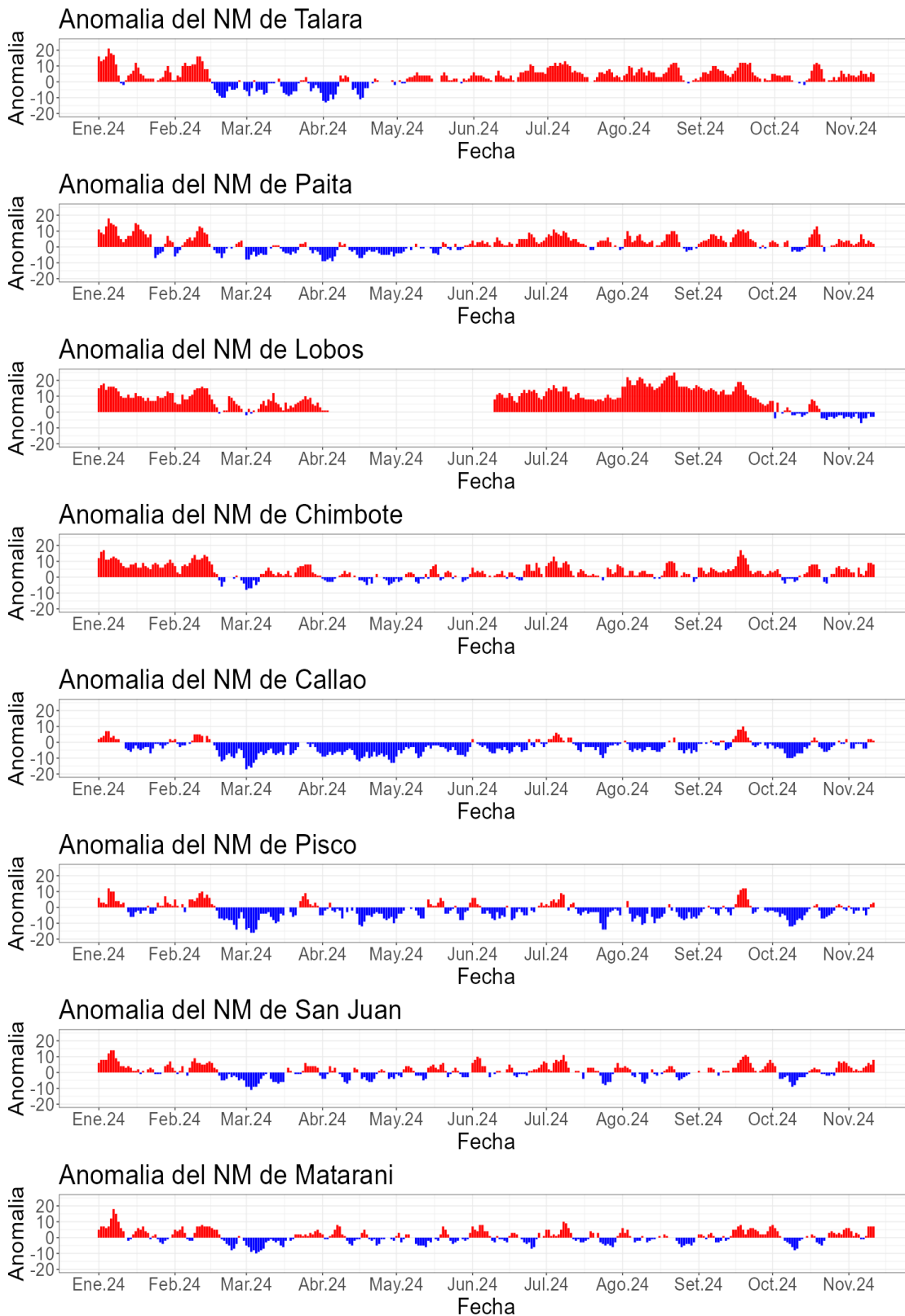
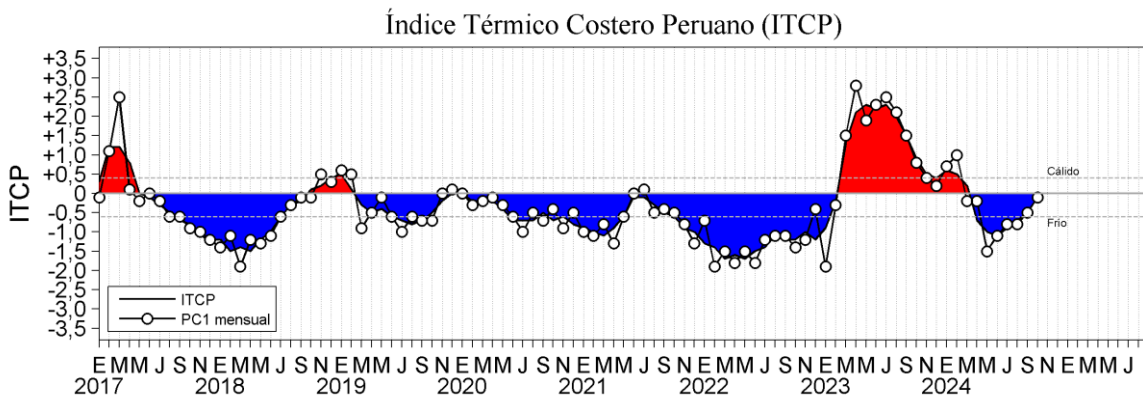


Figura 19. Anomalia de la NM diario a lo largo del litoral de Perú de enero 2024 al 11 de noviembre 2024. Fuente y procesamiento: DIHIDRONAV.

a)



b)

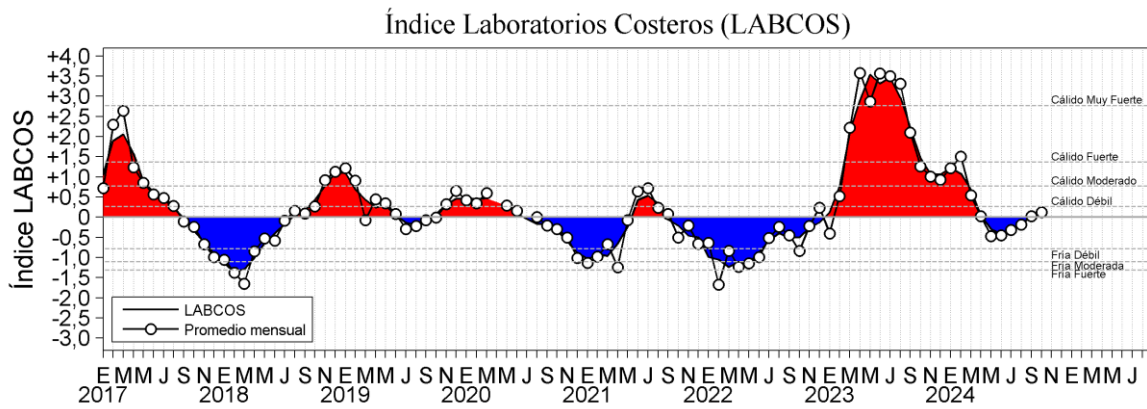
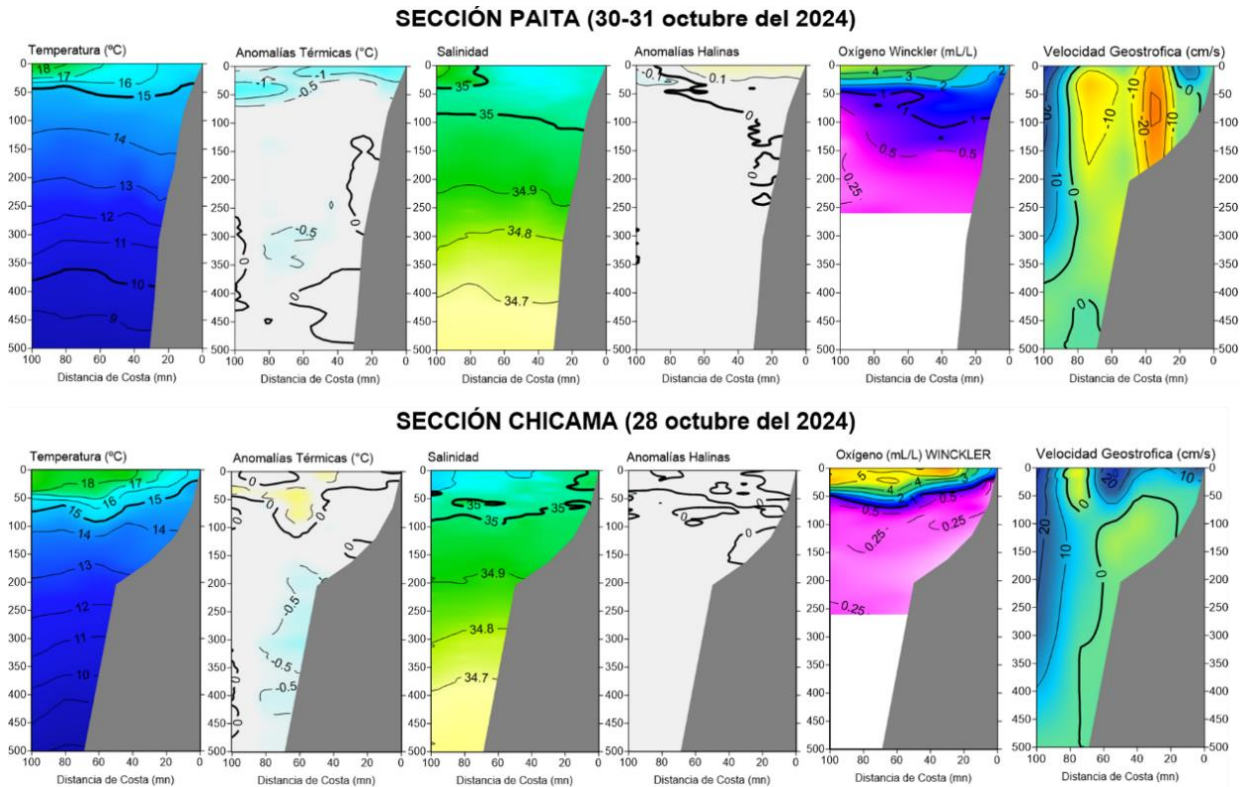


Figura 20. a) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), y b) Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) del año 2017 a octubre 2024.

(a)



(b)

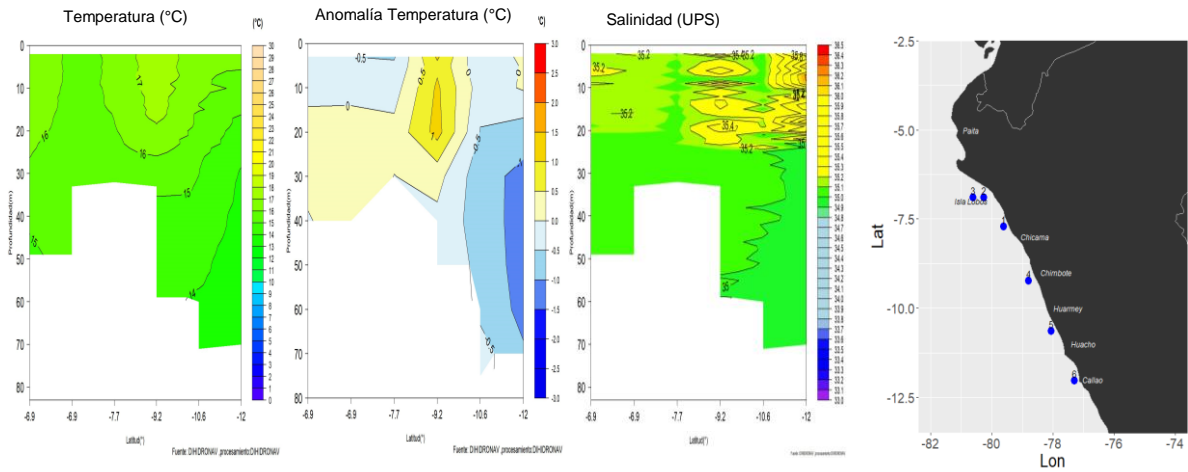


Figura 21, (a) Secciones oceanográficas de temperatura, anomalía térmica, salinidad, anomalía halina, y oxígeno disuelto, realizadas frente a Paita y Chicama dentro de las 100 mn, entre el 28 y 31 de octubre de 2024. Climatología: 1991-2020. (b) Perfiles oceanográficos de temperatura, anomalía térmica y salinidad, realizadas en el trayecto a 10 mn, entre el 20 y 22 de octubre de 2024. Climatología: 1991-2020.

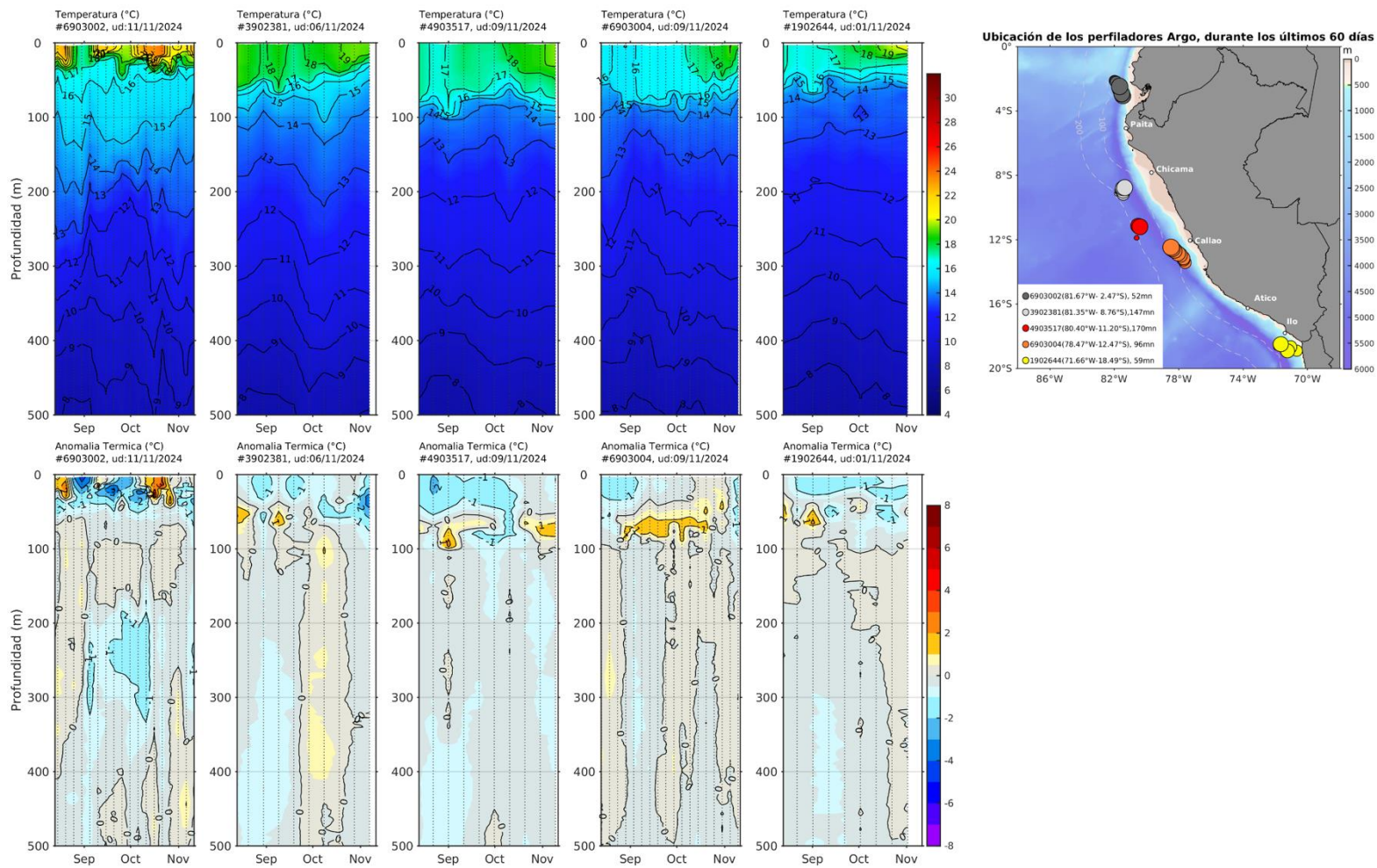


Figura 22. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores Argo en la zona costera (dentro de las 200 mn) y ubicación de sus últimas posiciones (septiembre 2024). Climatología: 1991-2020 (Domínguez et al., 2023). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

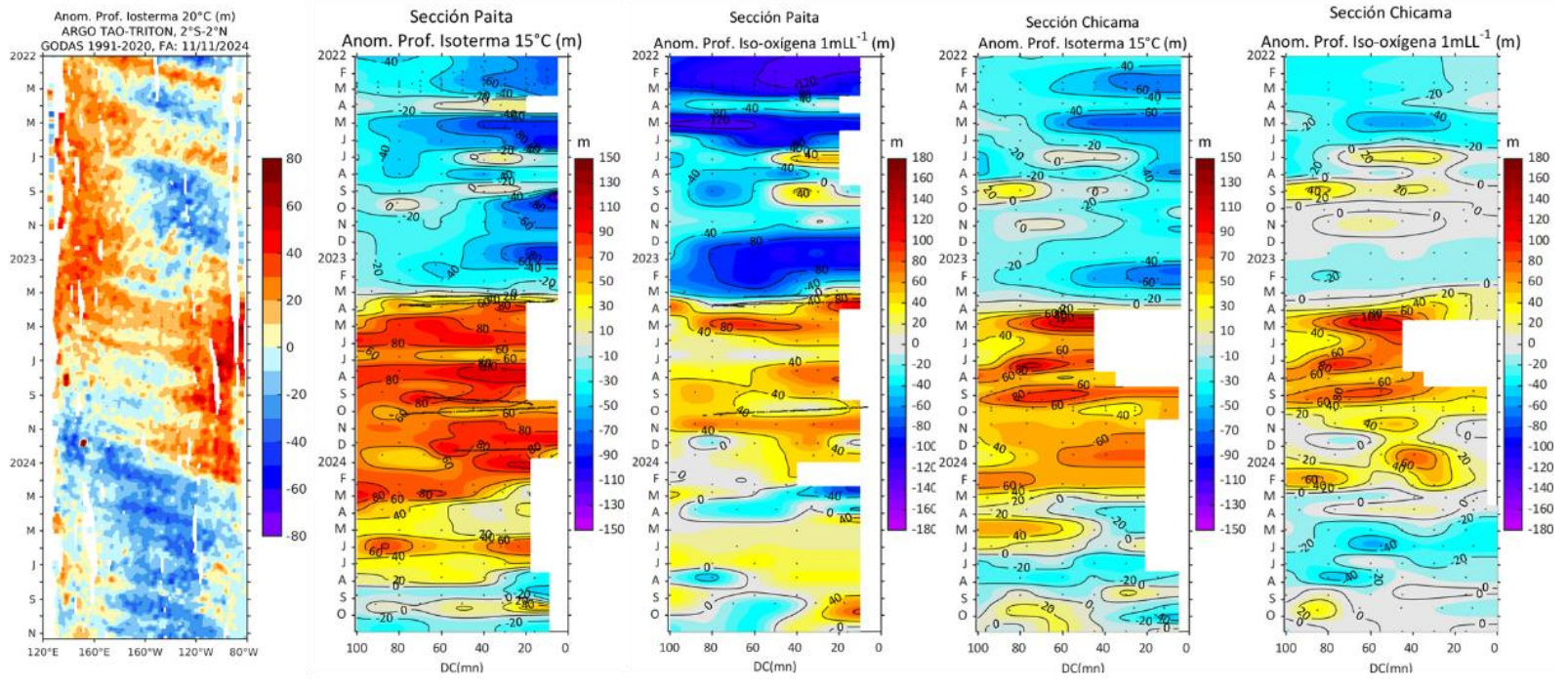


Figura 23. Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 en el Pacífico ecuatorial (ARGO/TAO Triton) y anomalías de la profundidad de la isoterma de 15 °C y de la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹, indicadores de la termoclina y de la oxiclina.

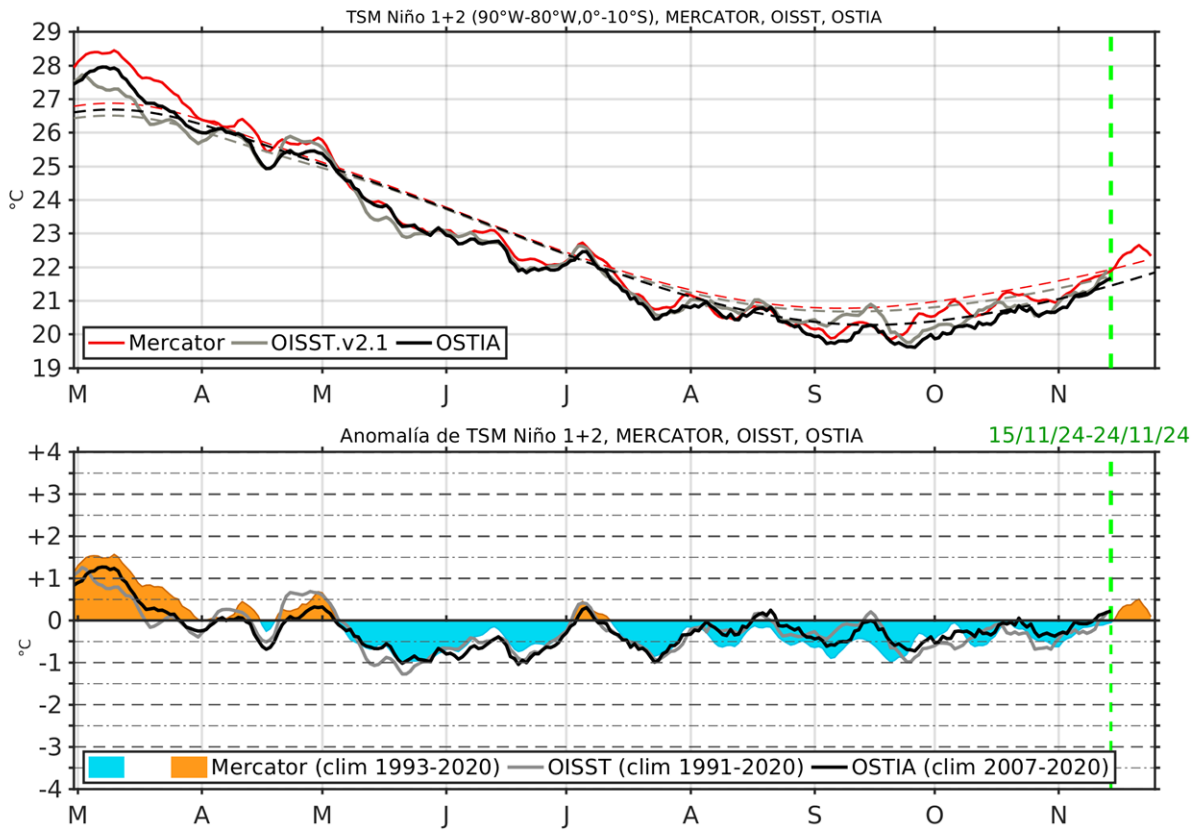


Figura 24. Temperatura superficial del Mar (TSM), MERCATOR (rojo), OISST (gris), OSTIA (negro), (arriba); y Anomalía de TSM, Mercator (sombreado rojo y azul), OISST (gris), OSTIA (negro), (abajo), en la región Niño 1+2.

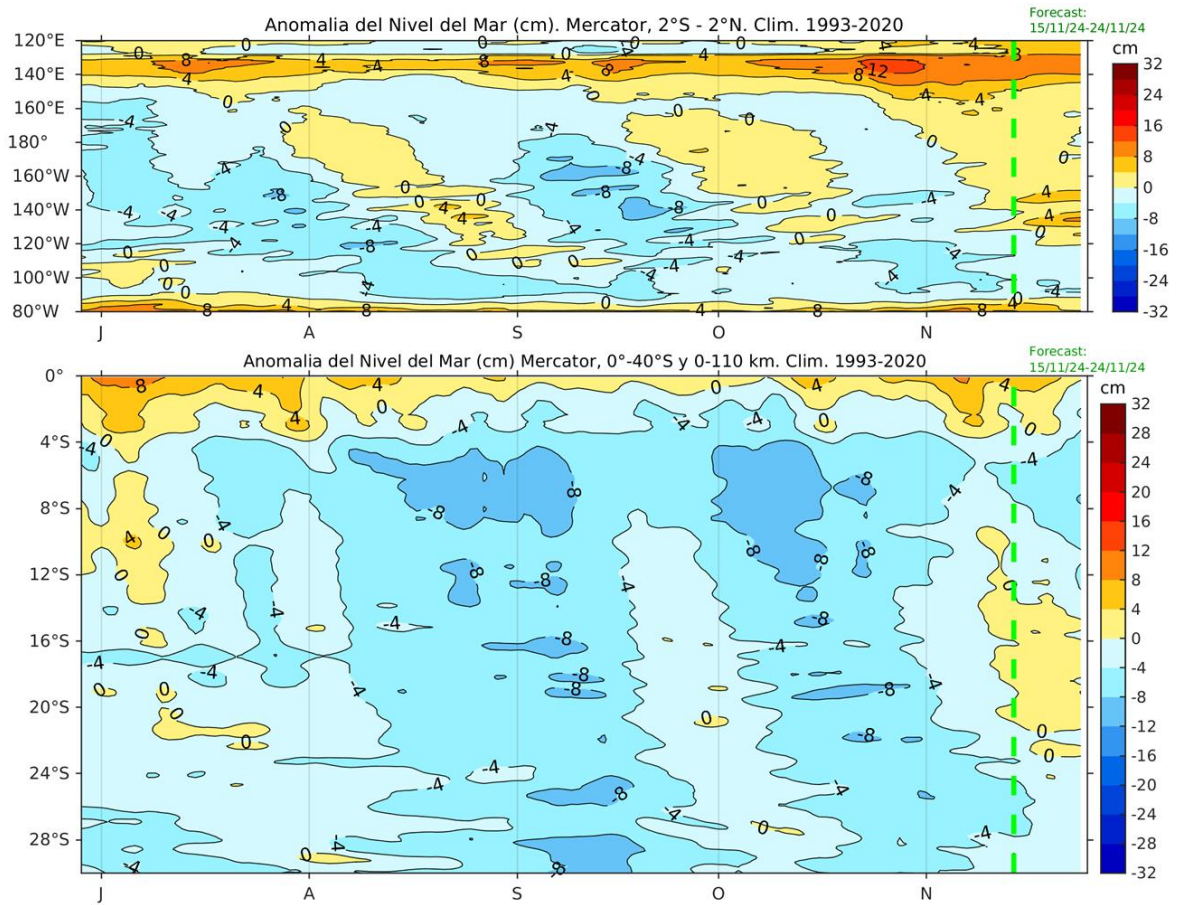


Figura 25. Anomalia de nivel del mar en el Pacifico ecuatorial, entre los 120°E - 80°W y 2°N - 2°S (arriba), y dentro de los 110 km frente a la costa entre los 0° - 30°S (abajo). Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.

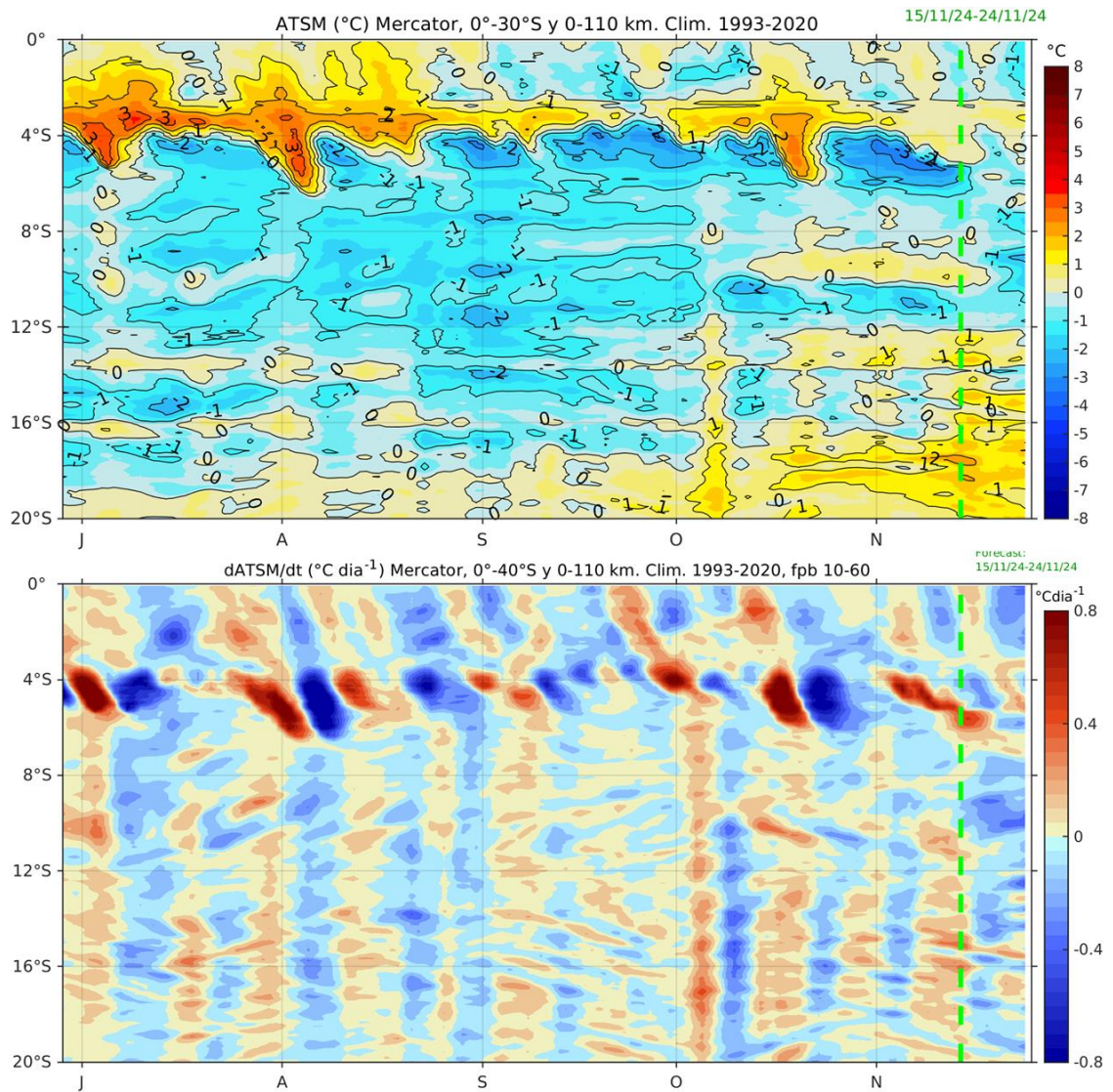
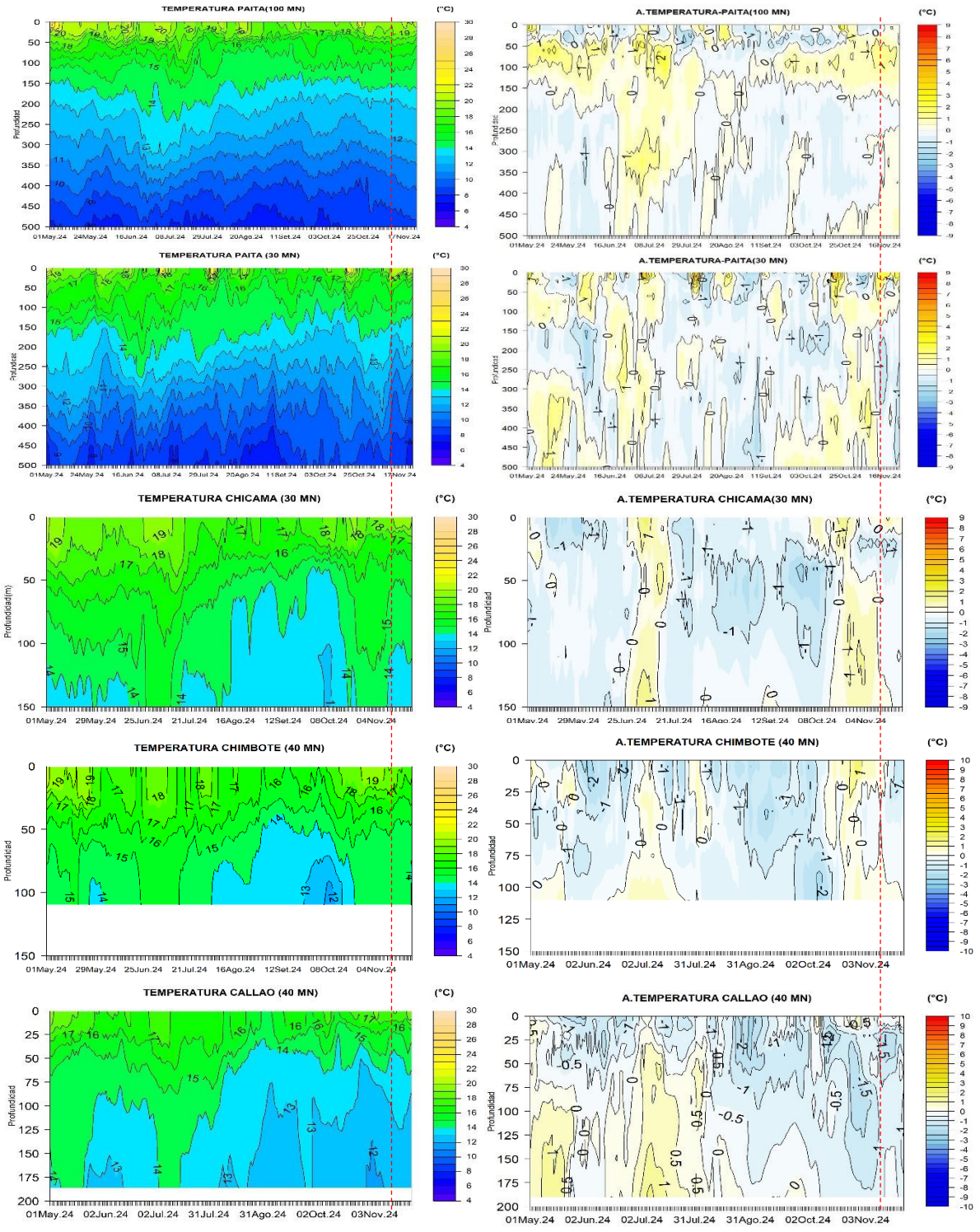


Figura 26. Anomalía de la TSM (arriba) y tasa de cambio de anomalía de TSM respecto al tiempo (abajo) dentro de los 110 km frente a la costa. Climatología de 1993-2020. Fuente: MERCATOR.



Fuente: MERCATOR, procesamiento: DIHIDRONAV. Último dato: 2024-11-2.

Fuente: MERCATOR, procesamiento: DIHIDRONAV. Último dato: 2024-11-24.

Figura 27. Pronóstico de temperatura sub-superficial del mar y su anomalía hasta los 500 m de profundidad frente a) Paita (100 mn), b) Paita (30 mn), c) Chicama (30 mn), d) Chimbote (40 mn) y e) Callao (40 mn). Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV.

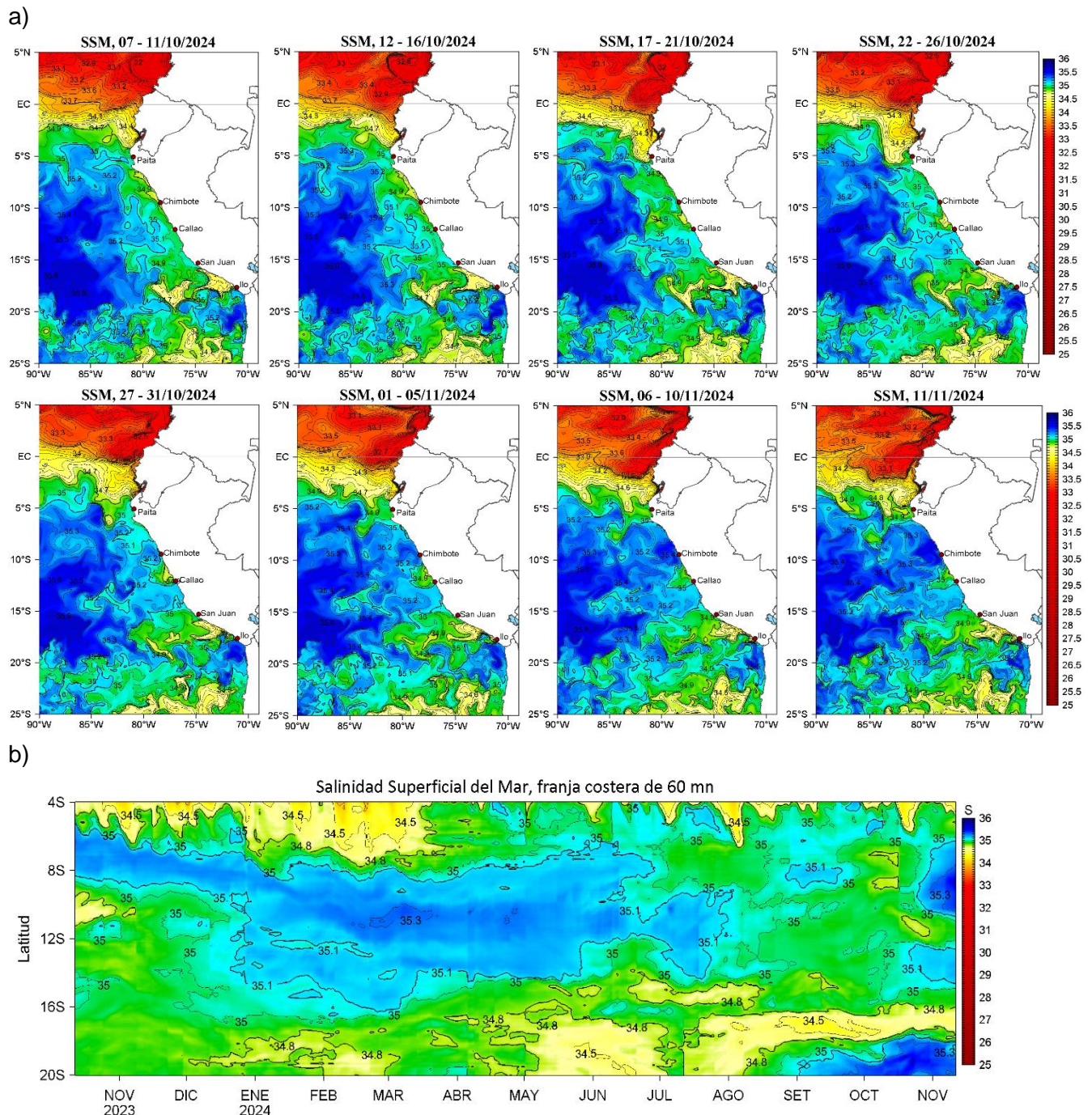


Figura 28. (a) Distribución pentadal de la Salinidad Superficial del Mar (SSM) en el Pacífico Sudeste, durante el 07 de octubre y 11 de noviembre 2024. (b) Diagrama Hovmöller de la SSM en la franja de las 60 millas costeras, al 08 de setiembre 2024. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

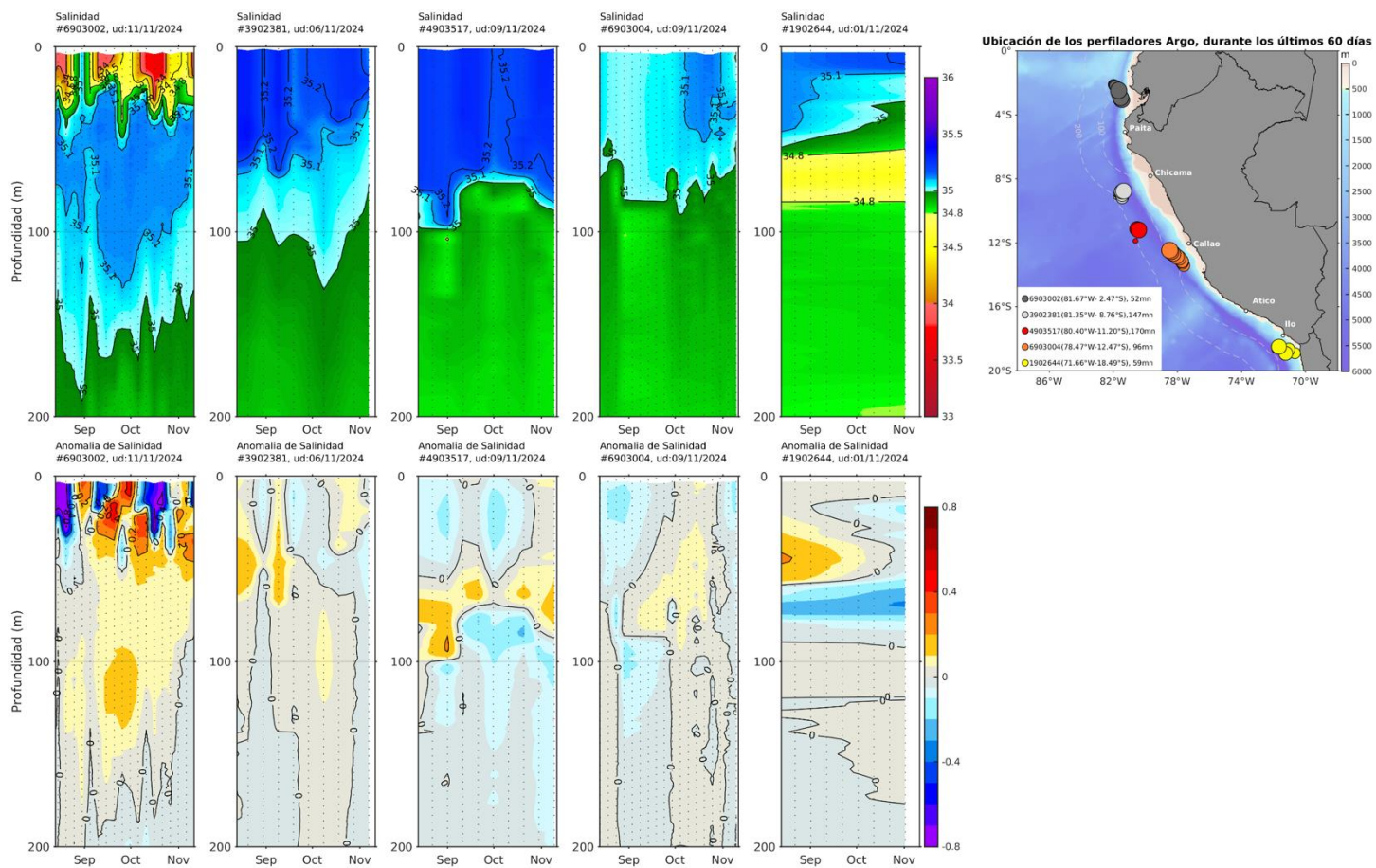


Figura 29. Evolución de la salinidad del agua de mar y sus anomalías en perfiladores ARGO en la zona costera (dentro de las 100 mn) y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas donde brindaron información. Fuente: ARGO, climatología: 1991-2020 (Q/DGIOCC/IMARPE)

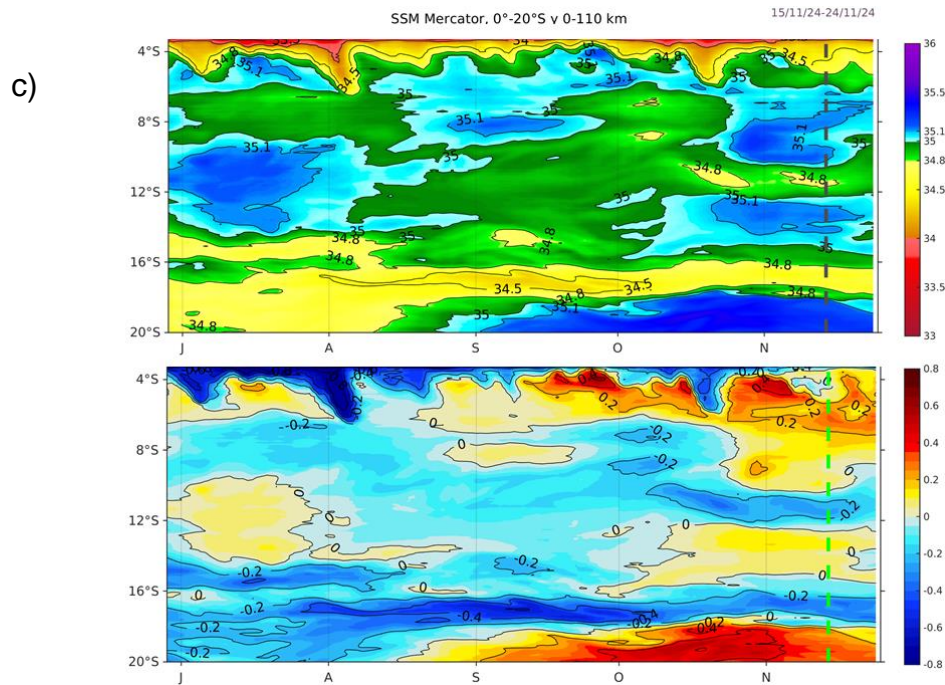
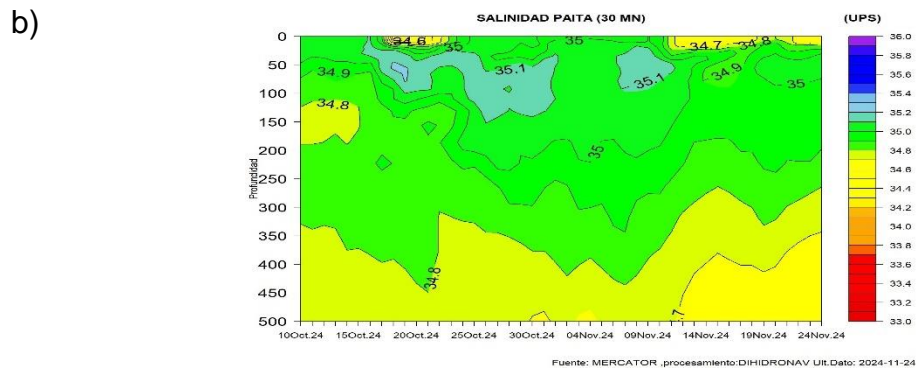
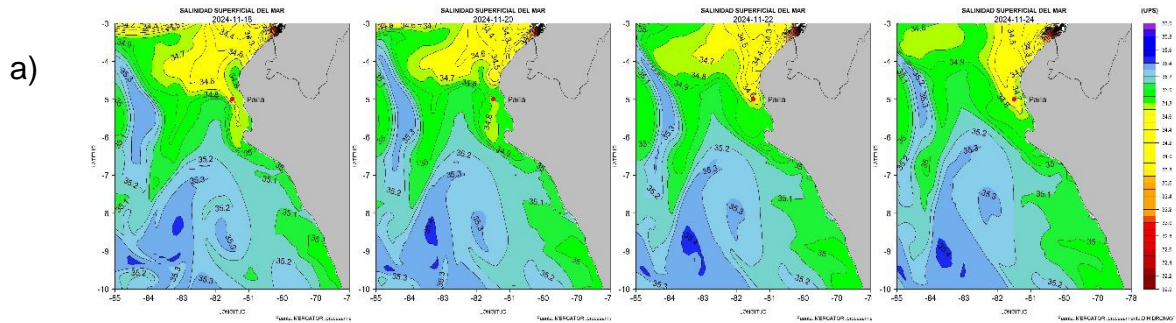


Figura 30. Pronóstico de la salinidad en (a) superficie frente a la costa norte y centro; b) sub-superficie hasta los 500m de profundidad frente Paita (30 mn); y (c) en la franja de 110 Km frente a la costa en absoluto y anomalía. Fuente: Mercator. Procesamiento: DIHIDRONAV (a,b) e IMARPE (c).

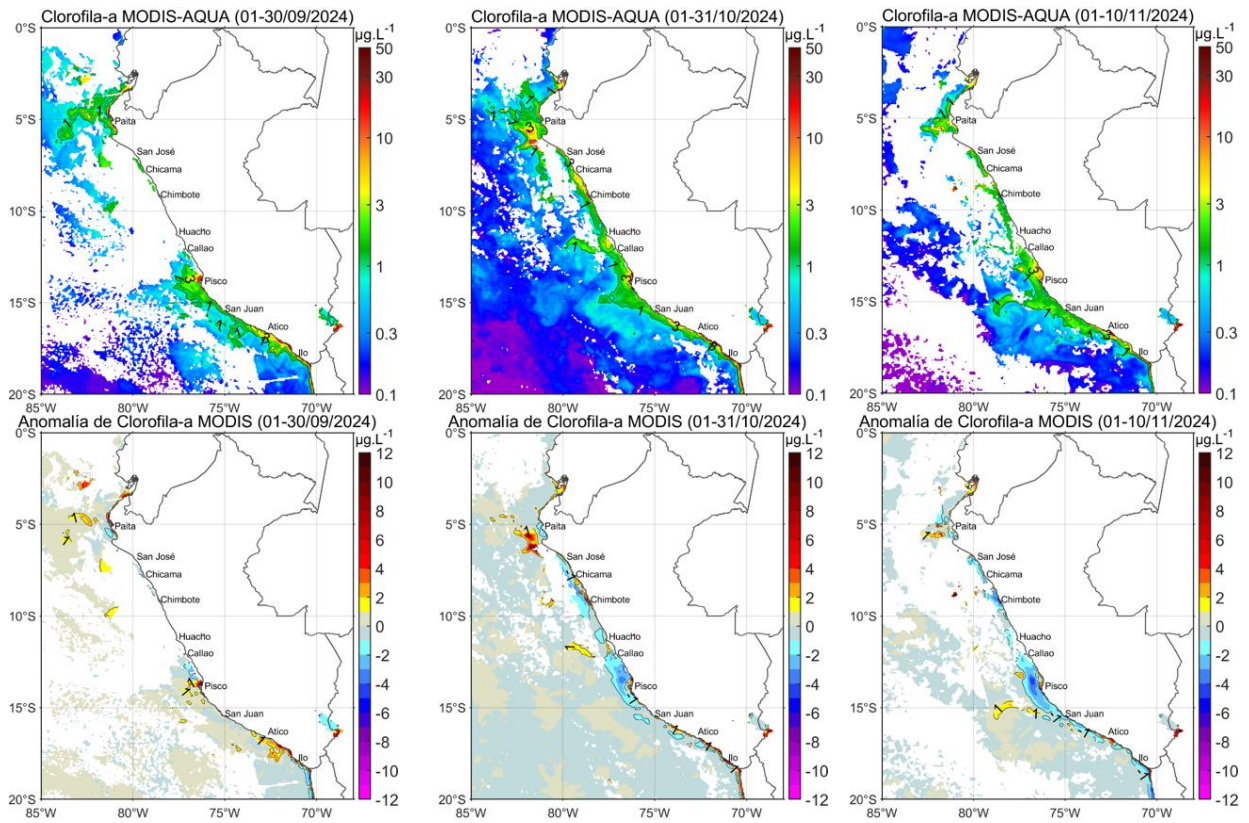


Figura 31. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel superior) y su anomalía ($\mu\text{g L}^{-1}$, panel inferior), durante setiembre, octubre y del 1 al 10 noviembre de 2024 (de izquierda a derecha), proveniente de MODIS-AQUA. Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE.

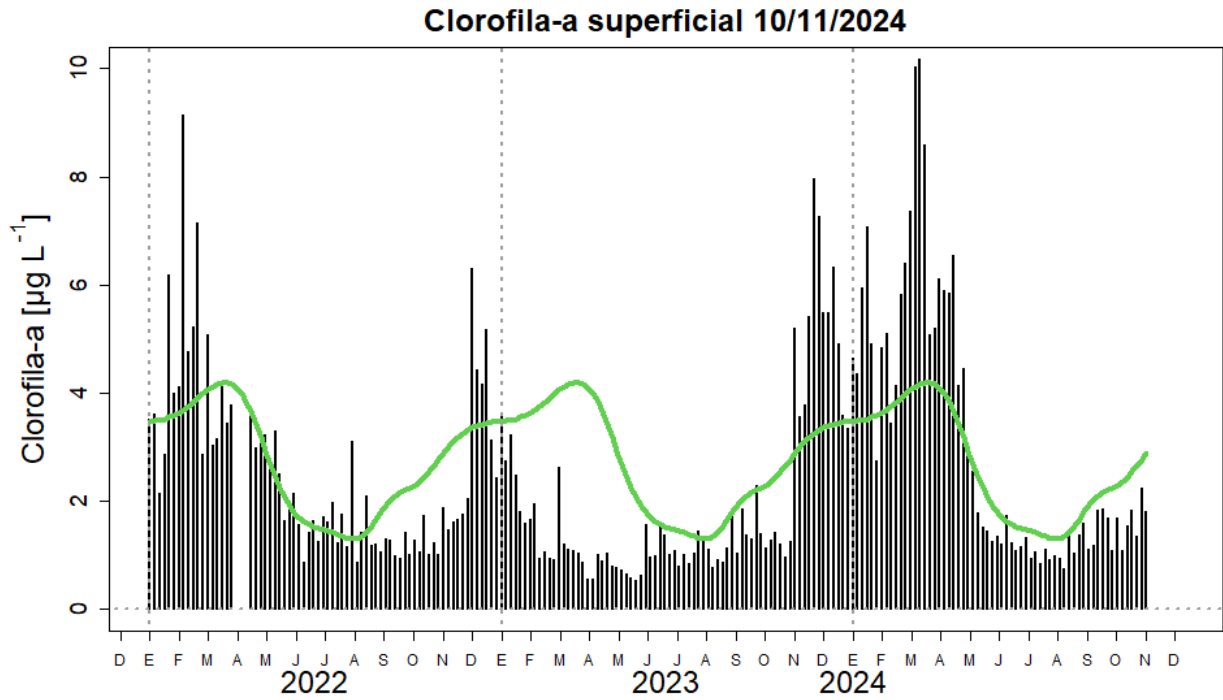


Figura 32. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre $4^{\circ}\text{S} - 16^{\circ}\text{S}$ y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

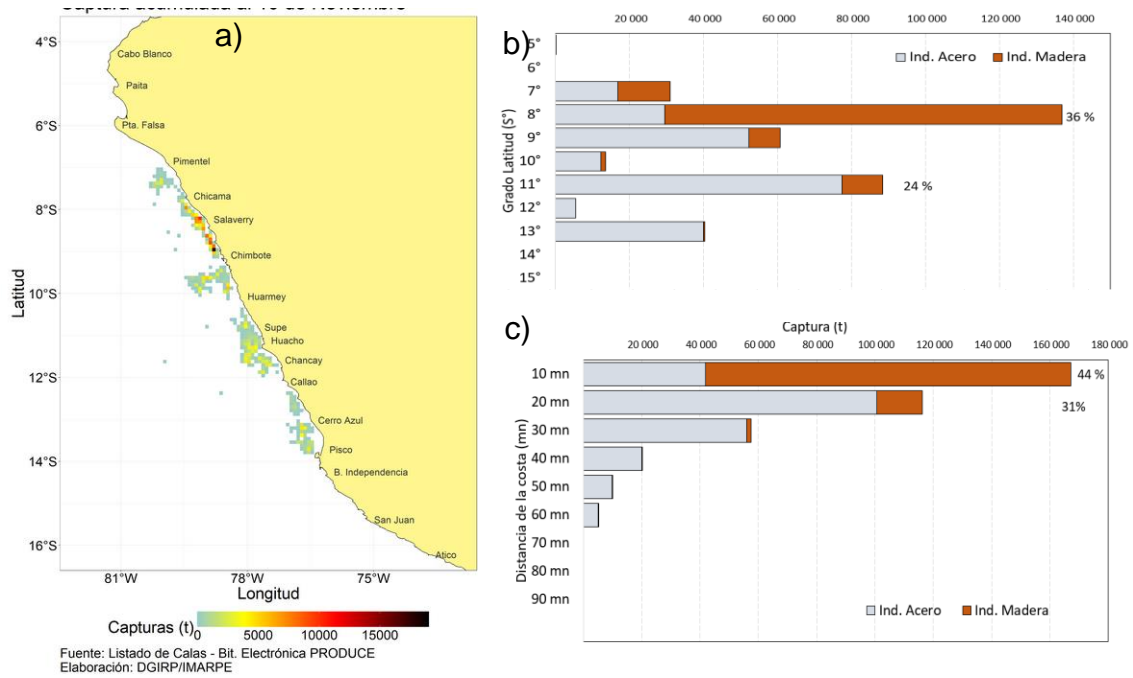


Figura 33. Distribución espacial de la anchoveta, b) capturas de anchoveta (t) según grado de latitud y c) capturas de anchoveta según distancia de la costa (mn) de la flota de cerco industrial, durante la segunda temporada de pesca de la región norte-centro 2024.

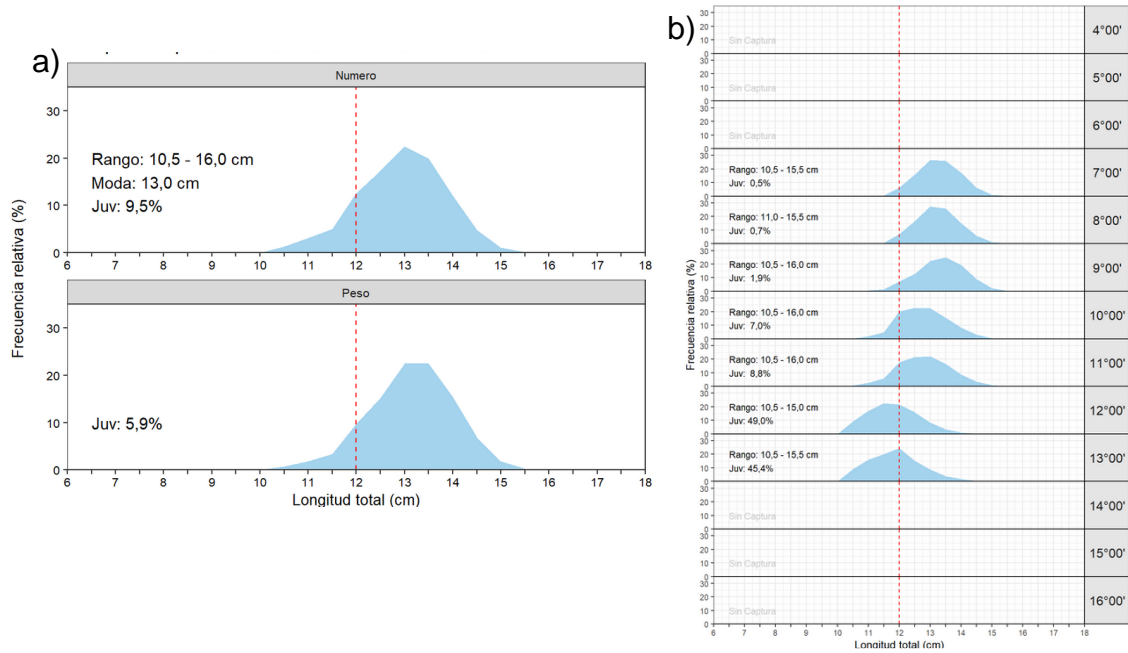
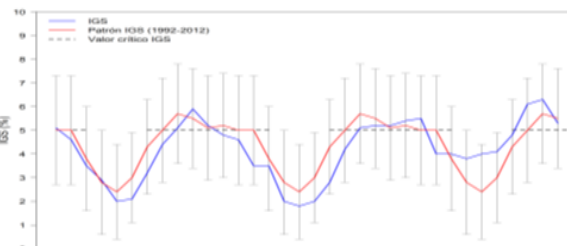


Figura 34. Estructura de tallas de anchoveta a) total, b) según grado latitudinal durante la segunda temporada de pesca de la región Norte – Centro 2024.

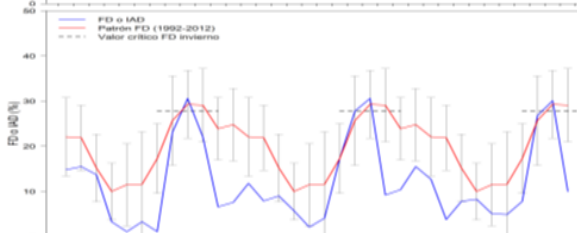
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)

Indicador de Actividad Reproductiva



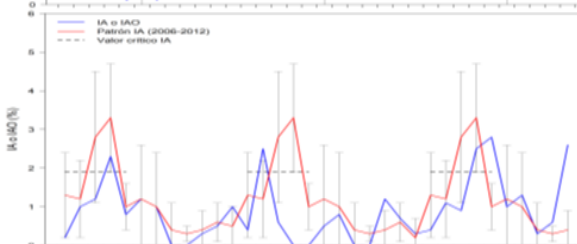
FRACCIÓN DESOVANTE (FD)

Indicador del proceso de desove



ÍNDICE DE ATRESIA (IA)

Indicador de la finalización del desove



CONTENIDO GRASO (CG)

Indicador de la reserva de energía

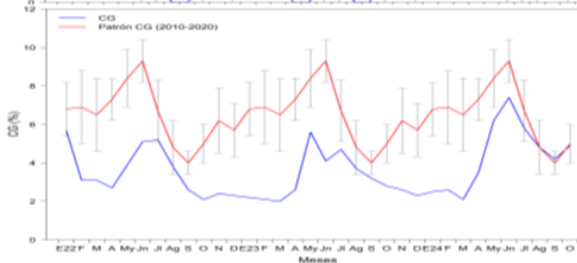


Figura 35. Indicadores reproductivos a) índice gonadosomático, b) fracción desovante, c) índice de atresia y de condición somática d) contenido graso de anchoveta peruana *Engraulis ringens* de enero del 2022 a setiembre del 2024.

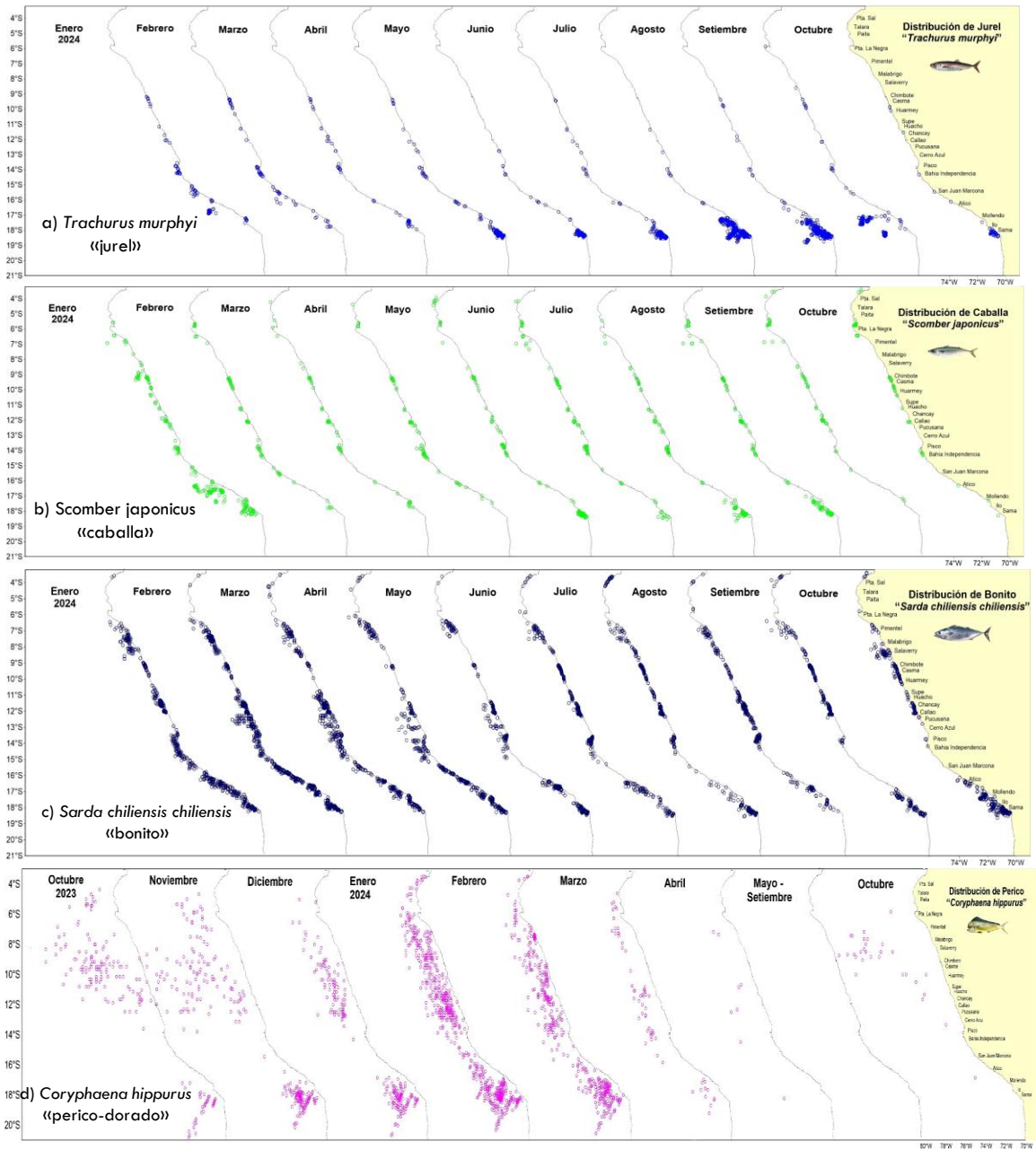
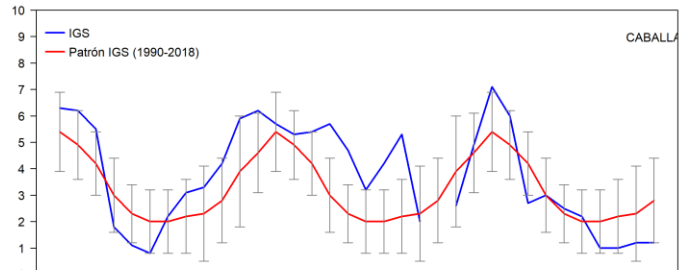
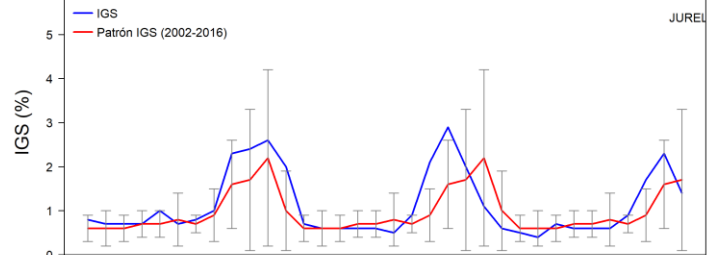


Figura 36. Distribución de los trans zonales a) jurel, b) caballa, c) bonito y d) perico durante octubre 2023 a octubre de 2024.

CABALLA *Scomber japonicus*
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
 Indicador de Actividad Reproductiva



JUREL *Trachurus murphyi*
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
 Indicador de Actividad Reproductiva



BONITO *Sarda chiliensis chiliensis*
ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)
 Indicador de Actividad Reproductiva

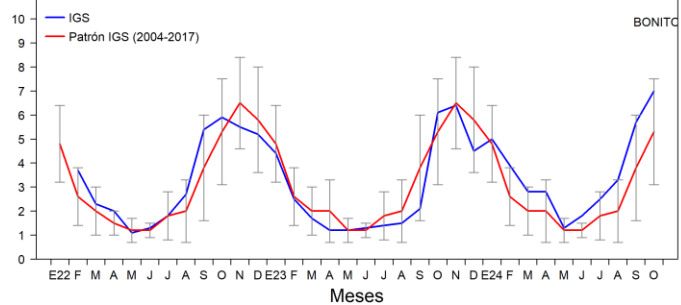


Figura 37. Índice gonadosomático (IGS) de a) caballa, b) jurel y c) bonito de enero del 2022 a octubre del 2024.

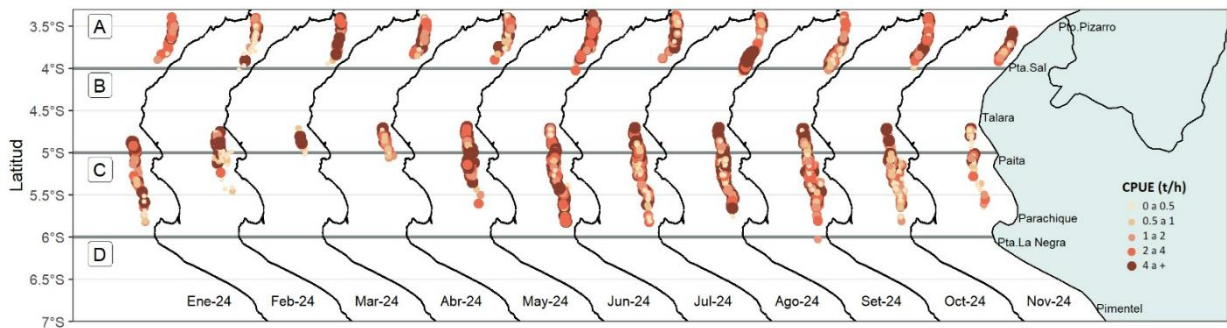


Figura 38. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE en th-1) por lance de pesca entre los meses de enero al 10 de noviembre de 2024 (de izquierda a derecha) de la flota industrial de arrastre de merluza.

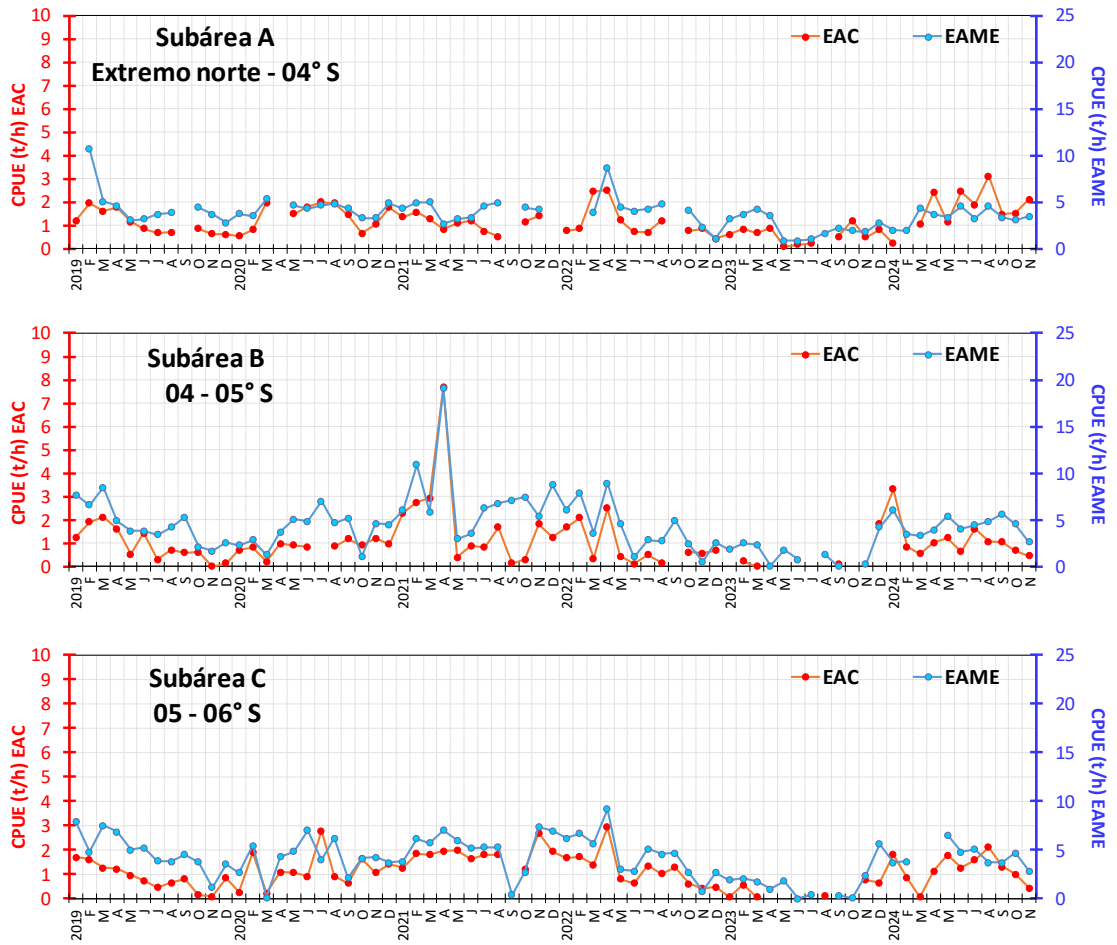


Figura 39. CPUE mensual (t h⁻¹) por sub-área de pesca y tipo de embarcación de la flota industrial de arrastre de merluza.

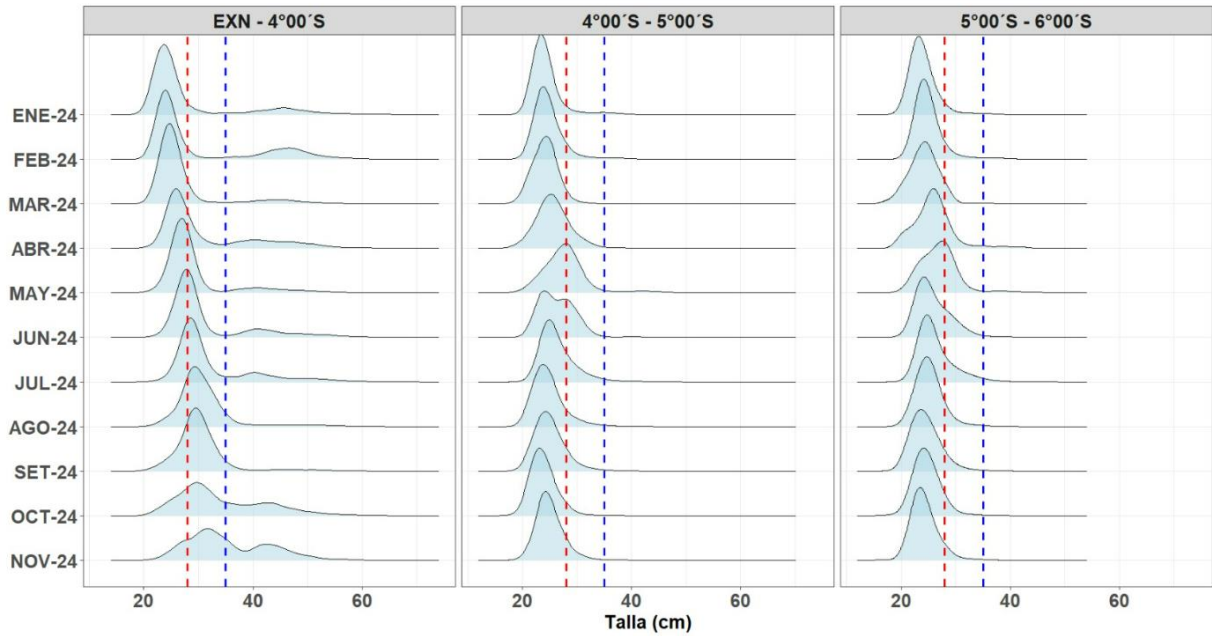


Figura 40. Distribución de tallas de merluza por sub-área (latitud) de enero al 08 de setiembre 2024, capturada por la flota industrial de arrastre.

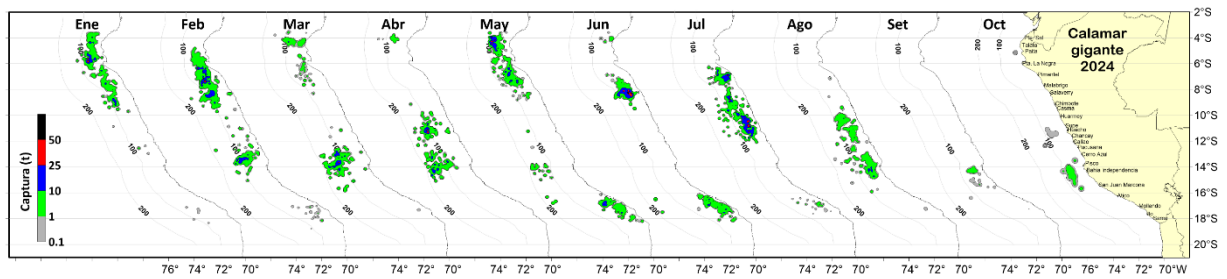


Figura 41. Distribución de la flota artesanal del calamar gigante *Dosidicus gigas*, enero – octubre (preliminar) 2024. Fuente: IMARPE – ROSPAS – Oficina de Pesca Artesanal. información preliminar para uso científico.

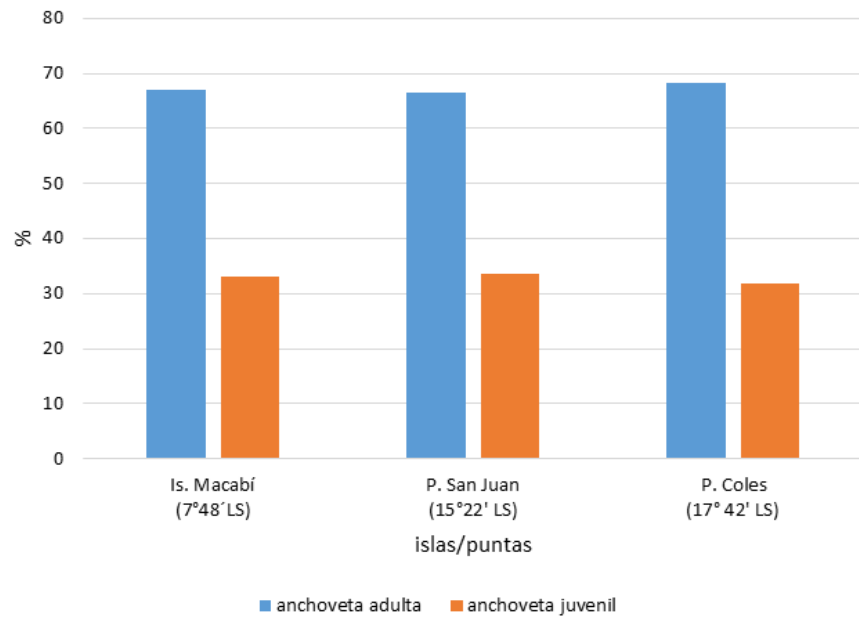


Figura 42. Variación latitudinal de la proporción de anchoveta juvenil en la dieta del guanay en las islas y puntas evaluadas en el mes de octubre del 2024.

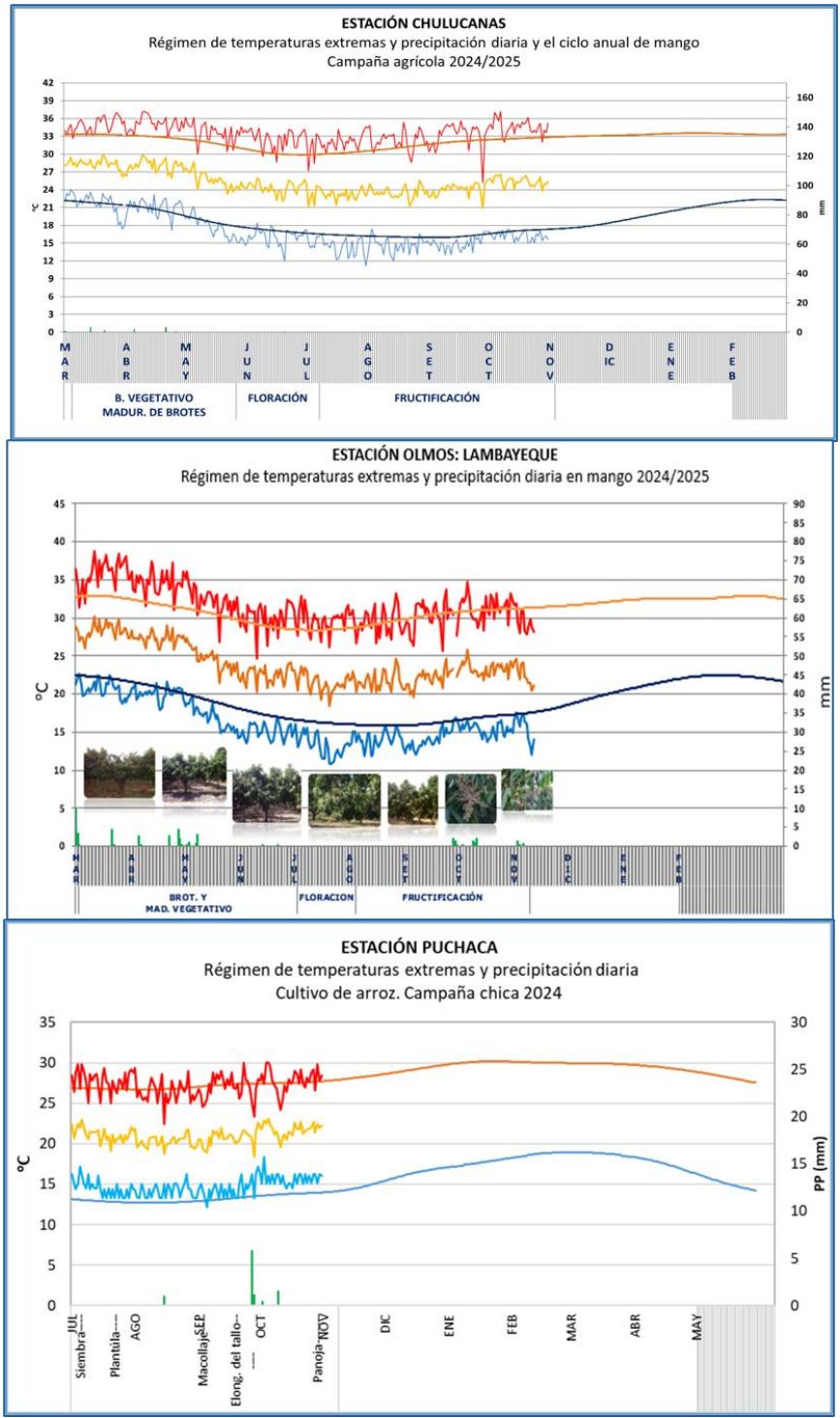


Figura 43. Monitoreo agrometeorológico del mango (Campaña 2024-2025) y arroz (Campaña 2024). Fuente: SENAMHI.

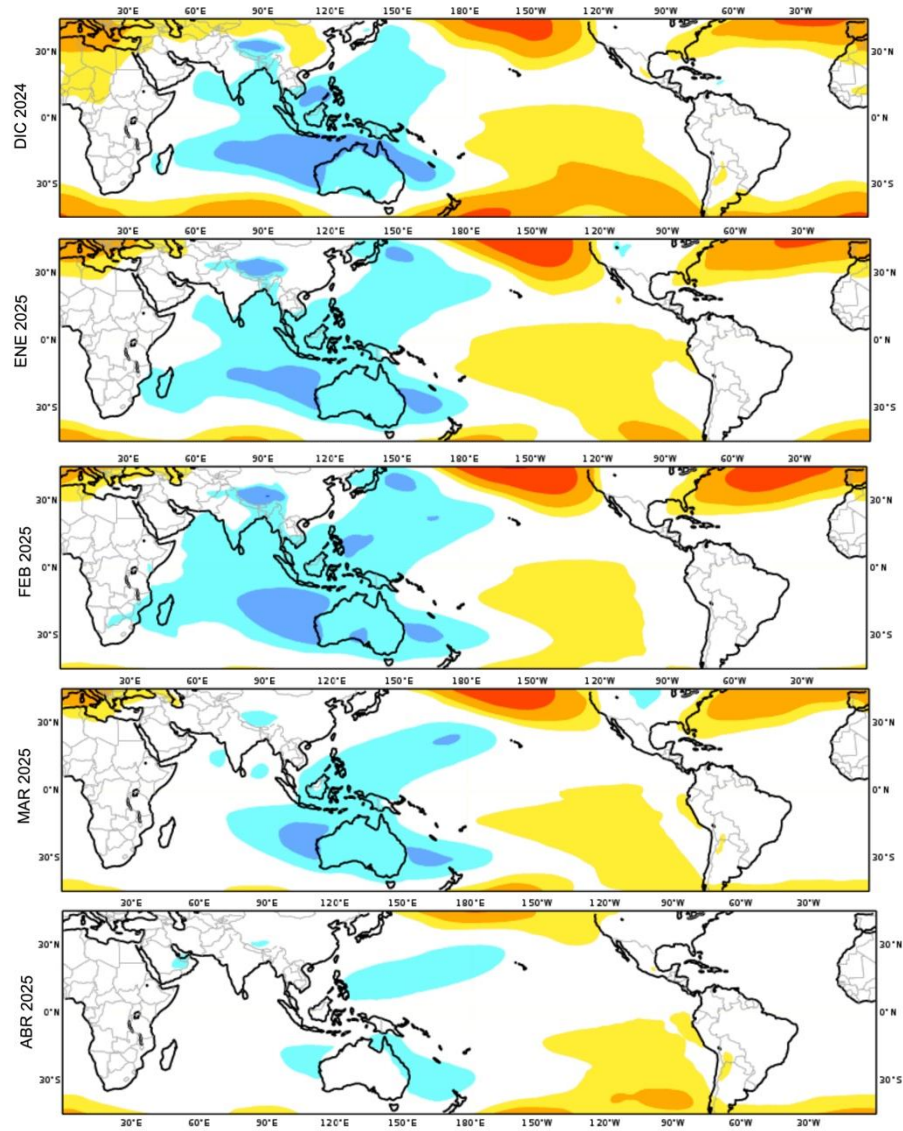


Figura 44. Mapas de pronóstico mensual del ensamblado de las anomalías de la presión atmosférica a nivel del mar en hPa, desde diciembre 2024 hasta abril 2025, usando el producto C3S multi-system proporcionados por the Copernicus Climate Change Service. iniciados el 01 noviembre 2024. Adaptado por IMARPE.

IGP-UHM IA model v1.0: Probability of a strong EP EN event ($E > 1.5$) in the following Jan: 0.01% (classif.), 0.00% (regress.) IC: October (Temporal) FT 1871-1984. Processing date: 13-11-2024

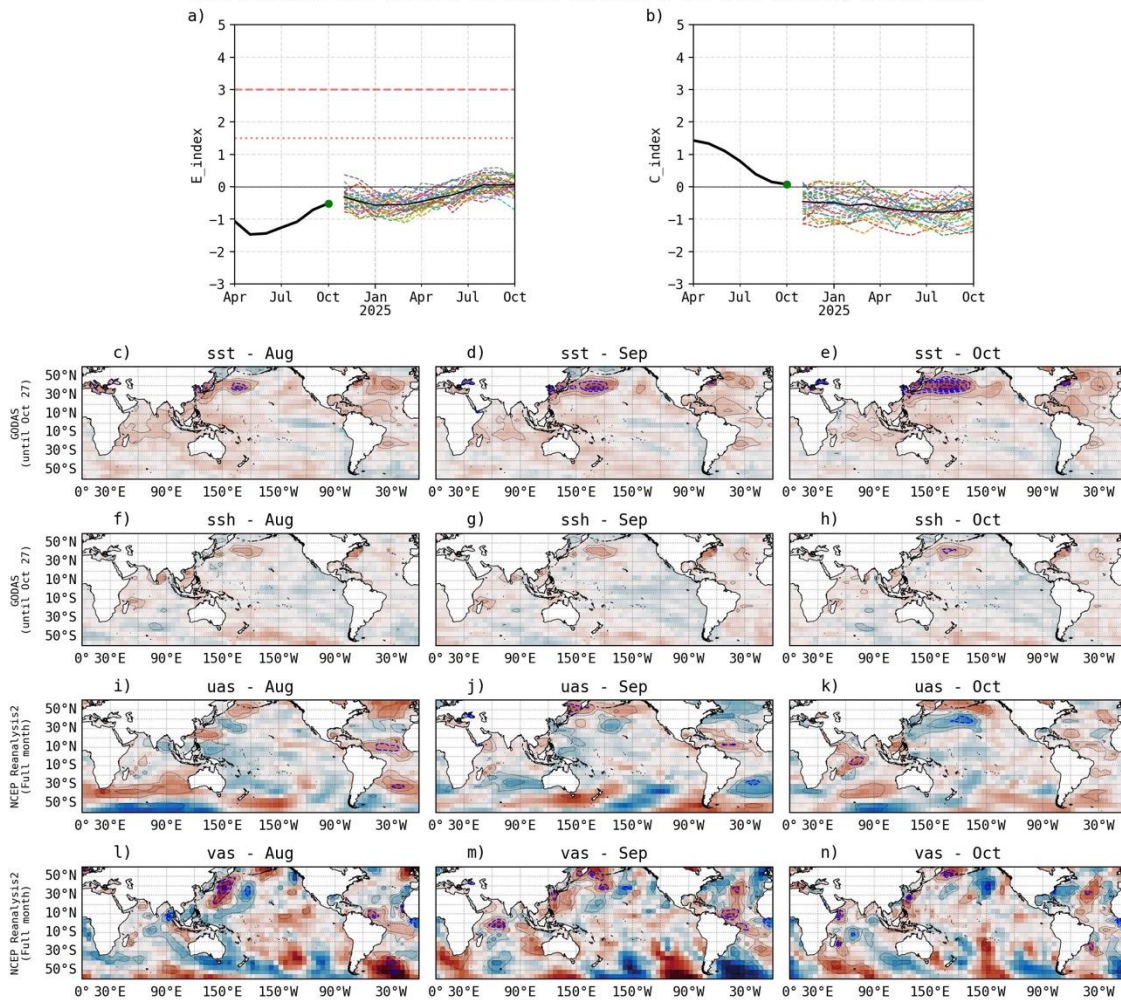


Figura 45. Pronóstico del índice E (Takahashi et al., 2011) a doce meses basado en un modelo de inteligencia artificial (Rivera Tello et al., 2023) para el pronóstico de El Niño extremo. (a) Muestra la evolución del índice E, representado con una línea gruesa de color negro, desde octubre de 2024 a setiembre de 2025; el conjunto de líneas entrecortadas de colores indica el pronóstico del índice E desde octubre de 2024 a setiembre de 2025. (b) Es lo mismo que (a) pero para el índice C (Takahashi et al., 2011). Desde (c) a (n), se muestra la “Explicabilidad” (explainability) de cuatro variables, en anomalías, usadas para el pronóstico: temperatura superficial del mar (primera fila), nivel del mar (segunda fila), viento zonal (tercera fila) y viento meridional (cuarta fila). Estas variables se obtienen de distintos meses: mayo (primera columna), junio (segunda columna) y julio (tercera columna). Los contornos rojos (morados) de estos paneles indican regiones que favorecen (desfavorecen) al pronóstico de El Niño extremo.

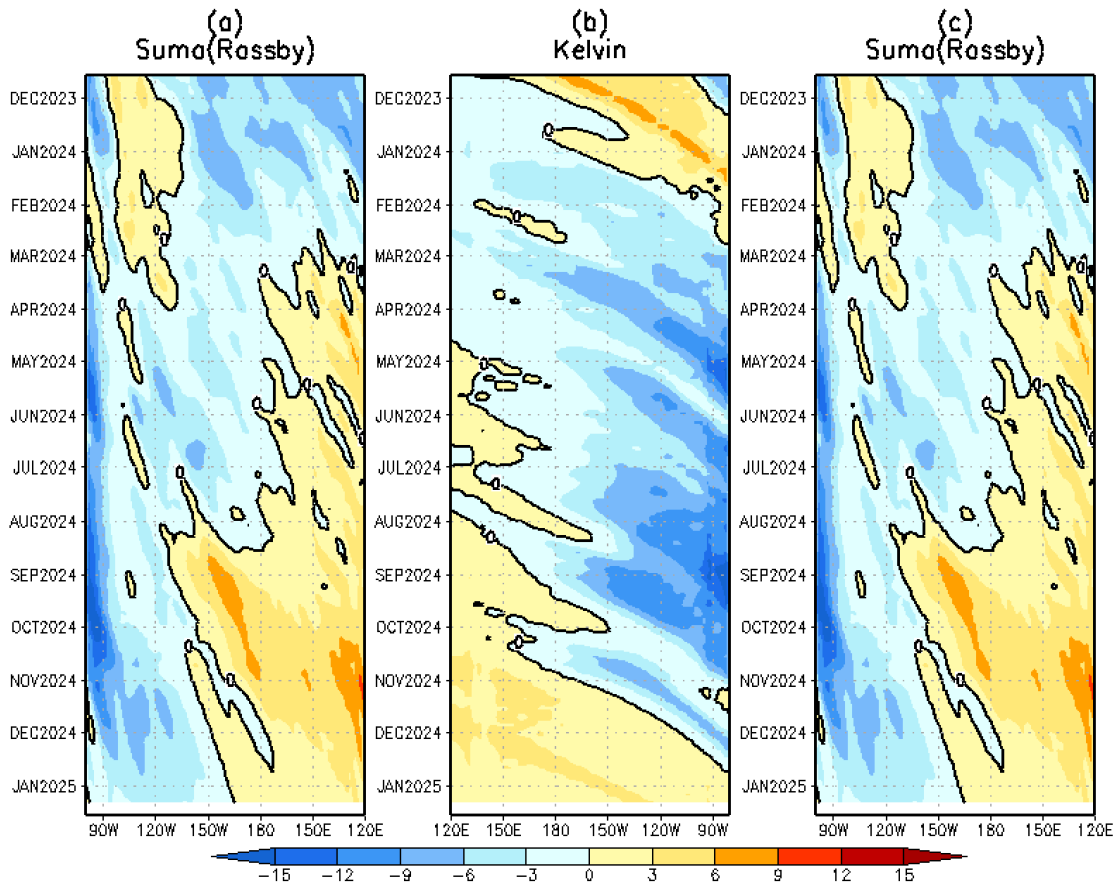


Figura 46. Diagrama longitud–tiempo de (a), diagrama de la onda de Rossby (b) diagrama de la onda de Kelvin, (c) diagrama de la onda de Rossby, calculado con el Modelo oceánico lineal (LOMIGP), forzando por NCEP y termoclina constante
Fuente: IGP.

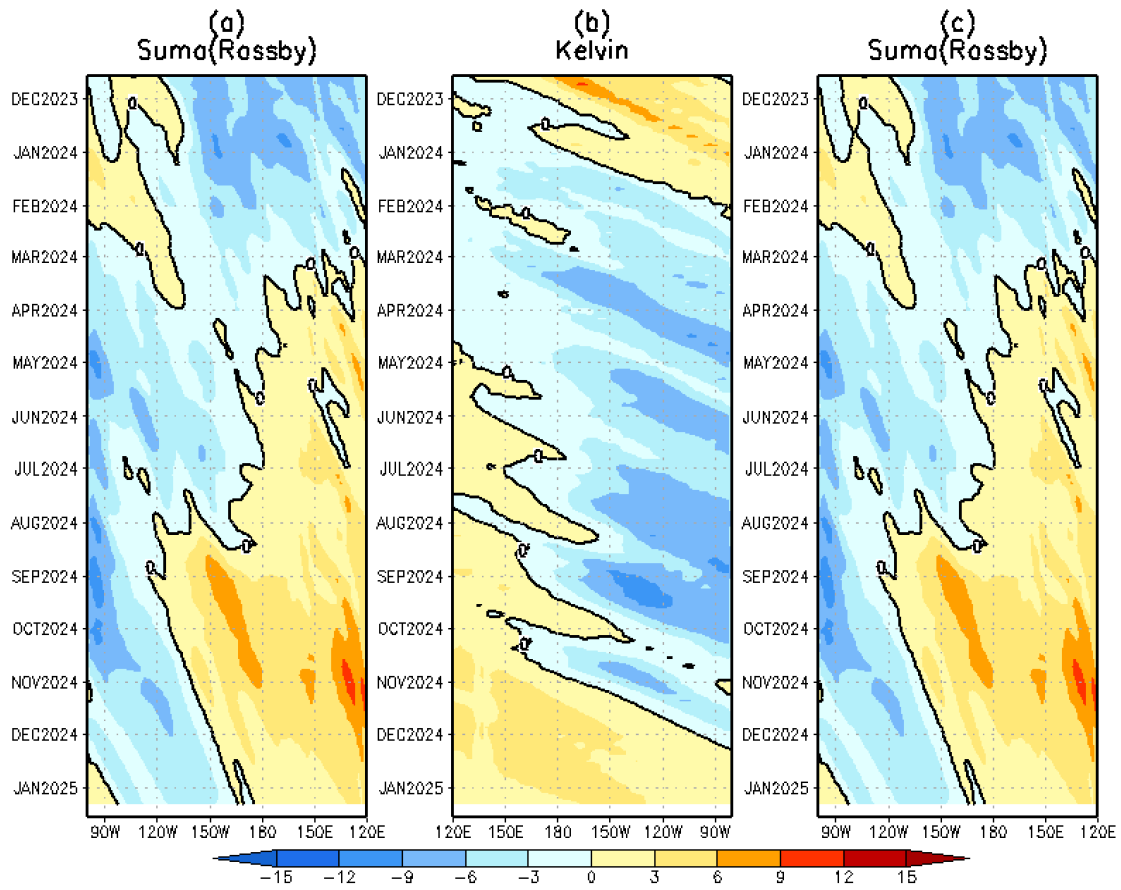


Figura 47. Igual que la Figura 45 pero el modelo es forzado con termoclina variable. Fuente: IGP.

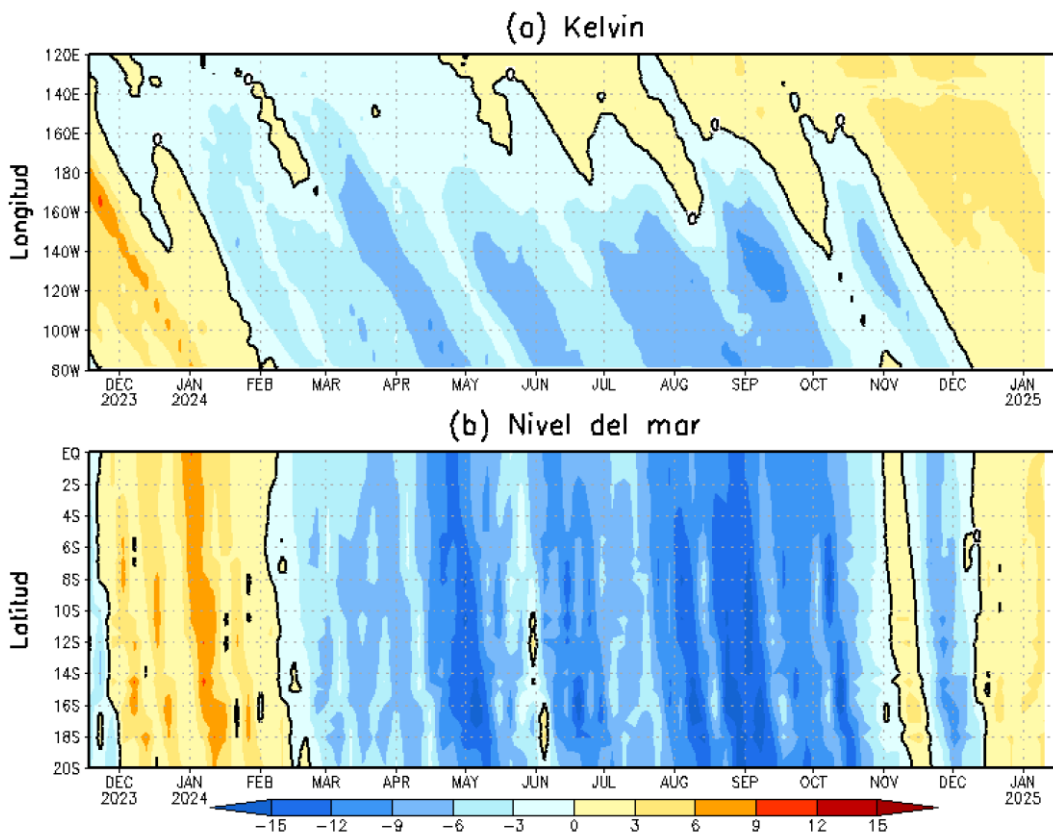


Figura 48. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico lineal (LOM) forzado con esfuerzo de viento del re-análisis de NCEP. La línea verde entrecortada indica el inicio de la simulación del pronóstico con esfuerzo de viento igual a cero. Elaborado por el IGP.

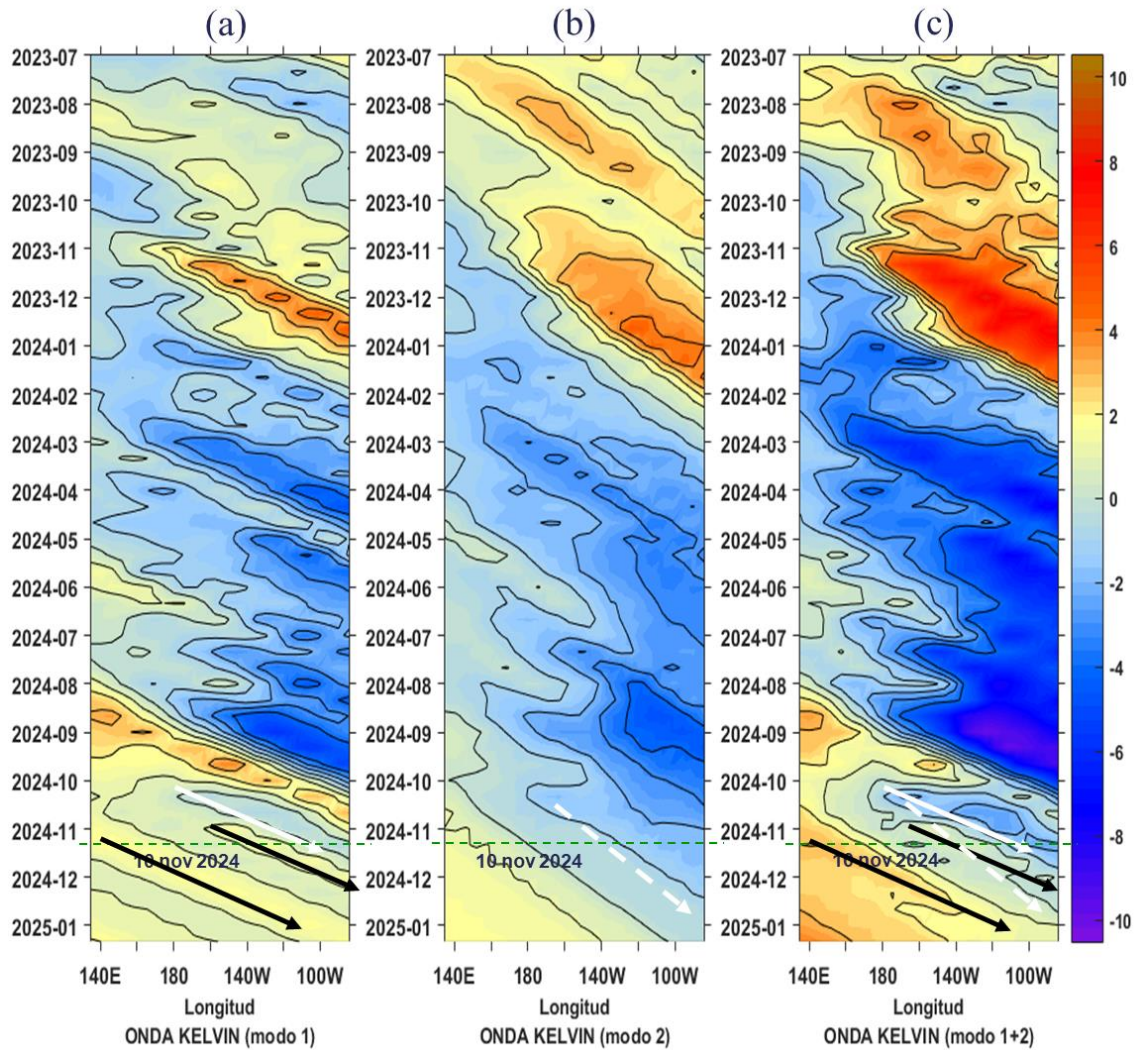


Figura 49. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1 (flechas con líneas continuas), (b) Modo 2 (flechas con líneas discontinuas), (c) Modos 1+2. Se presentan las ondas de hundimiento “cálidas” (flechas negras), y las ondas de afloramiento “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.

PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

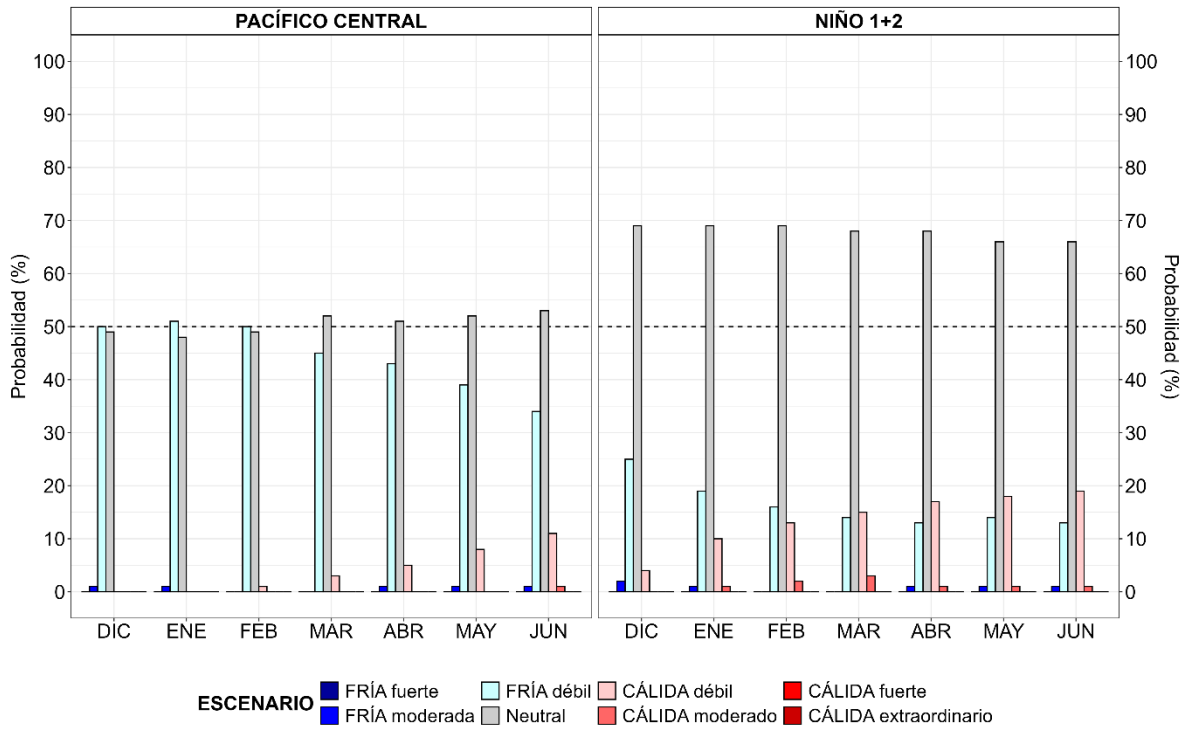


Figura 50. Probabilidades mensuales estimadas para condiciones cálidas, frías y neutras en el Pacífico central (región Niño 3.4, barras de la izquierda) y en el extremo del Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa de Perú, barras de la derecha) de diciembre 2024 a junio 2025, determinadas por el ENFEN.

VII. REFERENCIAS

- Behringer, D., & Xue, Y. (2003). *EVALUATION OF THE GLOBAL OCEAN DATA ASSIMILATION SYSTEM AT NCEP: THE PACIFIC OCEAN*. <https://www.semanticscholar.org/paper/EVALUATION-OF-THE-GLOBAL-OCEAN-DATA-ASSIMILATION-AT-Behringer-Xue/2824da5d850b9c12d20ec304919c311b508d909e>
- Bentamy, A., Croize-Fillon, D., & Perigaud, C. (2008). Characterization of ASCAT measurements based on buoy and QuikSCAT wind vector observations. *Ocean Science*, 4(4), 265–274. <https://doi.org/10.5194/os-4-265-2008>
- Boulanger, J.-P., & Menkes, C. (1995). Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 100(C12), 25041–25059. <https://doi.org/10.1029/95JC02956>
- Carton, J. A., & Giese, B. S. (2008). A Reanalysis of Ocean Climate Using Simple Ocean Data Assimilation (SODA). *Monthly Weather Review*, 136(8), 2999–3017. <https://doi.org/10.1175/2007MWR1978.1>
- Dewitte, B., Gushchina, D., duPenhoat, Y., & Lakeev, S. (2002). On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997–1998 El Niño. *Geophysical Research Letters*, 29(14), 11-1-11–15. <https://doi.org/10.1029/2001GL014452>
- Dewitte, B., Reverdin, G., & Maes, C. (1999). Vertical Structure of an OGCM Simulation of the Equatorial Pacific Ocean in 1985–94. *Journal of Physical Oceanography*, 29(7), 1542–1570. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2)
- Domínguez, N., Asto, C. y Gutiérrez, D. 2023. Climatología termohalina frente a las costas del Perú. Período: 1991 – 2020. *Inf Inst Mar Perú*, 50(1), 19-35

- ENFEN. (2012). *Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú* (p. 3) [Nota Técnica]. Comité Técnico del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño. https://www.dhn.mil.pe/Archivos/Oceanografia/ENFEN/nota_tecnica/Definicion%20Operacional%20ENFEN_09abr12.pdf
- Ham, Y.-G., Kim, J.-H. & Luo, J.-J. Deep learning for multi-year ENSO forecasts. *Nature* <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1559-7> (2019).
- Ham, Y.-G., Kim, J.-H., Kim, E.-S. & On, K.-W. Unified deep learning model for El Niño/southern oscillation forecasts by incorporating seasonality in climate data. *Sci. Bull.* 66, 1358–1366. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2021.03.009> (2021).
- Helrich, K. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (15a ed., Vol. 1). Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Illig, S., Dewitte, B., Ayoub, N., du Penhoat, Y., Reverdin, G., De Mey, P., Bonjean, F., & Lagerloef, G. S. E. (2004). Interannual long equatorial waves in the tropical Atlantic from a high-resolution ocean general circulation model experiment in 1981–2000. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109(C2). <https://doi.org/10.1029/2003JC001771>
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K. C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., ... Joseph, D. (1996). The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77(3), 437–472. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1996\)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2)
- Kirtman, B. P., Min, D., Infanti, J. M., Kinter, J. L., Paolino, D. A., Zhang, Q., Dool, H. van den, Saha, S., Mendez, M. P., Becker, E., Peng, P., Tripp, P., Huang, J., DeWitt, D. G., Tippett, M. K., Barnston, A. G., Li, S., Rosati, A., Schubert, S. D., ... Wood, E. F. (2014). The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(4),

585–601. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00050.1>

- Mosquera, K. A. (2009). Variabilidad Intra-estacional de la Onda Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3594>
- Mosquera, K. A. (2014). *Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4638>
- Mosquera, K. A., Dewitte, B., & Lagos Enríquez, P. (2010). *Variabilidad intra-estacional de la onda Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación numérica y datos observados*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/949>
- Pietri, A., Colas, F., Mogollon, R. et al. 2021. Marine heatwaves in the Humboldt current system: from 5-day localized warming to year-long El Niños. *Sci Rep* 11, 21172. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00340-4> Takahashi et al., 2014
- Quispe, J. y L. Vásquez, 2015. Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.
- Quispe Ccallauri, C, J. Tam, H. Demarcq, C. Romero, D. Espinoza, A. Chamorro, J. Ramos, R. Oliveros, 2016. El Índice Térmico Costero Peruano. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe, C., Tam, J., Arrellano, C., Chamorro, A., Espinoza, D., Romero, C., & Ramos, J. (2017). Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. *Instituto del Mar del Perú* - *IMARPE*. <https://repositorio.IMARPE.gob.pe/handle/20.500.12958/3149>
- Rivera Tello, G.A., Takahashi, K. & Karamperidou, C. Explained predictions of strong eastern Pacific El Niño events using deep learning. *Sci Rep* 13, 21150 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45739-3>

- Takahashi, K., Mosquera Vásquez, K. A., & Reupo, J. (2014). *El Índice Costero El Niño (ICEN): Historia y actualización*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4639>
- Urbina, B., & Mosquera Vásquez, K. A. (2020). *Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico*. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4855>
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1982). *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e crescimento*.