

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



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**Año 7 N°02**

**FEBRERO DE 2021**

## **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:

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada

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

Vice-Presidente:

Calm. Roberto Sandro JIMÉNEZ Torreblanca

Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DIHIDRONAV)

Dr. Hernando Jhonny Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Dr. Ken Takahashi Guevara

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

Ing. Roberto Salazar Gonzales)

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

General de División (r) Alfredo Enrique Murgueytio Espinoza

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Ing. Juvenal Medina Rengifo

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

### **Grupo de Trabajo Científico-Técnico**

Coordinador Científico-Técnico: Dimitri Gutiérrez.

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

DIHIDRONAV: Rina Gabriel, Roberto Chauca, Fernando Allasi y Renzo Adrianzen.

SENAMHI: Grinia Ávalos, Nelson Quispe, Glicerio Canchari, Andrés Rodríguez y Yury Escajadillo.

IGP: Kobi Mosquera, Yamina Silva y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Ernesto Fonseca Salazar

INDECI: Jakie Rojas.

CENEPRED: Ena Jaimes.

**Año:** 7

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

**Edición y Producción:** Luis Pizarro (Secretaría Técnica del ENFEN)

**Diseño de carátula:** IMARPE

El contenido de este documento puede ser reproducido mencionando la fuente ENFEN.

Este documento se puede citar como:

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN), 2021.

Informe Técnico ENFEN. Año 7, N° 02, febrero de 2021, 58 p.

El Informe Técnico ENFEN de octubre de 2020 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web de las páginas electrónicas 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](mailto:st_enfen@imarpe.gob.pe).

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



Instituto  
Geofísico  
del Perú



DIHIDRONAV  
DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN  
MINISTERIO DE DEFENSA DEL PERÚ



INDECI  
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL



<https://enfen.gob.pe>

## PRESENTACIÓN

---

La gran diversidad y productividad de la zona continental como marítima del territorio peruano se altera eventualmente por eventos de la naturaleza que ocurren a diferentes escalas de tiempo y espacio. Entre ellos, el Fenómeno El Niño reviste singular importancia por sus impactos en el Perú como a nivel global.



Han transcurrido casi cuatro décadas desde que el Estado peruano estableciera el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). Durante este tiempo, el Comité ha monitoreado, vigilado, analizado y alertado sobre las anomalías del océano y la atmósfera con el fin de prevenir y mitigar los impactos de El Niño en el Perú. Estas acciones se realizan de forma sinérgica, coordinada. En mayo de 2017 se recompone el Comité y adquiere la denominación de Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, conformada por el Instituto del Mar del Perú IMARPE (Preside de la Comisión), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y de Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo actualmente con la participación de algunas instituciones de la Comisión ENFEN en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, en el producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres” y actividad “Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño”, emitiendo como resultado una versión resumida denominado “Comunicado Oficial” que se publica mensualmente, y en algunas oportunidades quincenalmente en períodos de contingencia, así como una versión extendida “Informe Técnico” de carácter mensual. Este último documento incorpora elementos de información, que tengo el honor de presentar, esperando que contribuya a mejorar el conocimiento y a adoptar decisiones y acciones oportunas hacia una eficiente y eficaz gestión del riesgo asociado a El Niño-Oscilación del Sur en nuestro país.

Cordialmente,



Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada  
Presidente de la Comisión Multisectorial para El  
Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

## ÍNDICE

Resumen Ejecutivo.....	6
I. Introducción.....	8
II. Métodos.....	9
III. Condiciones observadas .....	12
Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial.....	12
Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana.....	12
Condiciones oceanográficas en el mar peruano.....	13
Impactos biológico-pesqueros.....	13
Impactos hidrológicos.....	14
Impactos agrometeorológicos.....	14
IV. Pronóstico.....	15
V. Conclusiones y Recomendaciones .....	16
VI. Referencias.....	17
VII. Tablas.....	20
VIII. Figuras.....	26
Anexos	
1. Variables utilizadas	

## RESUMEN EJECUTIVO

En febrero de 2021, en el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) las condiciones frías de La Niña disminuyeron ligeramente respecto a enero, alcanzando una anomalía promedio de la temperatura superficial del mar (TSM) de  $-0,9$  °C. En la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, la anomalía promedio de la TSM disminuyó de  $-0,8$  °C (enero) a  $-0,7$  °C (febrero). En niveles bajos de la tropósfera y sobre el Pacífico ecuatorial, entre  $150^{\circ}\text{E}$  y  $150^{\circ}\text{W}$ , se presentaron en promedio ligeras anomalías positivas de vientos del este; mientras que cerca y sobre la costa de Sudamérica, se presentaron vientos anómalos del oeste. En niveles altos de la tropósfera, desde  $160^{\circ}\text{W}$  a  $85^{\circ}\text{W}$ , predominaron vientos del oeste más intensos que lo normal, las cuales inhibieron las precipitaciones sobre el territorio peruano. Los pulsos de anomalías del oeste en el Pacífico oriental debilitaron la intensidad del paquete de ondas Kelvin frías y, además, habrían fortalecido o generado ondas Kelvin cálidas, las cuales iniciaron su arribo en la costa peruana. Por otro lado, se observó otra onda Kelvin cálida localizada en  $160^{\circ}\text{W}$ , que se habría reforzado por un pulso de viento del oeste en la zona occidental. A escala regional, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración zonal al sur de su posición habitual en las tres primeras semanas del mes, lo que apoyó la persistencia de los vientos alisios en el Pacífico central. En la última semana, su configuración se tornó meridional, lo que favoreció episódicamente al incremento de los vientos del sur frente a la costa peruana. En la franja costera, predominaron vientos más débiles a lo normal en la zona central y sur durante la mayor parte del mes. En el litoral, al sur de Tumbes predominaron las anomalías negativas de TSM, que alcanzaron valores diarios de  $-3,5$  °C en Talara y  $-3,9$  °C en Paita. Dentro de las 100 millas náuticas adyacentes a la costa, al sur de Tumbes, las anomalías negativas alcanzaron valores de  $-1,5$  °C, en promedio. En cuanto a las masas de agua, en la zona norte continuaron presentes las aguas tropicales superficiales (ATS) y aguas ecuatoriales superficiales (AES), cálidas y de baja salinidad, aunque las AES se extendieron hasta la zona de Pimentel cerca de la costa. Las aguas subtropicales superficiales (ASS), cálidas y salinas, mantuvieron una aproximación mayor a lo habitual entre Pimentel y Supe, así como frente a Ilo, mientras que las aguas costeras frías (ACF), propias del afloramiento costero, predominaron en la franja adyacente a la costa, desde Callao hasta el norte de Ilo. En la capa subsuperficial se observó la presencia de anomalías de  $+1$  °C sobre los 40 m de profundidad, así como anomalías de  $+0,5$  °C por debajo de los 200 m y dentro de las 100 millas náuticas adyacentes a la costa norte, asociadas al paso de la onda Kelvin cálida, pero a fines del mes, en la misma zona, se detectaron anomalías negativas de hasta  $-2$  °C sobre los 50 m. La concentración de clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton) varió mayormente entre  $1$  y  $3 \mu\text{g L}^{-1}$  a lo largo de la costa dentro de las 80 millas náuticas, disminuyendo en comparación a enero. Se detectaron anomalías  $+1$  a  $+4 \mu\text{g L}^{-1}$  al norte de Chimbote y entre Atico e Ilo; mientras que, entre Chimbote y Pisco predominaron anomalías negativas de  $-1$  a  $-4 \mu\text{g L}^{-1}$ . En el aspecto biológico-pesquero, en la región sur, la anchoveta se distribuyó cerca de la costa, desde Atico hasta Morro Sama, presentando una importante mezcla entre ejemplares adultos y juveniles y con un incremento en la talla modal respecto a 2020. Los indicadores reproductivos mostraron en el *stock* sur procesos de madurez gonadal y desove de menor intensidad; mientras que en el *stock* norte-centro, la anchoveta se mantuvo en su periodo secundario de desove. Las especies transzonales de aguas oceánicas jurel, caballa y bonito estuvieron disponibles para la flota artesanal e industrial, principalmente dentro de las 80 millas náuticas en la región norte y centro. En el aspecto hidrológico, los ríos del país mostraron, en promedio, caudales significativamente por debajo de lo normal, evidenciados en hidrogramas con una tendencia descendente, sobre todo en los últimos quince días del mes.

Los volúmenes de agua almacenados en los principales embalses de la costa norte disminuyeron muy notoriamente, mientras que los embalses ubicados en la costa centro y sur se incrementaron ligeramente. En el aspecto agrometeorológico, en las zonas productoras de mango de Lambayeque, las temperaturas diurnas, con valores de normales a superiores con respecto a su climatología, promovieron la maduración y la culminación de las cosechas. En los valles arroceros de San Lorenzo (Piura), Chancay-Lambayeque y Jequetepeque (Lambayeque), las condiciones climáticas favorecieron el crecimiento vegetativo del arroz y el avance de las labores de trasplante. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas frías máximas y mínimas continuaron promoviendo la fructificación del olivo.

Se espera que la magnitud de La Niña en el Pacífico central continúe debilitándose, y finalizaría entre abril y mayo de 2021. No obstante, las condiciones de La Niña débil en el Pacífico central podrían seguir contribuyendo a la ocurrencia de lluvias superiores a lo normal en la selva nororiental del país, principalmente en lo que resta de marzo. Para la región Niño 1+2, en promedio, durante marzo se espera que la TSM continúe en el rango normal; sin embargo, frente a la costa norte peruana continuarían presentándose algunos calentamientos localizados, los que estarían asociados a la intensificación de los vientos provenientes del Golfo de Panamá y al debilitamiento de los vientos del sur, lo cual podría contribuir a la ocurrencia de algunas lluvias intensas en la costa norte. Entre abril y mayo se espera la llegada de ondas Kelvin cálidas a la región Niño 1+2, las cuales elevarían la temperatura del mar, pero sin sobrepasar el rango normal. Para el período entre marzo y junio de 2021, se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras en la región Niño 1+2, variando de 73 % a 79 % durante el período. La probabilidad de condiciones cálidas alcanzaría su máximo valor de 22 % en abril, para luego disminuir hasta 17 % en junio. Para el Pacífico central, se estima una mayor probabilidad de las condiciones frías débiles entre marzo y abril (> 50 %), mientras que, para mayo y junio, una mayor probabilidad de condiciones neutras; 52% y 60%, respectivamente.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El Niño - Oscilación Sur (ENOS) en sus dos fases, El Niño y La Niña, tiene repercusiones más intensas en algunas zonas del mundo, como es el caso de Perú, en particular en su zona norte y centro. En la fase El Niño, y en el contexto del denominado El Niño costero, las condiciones cálidas sobre el Pacífico oriental, particularmente frente a la costa norte de Perú durante el verano austral, propician lluvias intensas que generan impactos en los sectores socioeconómicos.

En este contexto, la comisión multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) mantiene el monitoreo constante y las predicciones del desarrollo de ENOS, reportando periódicamente el análisis de parámetros océano-atmosféricos en el Pacífico ecuatorial y sudoriental, así como de la dinámica subsuperficial de parámetros oceanográficos, con mayor atención en la zona costera de Perú. Para los impactos en el ecosistema marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, al igual que la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Asimismo, se reportan los impactos hidrológicos, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Finalmente, se formula la previsión futura de los principales indicadores asociados al ENOS, con énfasis en el fenómeno El Niño, a corto, mediano y largo plazo.

En tal sentido, el Informe Técnico ENFEN se elabora a partir del análisis colegiado del grupo técnico científico de la Comisión Multisectorial, así como en base a los informes mensuales de cada entidad integrante de esta comisión que participa en el monitoreo y pronóstico de las condiciones océano-climáticas, así como de sus manifestaciones e impactos en el mar peruano y el territorio nacional.

## II. MÉTODOS

### Variables

Las principales variables utilizadas en este informe están clasificadas en los siguientes tipos: atmosféricas, oceanográficas, hidrológicas, biológicas-pesqueras y agrometeorológicas. En la Tabla A.1.1., se detallan las variables monitoreadas 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.

#### 1.1. TSM de OSTIA

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

Como parte del procedimiento de análisis, se realiza una estimación del sesgo en cada uno de los sensores de satélite contribuyentes. Esto se realiza calculando emparejamientos entre cada sensor de satélite y un conjunto de datos de referencia (actualmente compuesto por los datos *in situ* y un subconjunto de los datos de satélite MetOp AVHRR). Estas diferencias se introducen luego en un procedimiento de Interpolación óptima para producir campos de polarización cuadrículados en cada sensor. OSTIA utiliza datos satelitales proporcionados por el proyecto GHRSSST junto con observaciones in situ, para determinar la TSM. Para mayor información <http://ghrsst-pp.metoffice.gov.uk/ostia-website/index.html>.

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

#### 1.2. Índices

**Índice Costero El Niño (ICEN):** es calculado a partir de la media móvil de 3 meses de las anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 con respecto a la climatología de 1981-2010 usando, hasta enero de 2020, los datos de Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST) v3b *real-time* (Huang et al. 2017), y en la actualidad ERSST v5. Se categoriza las condiciones como frías o cálidas; en el caso de frías con magnitudes de débil, moderada y fuerte, y en el caso de cálidas con magnitudes débil, moderada, fuerte y extraordinaria (ENFEN, 2012; Takahashi, et al., 2014). El valor temporal del ICEN (ICEN-tmp) se calcula utilizando el promedio de los pronósticos de la ATSM de los modelos de North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014) de un mes y dos meses para el primer y segundo ICENtmp, respectivamente.

**Índices reproductivos de anchoveta:** La información del proceso reproductivo de la anchoveta proviene de los muestreos biológicos realizados en las diferentes sedes regionales del IMARPE (Paita, Chimbote, Huanchaco, Huacho, Callao, Pisco e Ilo). A partir de esta información se determinan los siguientes índices reproductivos:

i) índice gonadosomático (IGS), que es un indicador de la actividad reproductiva; ii) fracción desovante (FD), que es un indicador directo del proceso de desove; y iii) contenido graso (CG), que es un indicador de la condición somática del recurso, mostrando la reserva energética del mismo (Buitrón et al 2011). El IGS se calcula mediante la relación del peso de la gónada y el peso eviscerado del pez (Vazzoler 1982), contándose con información desde 1986. La FD se calcula como el cociente de las hembras que están en condición de desovantes sobre el total de hembras analizadas, expresada en porcentaje; con información disponible desde 1992. El CG se determina mediante la extracción de grasa total por el método de Soxhlet (A.O.A.C., 1990), el cual es expresado en porcentaje, con información desde 2002.

### 1.3. Modelos y Pronósticos

**Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP):** El modelo se utiliza para representar la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se trabaja con dos tipos de termoclina, constante o variable. Para el diagnóstico el modelo es forzado con esfuerzos de viento del *reanalysis* NCEP-CDAS (Kalnay et al. 1996) y vientos observados remotamente de WindSAT (Wentzet et al., 2013) obtenidos de <http://www.remss.com/missions/windsat/>. Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger & Menkes (1995). Para el pronóstico el modelo continúa integrándose numéricamente en el tiempo usando dos artificios: 1) esfuerzo de viento igual a cero y 2) el promedio de los últimos treinta días de la anomalía del esfuerzo de viento. Ver más en Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014).

**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 vientos del *reanalysis* NCEP (Kalnay et al. 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). El análisis de la OKE se realiza solamente con dos modos baroclínicos (modo 1, modo 2), los que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, resultado que proporciona mayor contribución en la anomalía del nivel del mar.

**Modelo Oceánico Multimodal (MOMM):** Este modelo, al igual que los anteriores, se utiliza para simular principalmente el desarrollo de las ondas Kelvin en el Pacífico ecuatorial y a lo largo de la costa peruana. Para esto, siguiendo la metodología de Dewitte et al. (1999), se obtienen los coeficientes de proyección y velocidades características de cada modo baroclínico del *reanalysis* de SODA (Carton et al. 2008) y GODAS (Behringer et al. 2004). El MOMM es forzado con tres fuentes de datos: 1) vientos del *reanalysis* atmosférico de NCEP-CDAS (Kalnay et al. 1996), 2) vientos del *scatterometer* ASCAT (Bentamy et al. 2008) y 3) el producto denominado BLENDED (Bentamy et al. 2016), que es la combinación de varias fuentes de viento satelital. Para mayor detalle del modelo, se puede ir a Urbina y Mosquera (2020).

**Modelos Climáticos de Agencias Internacionales:** Los resultados de estos modelos numéricos se utilizan como insumo para el análisis de la perspectiva de mediano y largo plazo. En este caso particular se utiliza la información del conjunto de modelos denominado North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014).

**Pronóstico Probabilístico de Juicio Experto:** Para los pronósticos del período de lluvias (diciembre a marzo) se usa 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 entre sí de estos modelos, se acude a la interpretación y el conocimiento experto de los científicos de la comisión multisectorial del ENFEN, quienes además de evaluar los resultados de los MCG aportan con sus modelos conceptuales y estudios retrospectivos que permiten inferir escenarios de pronóstico, los cuales son discutidos, consensuados y plasmados en probabilidades porcentuales de ocurrencia de las distintas categorías de El Niño y La Niña (ENFEN, 2015).

### III. CONDICIONES OBSERVADAS EN FEBRERO DE 2021

#### Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial

En febrero de 2021, las condiciones de La Niña del Pacífico central disminuyeron ligeramente respecto a enero, alcanzando una anomalía promedio de la temperatura superficial del mar (TSM) de  $-0,9$  °C (Figura 1). Por otro lado, en la región Niño 1+2 la anomalía negativa mensual de TSM disminuyó de  $-0,8$  °C (enero) a  $-0,7$  °C (febrero) (Figura 2, Tabla 1). A nivel subsuperficial se observaron anomalías de hasta  $-3$  °C sobre los 150 m, intensificándose en magnitud durante la segunda quincena entre los  $140^{\circ}\text{W}$  y  $120^{\circ}\text{W}$  (Figura 3).

El Índice Costero El Niño (ICEN) del mes de enero de 2021 y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de febrero continuaron exhibiendo valores negativos dentro del rango de las condiciones neutras. Por otro lado, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de enero de 2021 y el ONI temporal (ONI-tmp) de febrero indicaron condiciones frías moderadas y frías débiles, respectivamente. Hay que recordar que los valores del ICEN caracterizan la región centro y norte del mar peruano, mientras que los del ONI la región del Pacífico central (Figura 4, Tabla 2).

Sobre el Pacífico ecuatorial, en niveles bajos de la troposfera (850 hPa), entre  $150^{\circ}\text{E}$  y  $150^{\circ}\text{W}$ , en promedio, se presentaron ligeras anomalías positivas de vientos del este; mientras que, sobre la región noroeste de Sudamérica, se presentaron vientos anómalos del oeste. En niveles altos de la troposfera (200 hPa), desde  $160^{\circ}\text{W}$  a  $85^{\circ}\text{W}$ , predominaron vientos del oeste más intensos que lo normal, los cuales inhibieron las precipitaciones sobre el territorio nacional (Figura 5 y 6).

Según la información *in situ*, satelital y de modelos numéricos, la intensidad del paquete de ondas Kelvin frías, descrito en el Comunicado Oficial 02-2021 (ENFEN, 2021), se debilitó en su trayectoria hacia la costa americana, como consecuencia de los pulsos de anomalías del oeste en el Pacífico oriental, que además habrían fortalecido o generado ondas Kelvin cálidas en esta región, las cuales iniciaron su arribo a la costa peruana durante el mes. Por otro lado, se observa otra onda Kelvin cálida localizada en  $160^{\circ}\text{W}$ , aproximadamente, la cual, luego de haberse formado como consecuencia de la reflexión de una onda Rossby cálida, se habría reforzado por un pulso de viento del oeste en la zona occidental (Figuras 6 y 7).

En el extremo del Pacífico ecuatorial oriental, en la zona entre las 400 y 500 millas náuticas del Golfo de Guayaquil, en febrero y sobre los 40 m de profundidad, se desarrollaron condiciones cálidas con anomalías de  $+1$  °C en promedio, seguida de una capa con anomalías negativas de hasta  $-1$  °C que alcanzaron los 80 m de profundidad (Figura 8).

#### Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana

El APS, presentó una configuración zonal al sur de su posición habitual en las tres primeras semanas del mes, apoyando la persistencia de los vientos alisios en el Pacífico central (Figura 9). En la última semana, su configuración se tornó meridional, lo que favoreció, episódicamente, al incremento de vientos del sur frente a la costa peruana. Sin embargo, en la franja costera, predominaron vientos más débiles a lo normal en la zona central y sur la mayor parte del mes (Figura 10).

En promedio para febrero, la temperatura máxima en la costa norte presentó valores de normales a superiores; mientras que en la costa centro y sur se presentaron con valores de normales a inferiores. En cuanto a la temperatura mínima, esta presentó valores de normales a inferiores a lo largo de la costa (Figura 11).

### **Condiciones oceanográficas regionales y en el mar peruano**

En lo que respecta al nivel del mar, predominaron valores por debajo de lo normal, presentando anomalías diarias hasta  $-10$  cm por debajo del nivel medio durante febrero. En la franja de las 60 millas náuticas adyacente a la costa, se registró la disminución del nivel del mar al sur de Paita en la primera quincena, seguida de un incremento hasta la última semana, en promedio (Figura 12). En el litoral al sur de Tumbes, predominaron las anomalías negativas de TSM, que alcanzaron magnitudes diarias de  $-3,5$  °C en Talara y  $-3,9$  °C en Paita (Figuras 13 y 14). Frente a la costa peruana, al sur de Tumbes, dentro de las 100 millas náuticas adyacentes a la costa, las anomalías negativas aumentaron respecto a enero con valores de  $-1,5$  °C, en promedio (Tabla 3).

En la capa subsuperficial dentro de las 100 millas náuticas adyacentes a la costa peruana, se observó la presencia de anomalías de  $+1$  °C sobre los 40 m de profundidad, así como anomalías de  $+0,5$  °C por debajo de los 200 m frente a la costa norte, asociadas al paso de la onda Kelvin cálida que arribó entre fines de enero e inicios de febrero (Figuras 15 y 16); por fuera de las 100 millas náuticas también se detectaron anomalías positivas sobre los 70 m de profundidad (Figuras 8 y 17). Sin embargo, a fines de febrero se detectaron anomalías negativas de hasta  $-2$  °C sobre los 50 m frente a Paita y Punta Falsa, asociadas al paso de la onda Kelvin fría (Figura 17). Tanto la profundidad de la termoclina como de la oxiclina frente a Paita y Chicama continuaron exhibiendo anomalías negativas, aunque mostraron una tendencia a la normalización (Figura 18).

En cuanto a las masas de agua, en la zona norte continuaron presentes ATS y AES, cálidas y de baja salinidad; estas últimas se extendieron en febrero hasta la zona de Pimentel y alcanzaron los 20 m de profundidad. Las ASS, cálidas y salinas, mantuvieron una aproximación mayor a lo habitual entre Pimentel y Supe, así como frente a Ilo, mientras que las aguas costeras frías, propias del afloramiento costero, predominaron desde Callao hasta el norte de Ilo, en la franja adyacente a la costa peruana (Figura 19).

La concentración de clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton) varió mayormente entre  $1$  y  $3 \mu\text{g L}^{-1}$  a lo largo de la costa dentro de las 80 millas náuticas, representando una disminución en comparación a enero. En febrero se observaron núcleos de  $10 \mu\text{g L}^{-1}$  entre Chicama y San José, así como anomalías de  $+1$  a  $+4 \mu\text{g L}^{-1}$  al norte de Chimbote y entre Atico e Ilo; mientras que, entre Chimbote y Pisco predominaron anomalías negativas de  $-1$  a  $-4 \mu\text{g L}^{-1}$ . La reducción de la productividad podría estar relacionada al debilitamiento del afloramiento costero, principalmente en la zona centro, así como por el ingreso de las aguas ecuatoriales, que son de menor fertilidad, en el norte (Figura 20).

### **Impactos biológico-pesqueros**

En la región sur, la anchoveta se distribuyó desde Atico hasta Morro Sama, de 5 a 20 millas náuticas de la costa, presentando una importante mezcla entre ejemplares adultos y juveniles (Figura 21) y registrando el incremento en la talla modal respecto a 2020.

Los indicadores reproductivos mostraron, en el *stock* sur, procesos de madurez gonadal y desove de menor intensidad; mientras que en el *stock* norte-centro, la anchoveta se mantuvo en su periodo secundario de desove (Figura 22).

Las especies transzonales como jurel, caballa y bonito estuvieron disponibles para la flota artesanal e industrial, principalmente dentro de las 80 millas náuticas en la región norte y centro, asociadas posiblemente a los vórtices y frentes observados en superficie (Figura 23). En la región sur la presencia de la múnida o camaroncito rojo, indicador de aguas frías, se mantuvo en la franja costera, asociada a la distribución de la anchoveta. El calamar gigante o pota se distribuyó desde Punta La Negra a Chicama, entre 30 y 100 millas náuticas, asociada a condiciones cálidas (Figura 24); mientras que la merluza presentó dos núcleos de concentración: uno frente a Talara y otro frente a Paita (Figura 25).

### **Impactos hidrológicos**

En el mes de febrero los ríos del país mostraron caudales significativamente por debajo de lo normal, evidenciados en hidrogramas con tendencia descendente de forma continua durante todo el mes, sobre todo en los últimos quince días (Figura 26).

En cuanto a los volúmenes de agua almacenados en los principales embalses: en la costa norte, estos disminuyeron muy notoriamente, mientras que los embalses ubicados en la costa centro y sur se incrementaron muy ligeramente (Figura 27 y Tabla 4).

### **Impactos agrometeorológicos**

En la costa norte, durante el mes de febrero, en las zonas productoras de mango de la región Lambayeque, las temperaturas diurnas con valores de normales a superiores con respecto a su climatología promovieron la maduración y la culminación de cosechas. Con relación a la campaña arrocera, en los valles de San Lorenzo (Piura); Chancay-Lambayeque y Jequetepeque (región Lambayeque), estas condiciones térmicas favorecieron el crecimiento vegetativo del arroz y el avance de las labores de trasplante, respectivamente. En la costa sur, específicamente en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas máximas y las mínimas con valores inferiores a su promedio climático, promovieron la fructificación del olivo, observándose frutos con mayor tamaño con respecto a los años anteriores (Tabla 5).

#### IV. PRONÓSTICO

Considerando la tendencia de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial central y el patrón de la evolución de La Niña, en adición a la mayoría de los pronósticos de los modelos climáticos internacionales y con el juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, se espera que La Niña en el Pacífico central finalice entre abril y mayo de 2021 (Tabla 6).

Para la región Niño 1+2 (frente a la costa norte y centro del Perú), en promedio, durante marzo se espera que la TSM continúe en el rango normal (Tabla 7); sin embargo, frente a la costa norte peruana continuarían calentamientos localizados asociados a la intensificación de los vientos provenientes del Golfo de Panamá y al debilitamiento de los vientos del sur, lo cual podría contribuir a la ocurrencia de algunas lluvias intensas en la costa norte. Entre abril y mayo se espera la llegada de ondas Kelvin cálidas a la región Niño 1+2 (Figuras 28-30), las cuales elevarían la temperatura del mar, pero sin sobrepasar el rango normal.

De acuerdo con el análisis descrito, se presentan cuadros de pronóstico probabilístico de juicio experto de las condiciones mensuales de la TSM entre marzo y junio de 2021. Para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras entre marzo y junio, variando de 73 % a 79 % durante el período. La probabilidad de condiciones cálidas alcanzaría su máximo valor de 22 % en abril, para luego disminuir hasta 17 % en junio (Tabla 8). Para el Pacífico central, se estima que las condiciones frías débiles<sup>2</sup> tendrían la mayor probabilidad entre marzo y abril (> 50 %), mientras que, para mayo y junio, la probabilidad de condiciones neutras sería de 52% y 60%, respectivamente (Tabla 9).

Por su parte, las condiciones de La Niña débil en el Pacífico central podrían seguir contribuyendo a la ocurrencia de lluvias superiores a lo normal en la selva nororiental del país, principalmente en lo que resta de marzo (SENAMHI, 2021).

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado del “Sistema de alerta ante El Niño y La Niña Costeros” como “No activo”, debido a que la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, se mantendría en promedio dentro de su rango normal, al menos hasta junio del 2021, con núcleos cálidos de corta duración en lo que queda del verano, que podrían contribuir a la ocurrencia de algunas lluvias intensas en la costa norte.

Por otro lado, se espera que La Niña en el Pacífico central finalice entre abril y mayo de 2021; sin embargo, aún podría contribuir a la ocurrencia de lluvias superiores a lo normal en la selva nororiental del país, principalmente en lo que resta de marzo.

## VI. REFERENCIAS

A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15 th Edition, USA.

Behringer, D.W., and Y. Xue, 2004: Evaluation of the global ocean data assimilation system at NCEP: The Pacific Ocean. Eighth Symposium on Integrated Observing and Assimilation Systems for Atmosphere, Oceans, and Land Surface, AMS 84th Annual Meeting, Washington State Convention and Trade Center, Seattle, Washington, 11-15. Derber, J.C., and A. Rosati, 1989: A global oceanic data assimilation system. *J. Phys. Oceanogr.*, 19, 1333-1347.

Bentamy Abderrahim, Croize-Fillon Denis, Perigaud C. (2008). Characterization of ASCAT measurements based on buoy and QuikSCAT wind vector observations. *Ocean Science*, 4(4), 265-274. Publisher's official version: <https://doi.org/10.5194/os-4-265-2008>

Bentamy A. S. A.Grodk, A. Elyouncha, B. Chapron, F. Desbiolle, 2016 : Homogenization of Scatterometer Wind Retrievals, *Int. J. Climatol.* doi:10.1002/joc.

Boullanger, J.-P., & C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño, *J. Geophys. Res.*, 100(C12), 25,041–25,059.

Buitrón B., A. Perea, J. Mori, J. Sánchez, C. Roque. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Protocol for studies on the reproductive process of pelagic and demersal fishes. *Boletín Instituto del Mar Perú*, 38: 373-384

Carrasco V. R. 2016. Relación entre las temperaturas y el rendimiento del olivo (*Olea europaea*) en la zona de Lanchas – Pisco. Tesis para obtener el título de Maestro. Maestría en Producción Agrícola en la Universidad Nacional Agraria La Molina. 75 pp.

Carton, J. A., and B. S. Giese (2008), A reanalysis of ocean climate using Simple Ocean Data Assimilation (SODA), *Mon. Weather Rev.*, 136, 2999– 3017.

Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 2002: On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. *Geoph. Res. Lett.*, vol. 29, no. 14, 1666, 10.1029/2001GL014452.

Dewitte, B., Reverdin, G., & Maes, C. (1999). Vertical structure of an OGCM simulation of the equatorial Pacific Ocean in 1985-94. *Journal of Physical Oceanography*, 29(7), 1542–1570. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2)

Du Preez J. 2013. The use of temperature data in mango production (*Mangifera indica*). *Subtrop Quarterly Journal*, 2, 79-81.

ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. 2 pp.

ENFEN, 2015. Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN. 7 pp.

ENFEN, 2020 a. Comunicado Oficial ENFEN, N°.10-2020, 04 de setiembre de 2020.

ENFEN, 2020 b. Comunicado Oficial ENFEN, N°.11-2020, 18 de setiembre de 2020.

ENFEN, 2021. Comunicado Oficial ENFEN, N°.02-2021, 12 de febrero de 2021.

Huang, B., Peter W. Thorne, et.al, 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5), Upgrades, validations, and intercomparisons. J. Climate, doi: 10.1175/JCLI-D-16-0836.1

Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. J. Geophys. Research, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.

Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–471.

Kirtman BP, Min D, Infanti JM, Kinter JL, Paolino DA, Zhang Q, van den Dool H, Saha S, Peña M, Becker E, Peng P, Tripp P, Huang J, DeWitt DG, Tippett MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. Bull. Amer. Meteor. Soc., 95, 585–601. doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1

Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, 55 pp.

Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, enero, 1, 1, 4-7.

SENAMHI. 2021. Perspectivas para el período febrero – abril 2021. Informe técnico N°01-2021/ SENAMHI-DMA-SPC. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02262SENA-4.pdf>

Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, febrero, 1, 2, 8-9.

Trenberth, K. 1997. The Definition of El Niño. Bulletin of the American Meteorological Society, 78 (12): 2771 – 2777.

Tsutomu M., K. Omasa y T. Horie. 2001. The Difference in Sterility due to High Temperatures during the Flowering Period among Japonica-Rice Varieties, Plant Production Science, 4:2, 90-93, DOI: 10.1626/pp.4.90.

Urbina, B. y K. Mosquera, 2020. Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, pag. 13-20.

Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.

Wentz, F.J., L.Ricciardulli, C.Gentemann, T. Meissner, K.A. Hilburn, J. Scott, 2013: Remote Sensing Systems Coriolis WindSat [indicate whether you used Daily, 3-Day, Weekly, or Monthly] Environmental Suite on 0.25 deg grid, Version 7.0.1, [indicate subset if used]. Remote Sensing Systems, Santa Rosa, CA. Available online at [www.remss.com/missions/windsat](http://www.remss.com/missions/windsat).

Whiley, A. W., T. S. Rasmussen, J. B. Saranah y B. N. Wolstenholme 1989. Effect of temperature on growth, dry matter production and starch accumulation in ten mango (*Mangifera indica* L.) cultivars, Journal of Horticultural science, 64:6, 753-765, DOI: 10.1080/14620316.1989.11516018.

## VI. TABLAS

Tabla 1. Valores promedio de la TSM y sus anomalías en las regiones El Niño en el Pacífico durante los últimos 8 meses. Fuente: DIHIDRONAV.

TSM - ATSM Mensual Jul. 2020 – Feb. 2021								
R. Niño	Niño 4		Niño 3.4		Niño 3		Niño 1+2	
Jul.	28,9	+0,1	26,9	-0,3	25,1	-0,5	20,5	-1,2
Ago.	28,5	-0,2	26,2	-0,6	24,5	-0,6	19,8	-1,0
Set.	28,3	-0,4	25,8	-1,0	23,6	-1,3	19,5	-0,9
Oct	27,9	-0,8	25,3	-1,4	23,6	-1,3	19,6	-1,2
Nov	27,9	-0,7	25,3	-1,3	23,8	-1,2	20,9	-0,7
Dic	27,7	-0,8	25,5	-1,0	24,4	-0,8	22,2	-0,7
Ene. 21	27,1	-1,2	25,5	-1,1	25,0	-0,7	23,7	-0,8
Feb. 21	27,2	-1,0	25,8	-0,9	25,8	-0,6	25,5	-0,7

Tabla 2. Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de febrero de 2020 hasta diciembre de 2020, así como sus valores temporales para febrero y marzo 2021. Fuente IGP.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
Feb-20	-0,15	Neutro	0,51	C. Débil
Mar-20	0,10	Neutro	0,50	C. Débil
Abr-20	0,19	Neutro	0,28	Neutro
May-20	0,02	Neutro	-0,01	Neutro
Jun-20	-0,51	Neutro	-0,23	Neutro
Jul-20	-0,93	Neutro	-0,38	Neutro
Ago-20	-1,14	Fría Débil	-0,59	Fría Débil
Sep-20	-1,00	Neutro	-0,95	Fría Débil
Oct-20	-0,95	Neutro	-1,21	Fría Moderada
Nov-20	-0,85	Neutro	-1,32	Fría Moderada
Dic-20	-0,88	Neutro	-1,19	Fría Moderada
Ene-21	-0,86	Neutro	-1,06	Fría Moderada
Mes	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
Feb-21	-0,70	Neutro	-0,89	Fría Débil
Mar-21	-0,57	Neutro	-0,77	Fría Débil

Tabla 3. Anomalías de la TSM en las estaciones costeras de DIHIDRONAV (Talara, Paita, Lobo, Salaverry, Chimbote, Callao, San Juan, Mollendo e Ilo) e IMARPE (Tumbes y Chicama).

Mes	Tumbes	Talara	Paita	Lobos	Chicama	Salaverry	Chimbote	Callao	San Juan	Mollendo	Ilo
set-2020	0.7	-0.4	0.4	-1.3	-0.04	0.4	-1.1	0.3	-0.1	-0.7	-0.5
oct-20	0.8	-0.6	0	-0.8	-0.3	0.8	0.2	0.6	-0.3	0.8	-0.1
nov-20	0.5	-1.5	-0.6	-1.3	-0.7	0.5	-0.6	0.2	-0.5	0.5	-0.5
dic-20	0.4	-1	0	-1.3	-0.6	-0.1	-1	-0.5	-0.8	-0.1	-0.7
ene-21	0.8	-0.2	-0.7	-1.3	-0.6	-0.8	-1.6	-0.5	-1.6	0.1	-1
feb-21	0.6	-2.2	-2.8	-1.3	-0.3	NA	-1.5	-0.6	-1.3	0.2	-1.6

Tabla 4. Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de febrero 2021. Fuente: ANA.

Zona	Nombre Embalse	Operador	Fecha Registro	Departamento	Volumen (hm <sup>3</sup> )		Porcentaje % Almacenado
					Útil/Total	Almacenado	
Costa - Norte	Poechos	PECHP	28-Feb	Piura	438.30	139.1	31.74
Costa - Norte	San Lorenzo (Embalse)	JUSL	28-Feb	Piura	195.60	69.45	35.51
Costa - Norte	Tinajones	PEOT	28-Feb	Lambayeque	285.90	126.22	44.15
Costa - Norte	Gallito Ciego	PEJEZA	28-Feb	La Libertad	366.60	141.13	38.50
Costa - Centro	Viconga	STATKRAFT PERU S.A.	28-Feb	Lima	30.00	16.06	53.53
Costa - Centro	Ccaracocha	PETACC	28-Feb	Ica	40.00	29.90	74.75
Costa - Centro	Choclococha	PETACC	28-Feb	Ica	131.10	108.10	82.45
Costa - Sur	Condorama	AUTODEMA	28-Feb	Arequipa	259.00	244.15	94.27
Costa - Sur	Pañe	AUTODEMA	28-Feb	Arequipa	99.60	98.30	98.69
Costa - Sur	Dique Los Españoles	AUTODEMA	28-Feb	Arequipa	9.10	8.40	92.31
Costa - Sur	Pillones	AUTODEMA	28-Feb	Arequipa	78.50	54.30	69.17
Costa - Sur	El Frayle	AUTODEMA	28-Feb	Arequipa	127.20	89.80	70.60
Costa - Sur	Aguada Blanca	AUTODEMA	28-Feb	Arequipa	30.40	22.41	73.72
Costa - Sur	Chalhuanca	EGASA	28-Feb	Arequipa	25.00	21.40	85.60
Costa - Sur	Bamputañe	EGASA	28-Feb	Arequipa	40.00	31.60	79.00
Costa - Sur	Pasto Grande	PERPG	28-Feb	Moquegua	200.00	178.41	89.21
Costa - Sur	Represa Paucarani	PET	28-Feb	Tacna	10.50	7.30	69.52
Costa - Sur	Represa Jarumas	PET	28-Feb	Tacna	12.50	12.50	100.00
Costa - Sur	Aricota	EGESUR	28-Feb	Tacna	280.00	213.49	76.25
Sierra - Centro	Lago Junín	STATKRAFT PERU S.A.	28-Feb	Junín	441.00	275.30	62.43
Sierra - Centro	Cuchoquesera	Proyecto Cachi	28-Feb	Ayacucho	80.00	59.00	73.75
Sierra - Sur	Lagunillas	PELTC	28-Feb	Puno	110.00	80.20	72.91
Sierra - Sur	Sibinacocha	EGEMSA	28-Feb	Cusco	585.10	456.50	78.02
<b>Situación Nacional</b>					<b>3875.40</b>	<b>2483.02</b>	<b>64.07</b>

Tabla 5. Monitoreo fenológico de los principales cultivos de mango, arroz y olivo durante el mes de febrero del 2021. Fuente: SENAMHI.

CULTIVO	REGIÓN	ESTACIÓN	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	FASE FENOLOGICA	ESTADO	OBSERVACIONES
MANGO	Tumbes	Cañaverál	Criollo		Descanso	Bueno	La mayoría de los campos finalizaron la fase de maduración y las labores de cosecha.
	Piura	Chulucanas	Edward		Descanso	Bueno	
	Piura	Bigote	Criollo		Descanso	Bueno	
	Lambayeque	Olmos	Edward		Fructificación/Maduración	Bueno	Las labores de cosecha se encuentran próximo a finalizar
	Lambayeque	Tongorrape	Kent		Fructificación/Maduración	Bueno	
	Lambayeque	Jayanca	Kent		Fructificación/Maduración	Bueno	
	Ica	palpa	Criollo		Maduración	Bueno	Se realizó las labores de cosecha y riego
	Ica	Huallpoca	Criollo		Maduración	Bueno	
ARROZ	Piura	Bernal	IR-43				
	Piura	Partidor	Mallares	18/01/2021	Elongación del tallo	Bueno	
	Piura	Morropon	Mallares				
	Lambayeque	Oyotun	Pítipo	10/02/2021	Plántula	Bueno	
	Lambayeque	Talla	El Valor	18/12/2020	Plántula	Bueno	se realizó el abonamiento al suelo
	Lambayeque	Puchaca	El Valor	04/01/2021	Plántula	Bueno	
	Lambayeque	Lambayeque	IR-43	31/12/2020	Plántula	Bueno	Se realizó fumigación preventiva contra la "hoja blanca" y aplicó abono foliar.
	Arequipa	Aplao	Tinajones	02/11/2020	Panoja	Bueno	
	Arequipa	La Haciendita	ir-43	12/10/2020	Espiga	Bueno	
	Arequipa	Camana	ir-43	27/11/2020	Maduración pastosa	Bueno	
	Arequipa	Hacienda Pampata	ir-43	27/11/2020	Maduración córnea	Bueno	
	Arequipa	La Pascana	Tinajones	17/12/2020	Panoja	Bueno	
	Arequipa	Ocoña	ir-43	09/11/2020	Maduración lechosa	Bueno	
OLIVO	Moquegua	Ilo	Sevillana				
	Tacna	La Yarada	Sevillana		Fructificación	Bueno	

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	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
CFS2		-0.55	-0.27	-0.20	-0.19	-0.27	-0.35	-0.42
CanCM4i		-0.73	-0.49	-0.31	-0.13	-0.06	-0.12	-0.31
GEM_NEMO		-0.82	-0.71	-0.67	-0.62	-0.58	-0.58	-0.61
GFDL_SPEARE		-0.69	-0.37	-0.09	0.12	0.18	0.08	-0.11
NASA		-1.18	-1.58	-2.07	-2.33	-2.33	-2.26	-2.28
NCAR_CCSM4		-0.63	-0.39	-0.34	-0.43	-0.69	-1.00	-1.27
NMME		-0.77	-0.64	-0.61	-0.60	-0.63	-0.71	-0.83
ONItmp	-0.89							

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	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
CFS2		-0.44	-0.24	-0.21	-0.02	0.08	0.05	-0.03
CanCM4i		-0.42	-0.08	0.18	0.31	0.27	0.12	0.02
GEM_NEMO		-0.43	-0.12	0.05	0.22	0.17	-0.07	-0.32
GFDL_SPEARE		-0.10	0.22	0.24	0.28	0.28	0.20	0.08
NASA		-1.36	-2.05	-2.63	-2.50	-2.07	-1.60	-1.31
NCAR_CCSM4		-0.68	-0.37	-0.05	0.04	-0.18	-0.47	-0.72
NMME		-0.57	-0.44	-0.40	-0.28	-0.24	-0.30	-0.38
ICENtmp	-0.70							

Tabla 8. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico oriental (región 1+2 frente a la costa de Perú) entre marzo y junio 2021.

Pacífico oriental	Febrero (%)	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)
Fría fuerte	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0
Fría débil	6	5	4	4
Neutro	78	73	77	79
Cálida débil	15	20	18	16
Cálida moderado	1	2	1	1
Cálida fuerte	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0

Tabla 9. Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3.4) entre marzo y junio 2021.

Pacífico central	Marzo (%)	Abril (%)	Mayo (%)	Junio (%)
Fría fuerte	0	0	0	0
Fría moderada	8	5	1	0
Fría débil	68	54	42	35
Neutro	24	40	52	60
Cálida débil	0	1	5	5
Cálida moderado	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0

## VII. FIGURAS

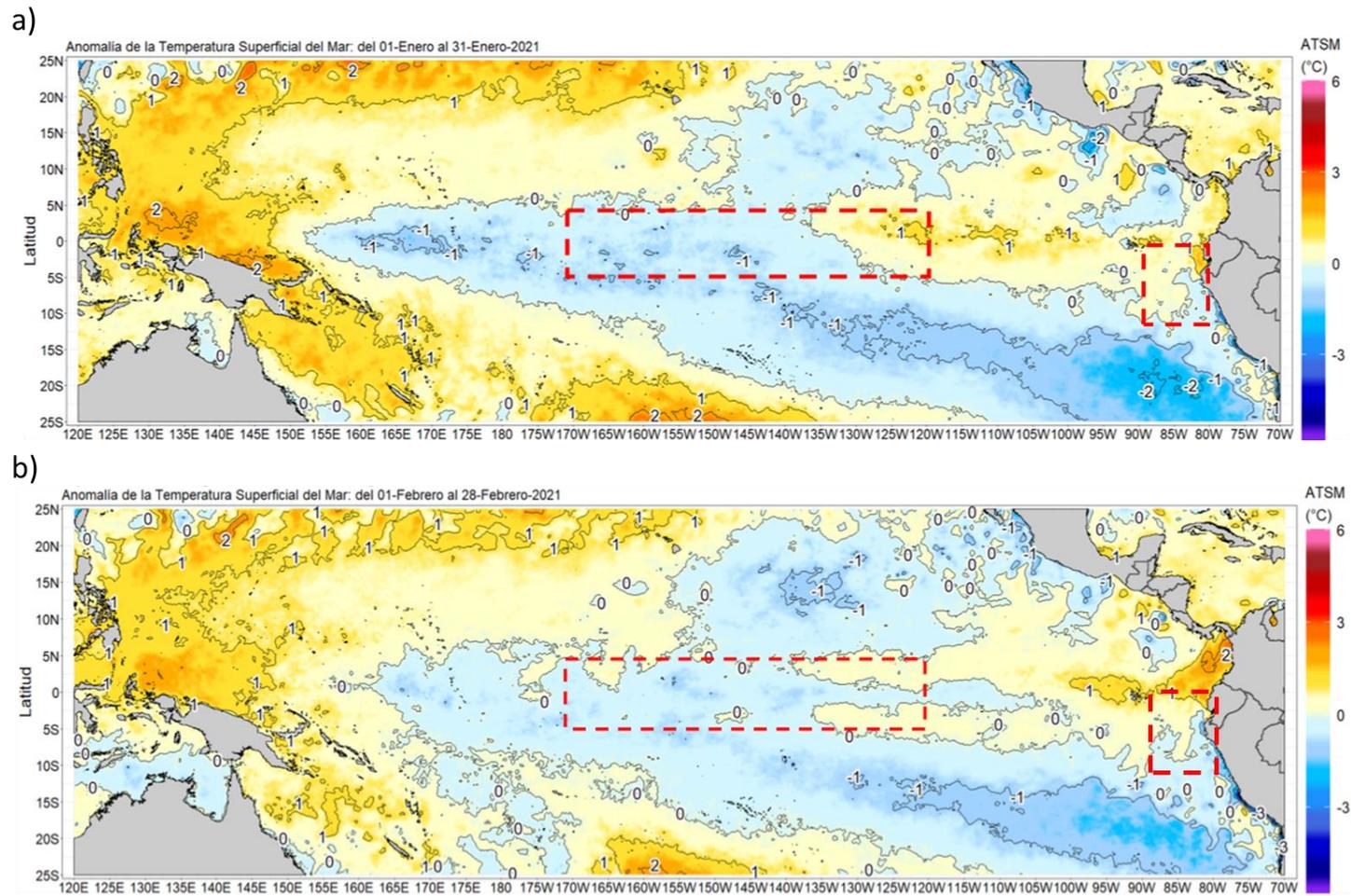


Figura 1. Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante enero y febrero 2021 (b). Las regiones El Niño 3.4 y El Niño 1+2 están delimitadas con los recuadros rojos. Fuente: CMEMS v.3.0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

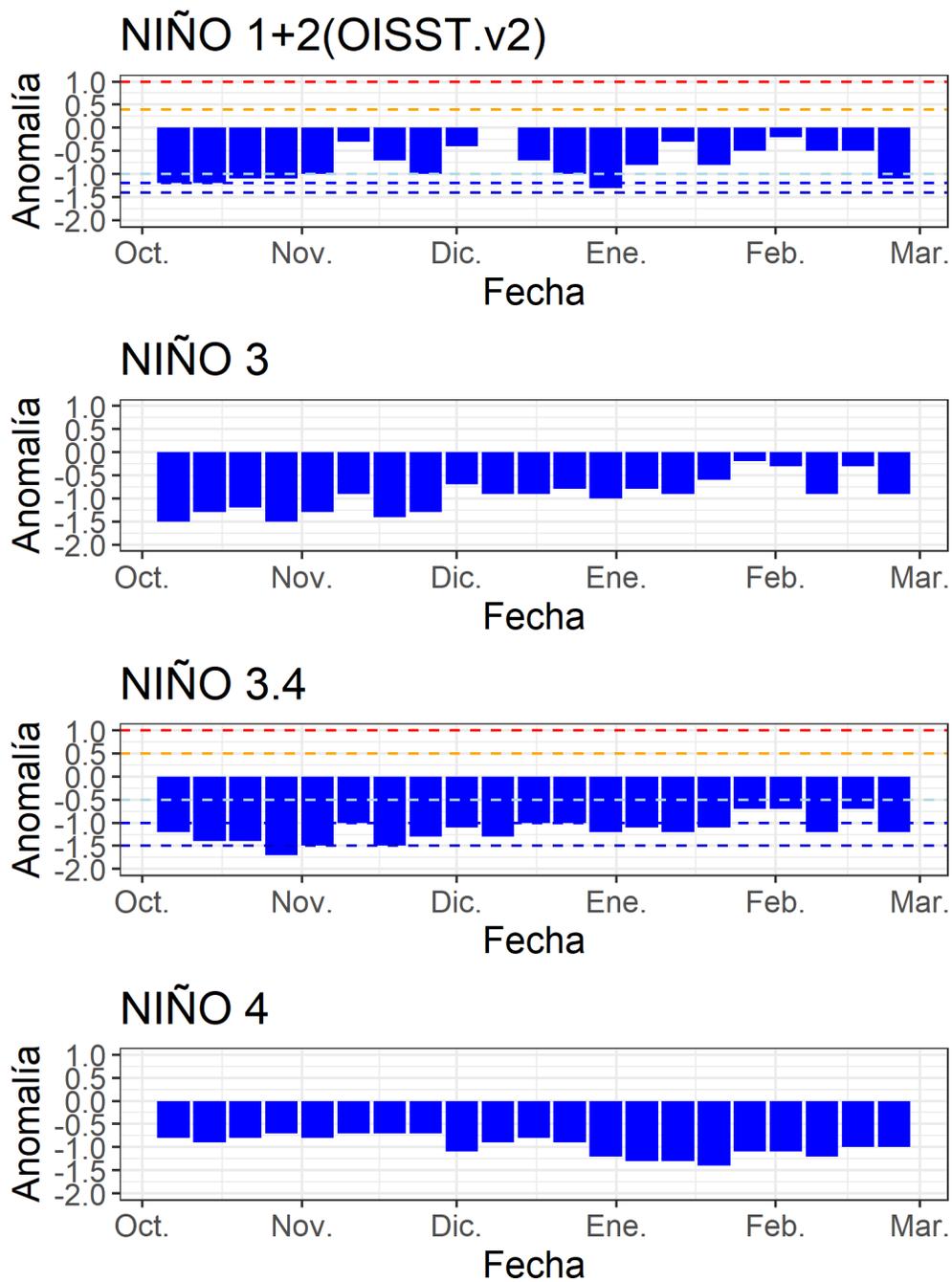


Figura 2. Series de tiempo de las anomalías semanales de la TSM (°C) en las regiones Niño, desde setiembre del 2020 hasta febrero del 2021. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA; procesamiento: DIHIDRONAV.

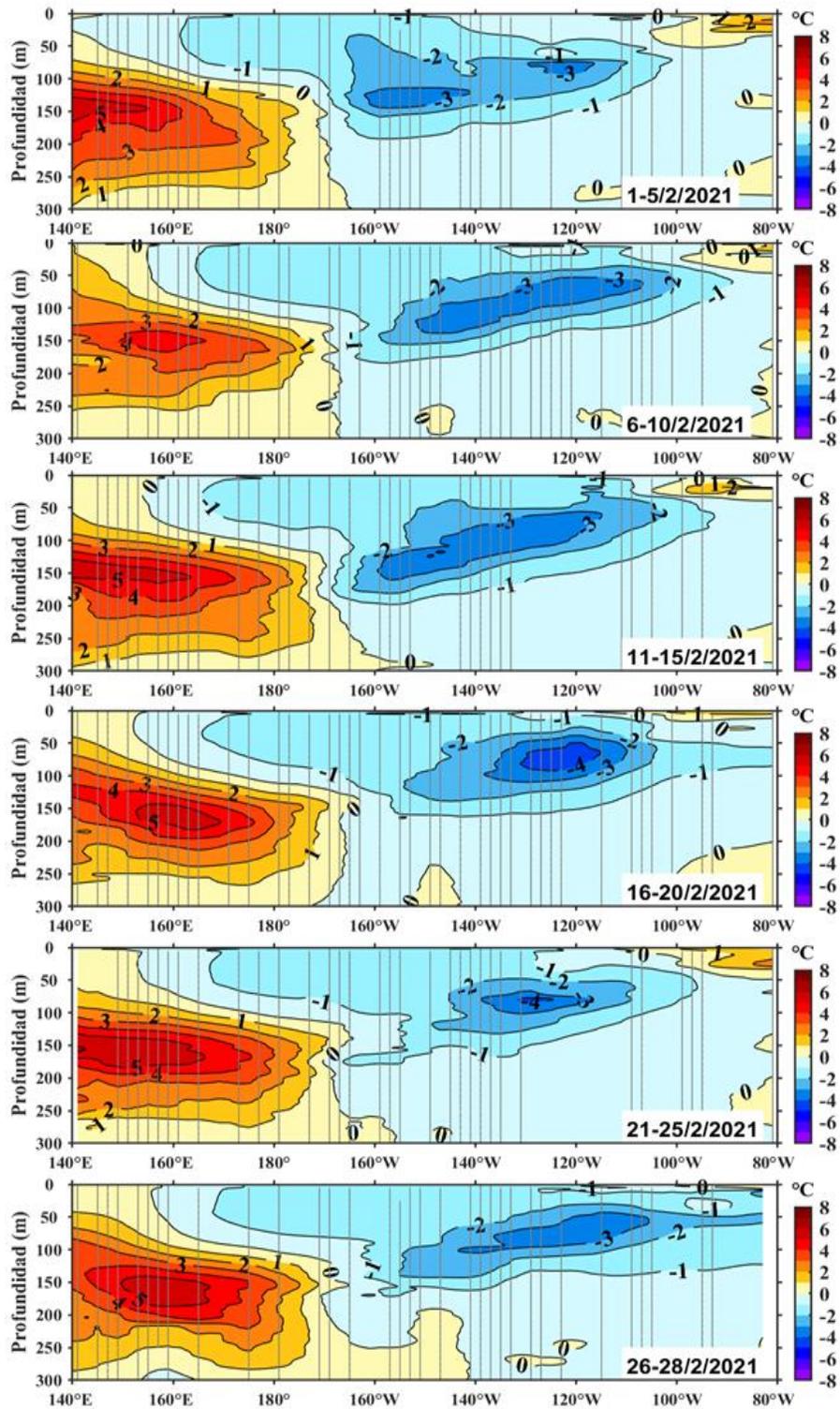


Figura 3. Anomalías de temperatura (°C) en la capa superior (0-500 m) del Pacífico Ecuatorial (2°S - 2°N), en promedios de cinco días durante enero de 2021 (las fechas indican el último día, los contornos están separados a 1°C). Periodo base: 1981-2010. Fuente: ARGO – TAO/TRITON, Adaptado: PMEL/NOAA.

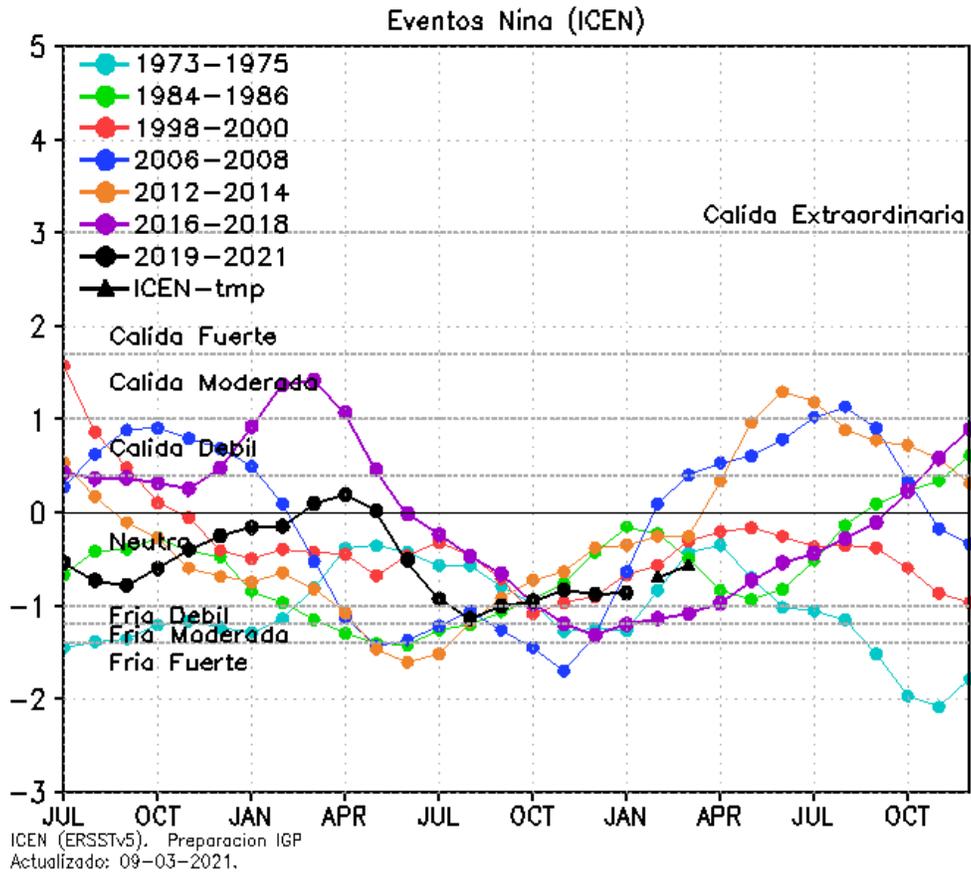


Figura 4. Variabilidad temporal del ICEN para los años 1973-1975 (verde), 1984-1986 (rojo), 1998-2000 (azul), 2012-2014 (anaranjado), 2016-2018 (morado), y 2019-2021 (negro). Fuente: IGP.

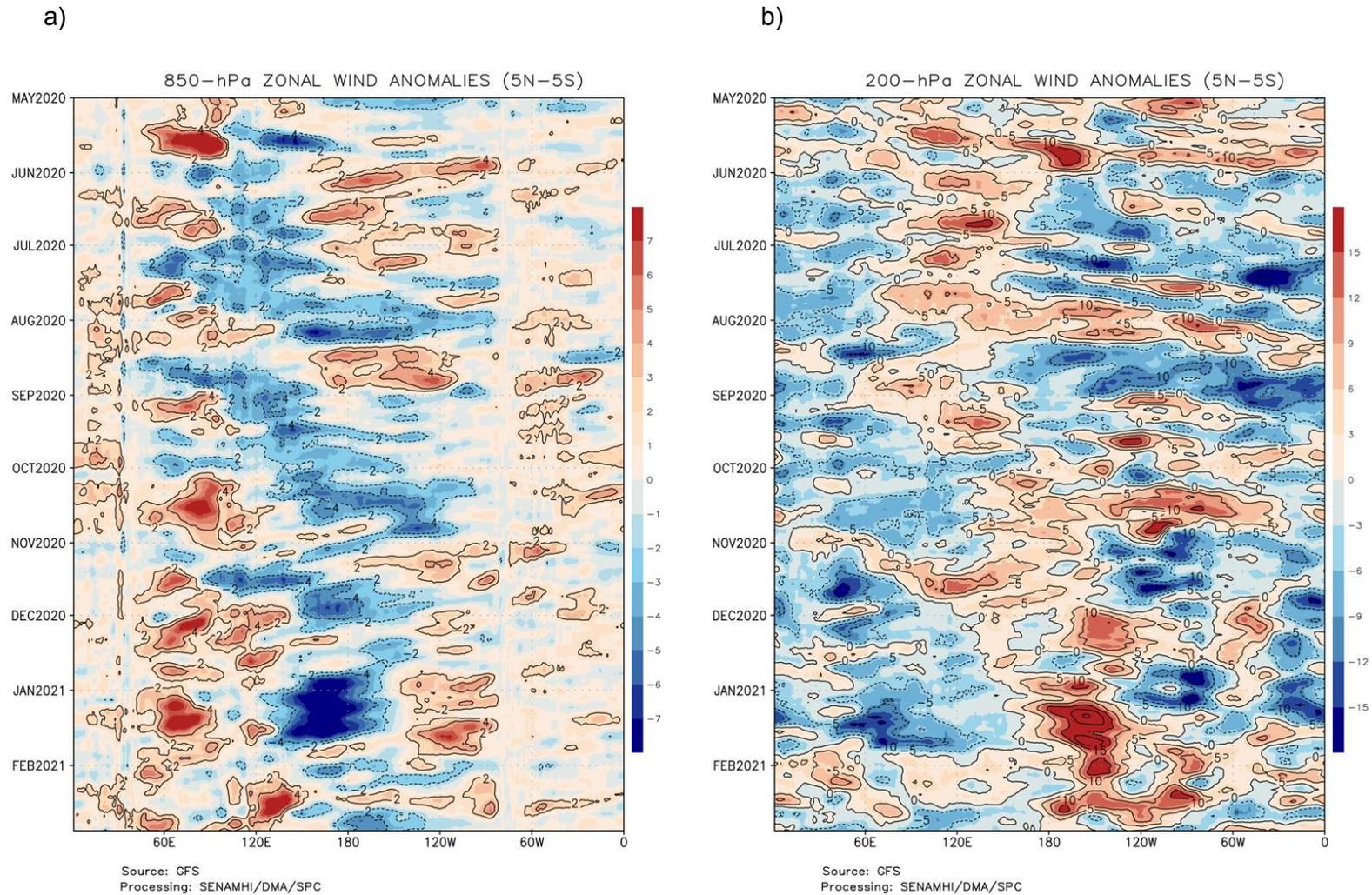


Figura 5. Anomalías de vientos zonales a 850 hPa (a) y 200 hPa (b) entre los 5°S y 5°N en la franja ecuatorial de mayo 2020 a febrero 2021. Procesamiento: SENAMHI.

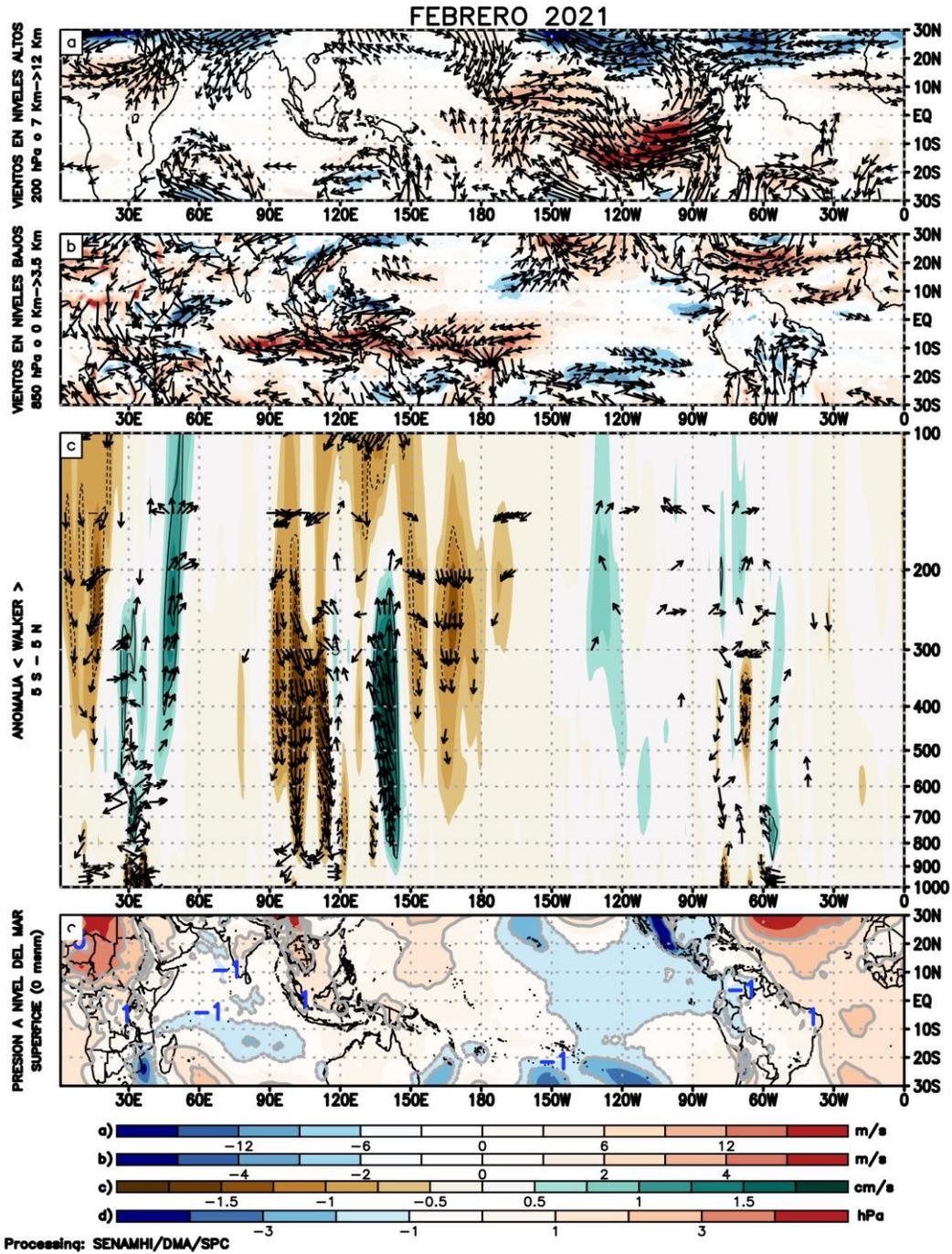


Figura 6. (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para el mes de febrero del 2021. (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para el mes de diciembre de 2020. (d) Anomalías de presión a nivel del mar; a), b) y d) expresado en valores de desviación estándar. Fuente: SPC/SENAMHI.

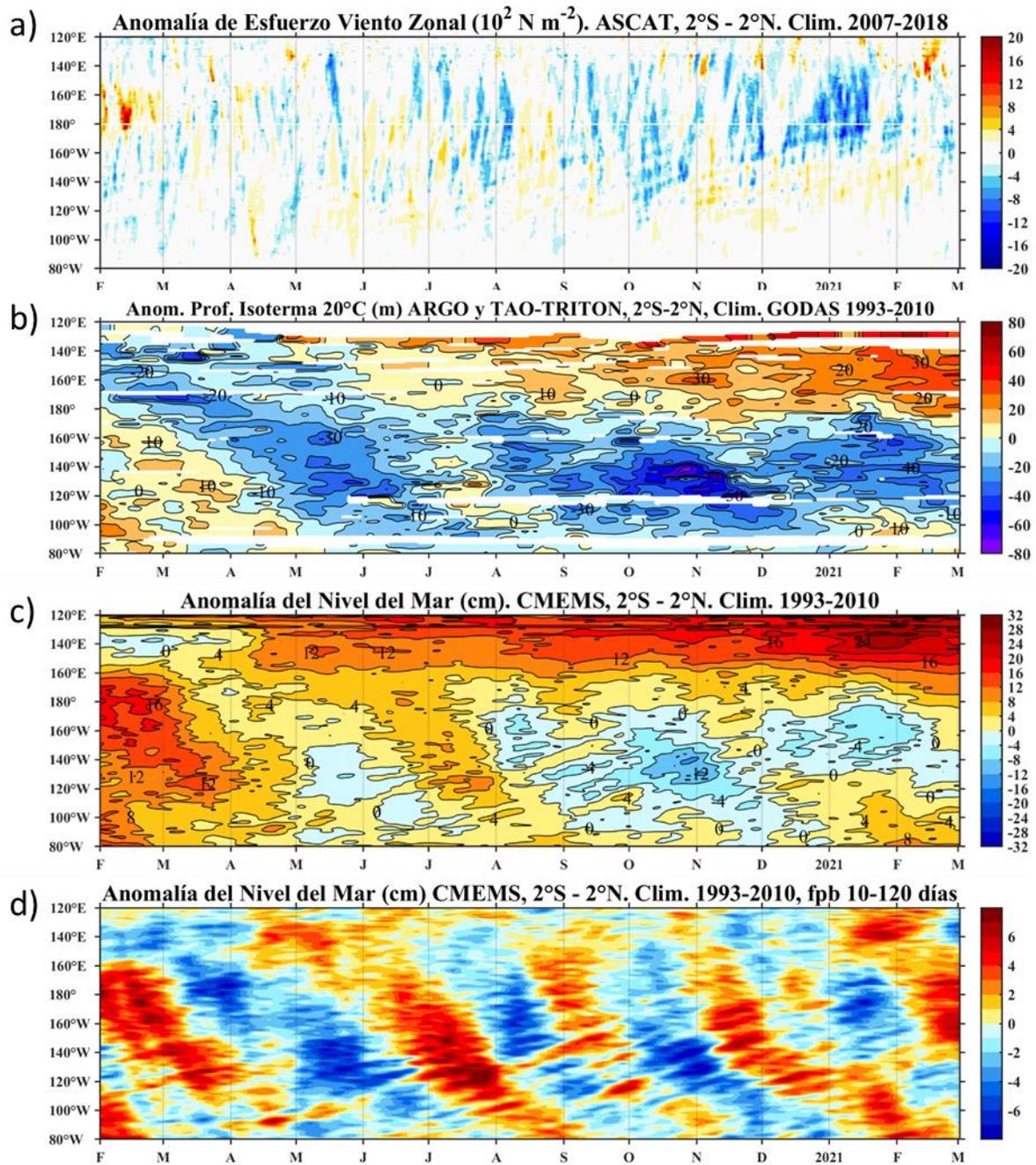


Figura 7. Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal ( $10^2 \text{ Nm}^{-2}$ ), b) anomalia de la profundidad de la isoterma de  $20^\circ\text{C}$  (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalia del nivel medio del mar diario (cm) y d) anomalia del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasa banda de 10 - 120 días, fuente: CMEMS v3.0, climatología: 1993-2010; ambos en el Pacifico ecuatorial ( $140^\circ\text{W}-80^\circ\text{W}$  y  $2^\circ\text{N}-2^\circ\text{S}$ ). Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

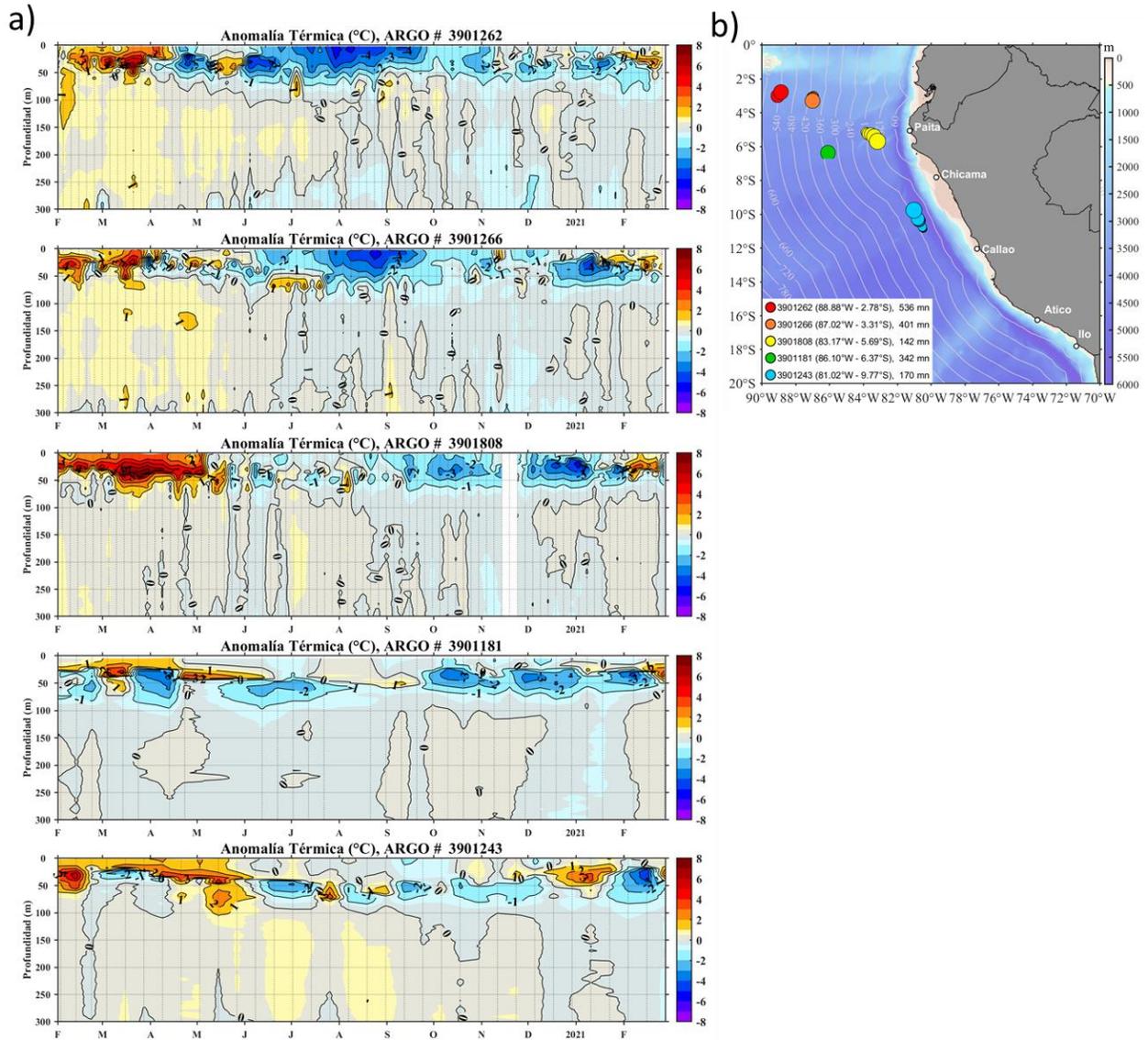


Figura 8. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en la a) flotadores ARGO en la zona oceánica y d) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de febrero donde brindo información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

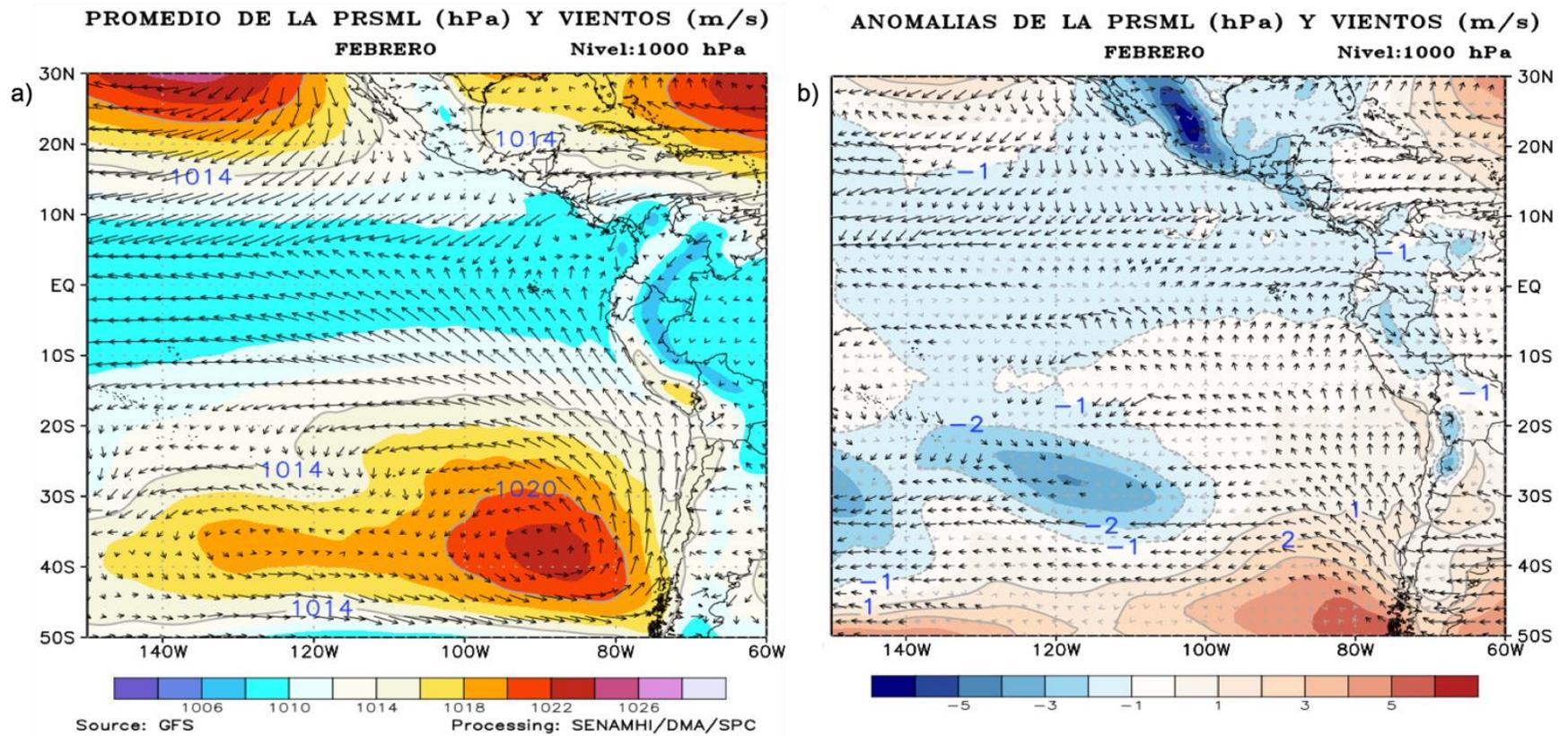


Figura 9. Promedio mensual (izquierda) y anomalías (derecha) de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) y vientos (flechas) para febrero 2021. Procesamiento: SENAMHI.

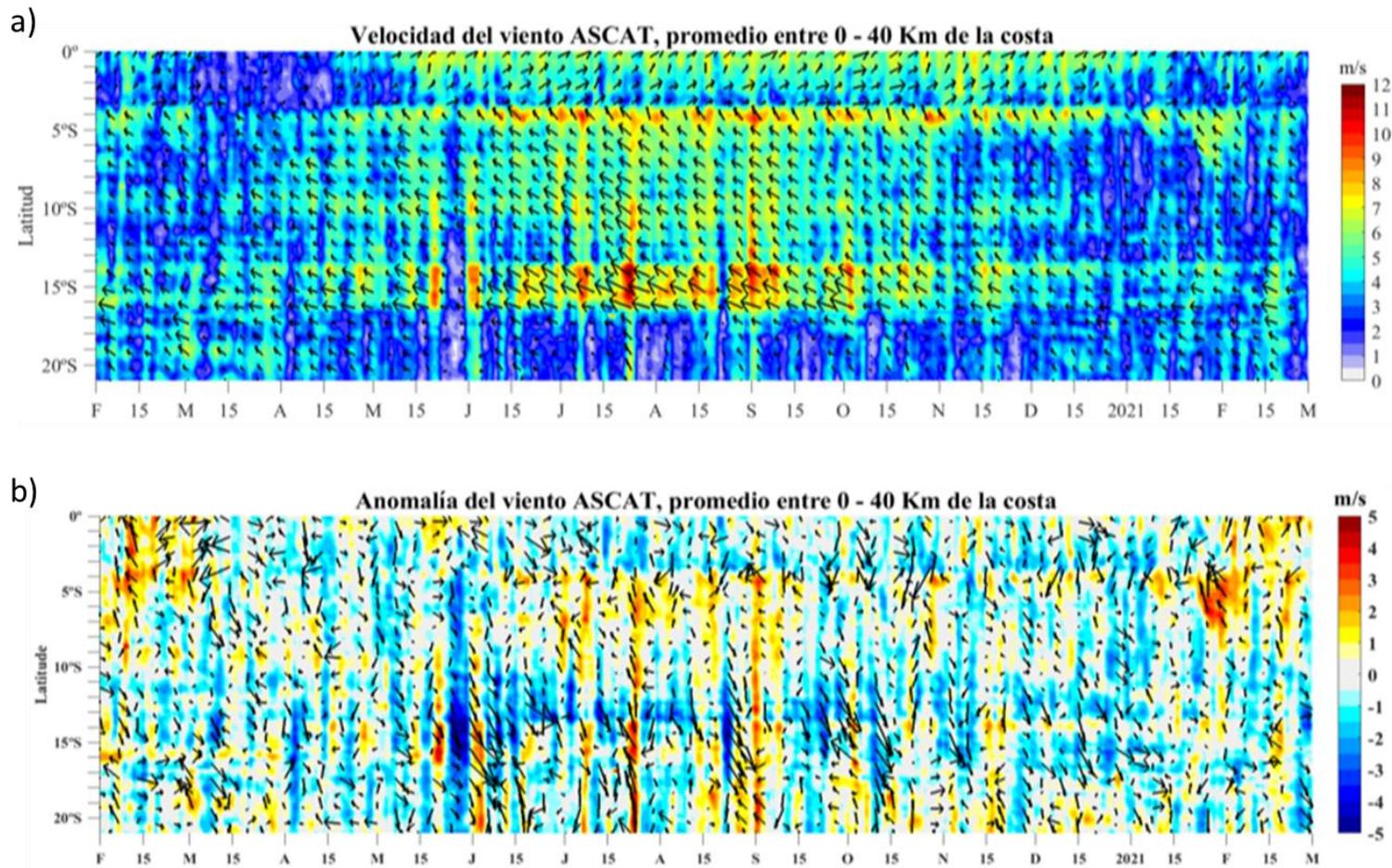


Figura 10. a) Velocidad del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ), y b) anomalía del viento ( $\text{m s}^{-1}$ ), desde los  $0^\circ$  hasta  $20^\circ\text{S}$  en el periodo durante los últimos 12 meses. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Actualizado al 28 de febrero 2021. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

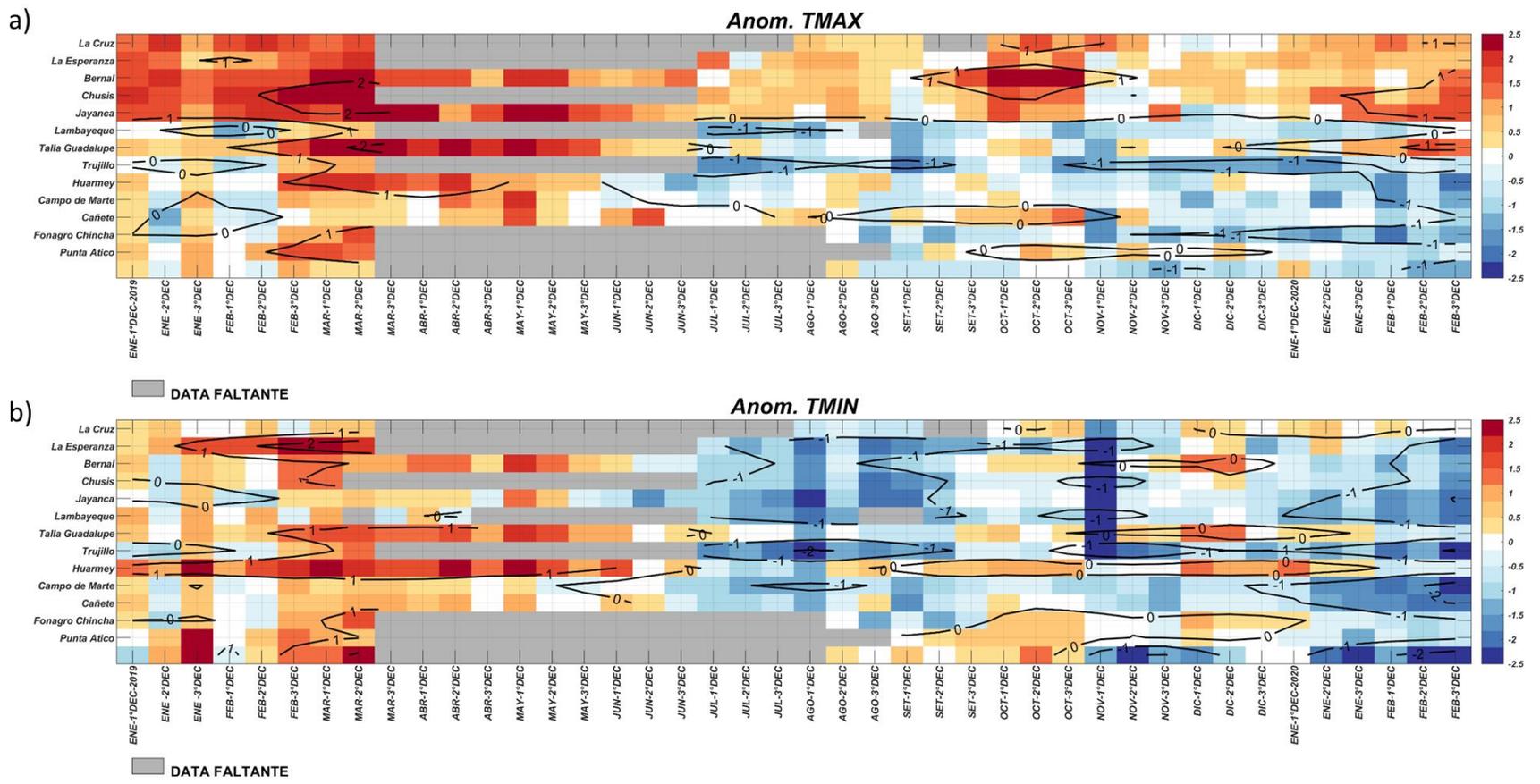
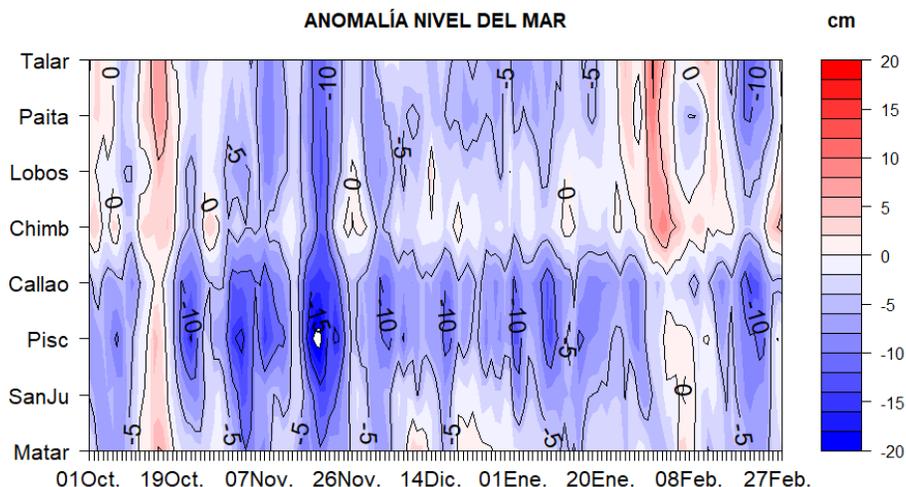
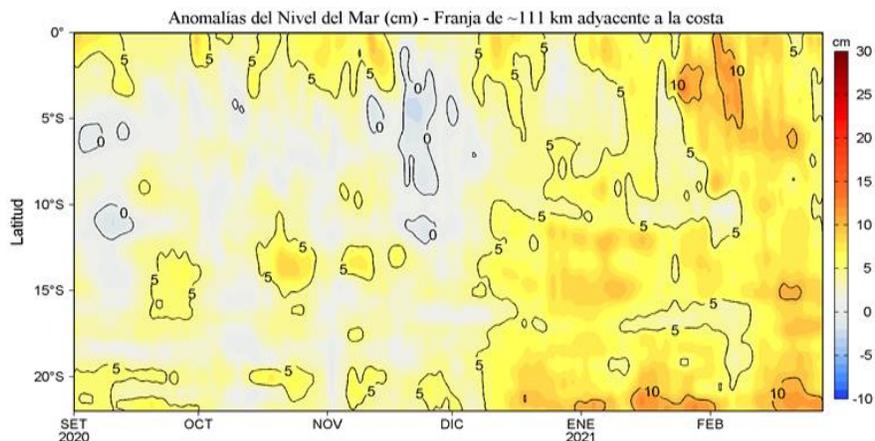


Figura 11. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI entre enero 2020 hasta febrero 2021 Fuente: SENAMHI.

a)



b)



c)

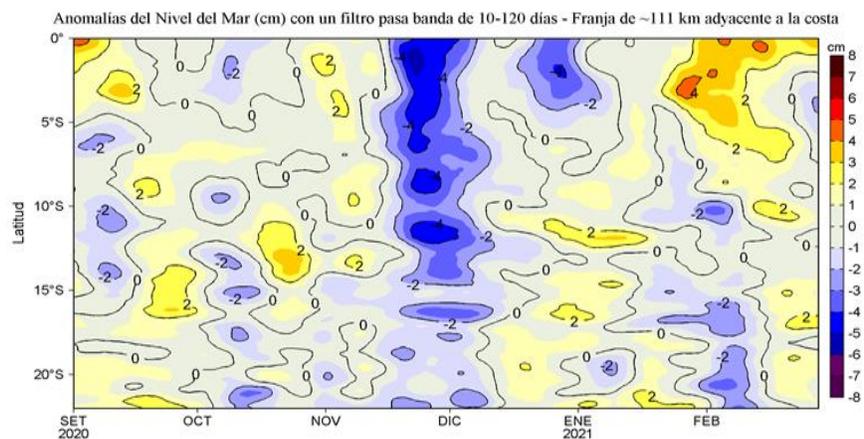


Figura 12. Anomalías del NMM, actualizados al 28 de febrero del 2021: a) Diagrama Hovmöller durante los últimos 5 meses en estaciones costeras de la DIHIDRONAV, y Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel del mar diario (cm) sin filtro (b) y con un filtro pasa banda de 10 a 120 días (c), para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano. Fuente: CMEMS v3.0; Climatología: 1993-2012. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

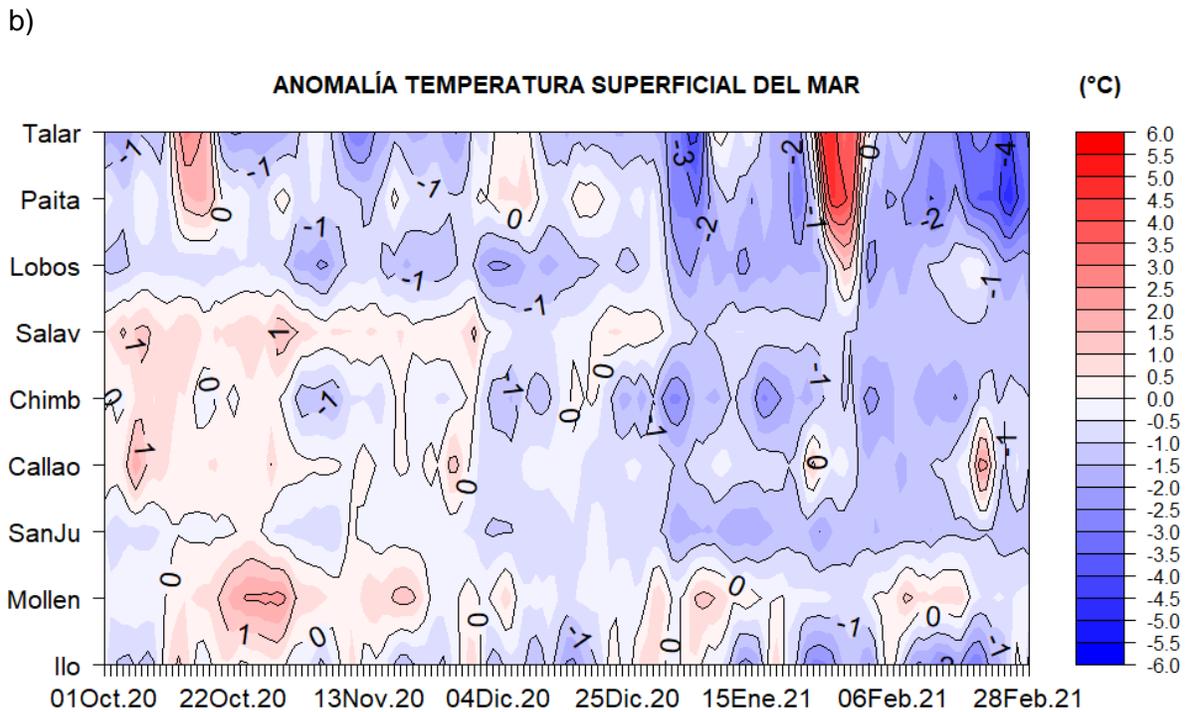
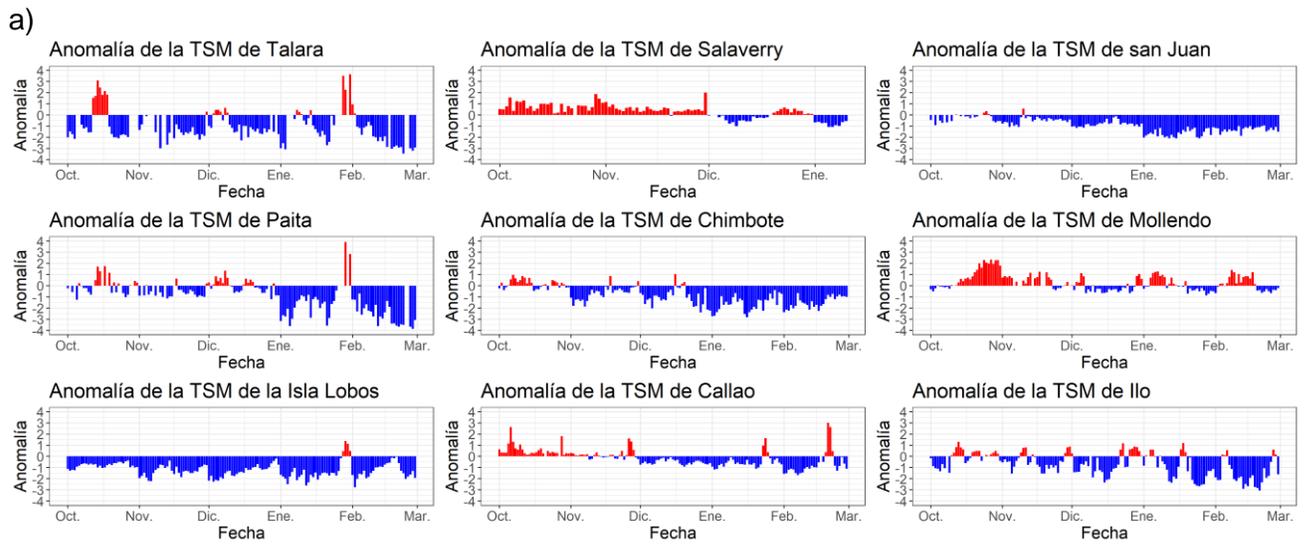


Figura 13. Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 5 meses, a) serie y b) hövmoller. Actualizado al 28 de febrero 2021. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV.

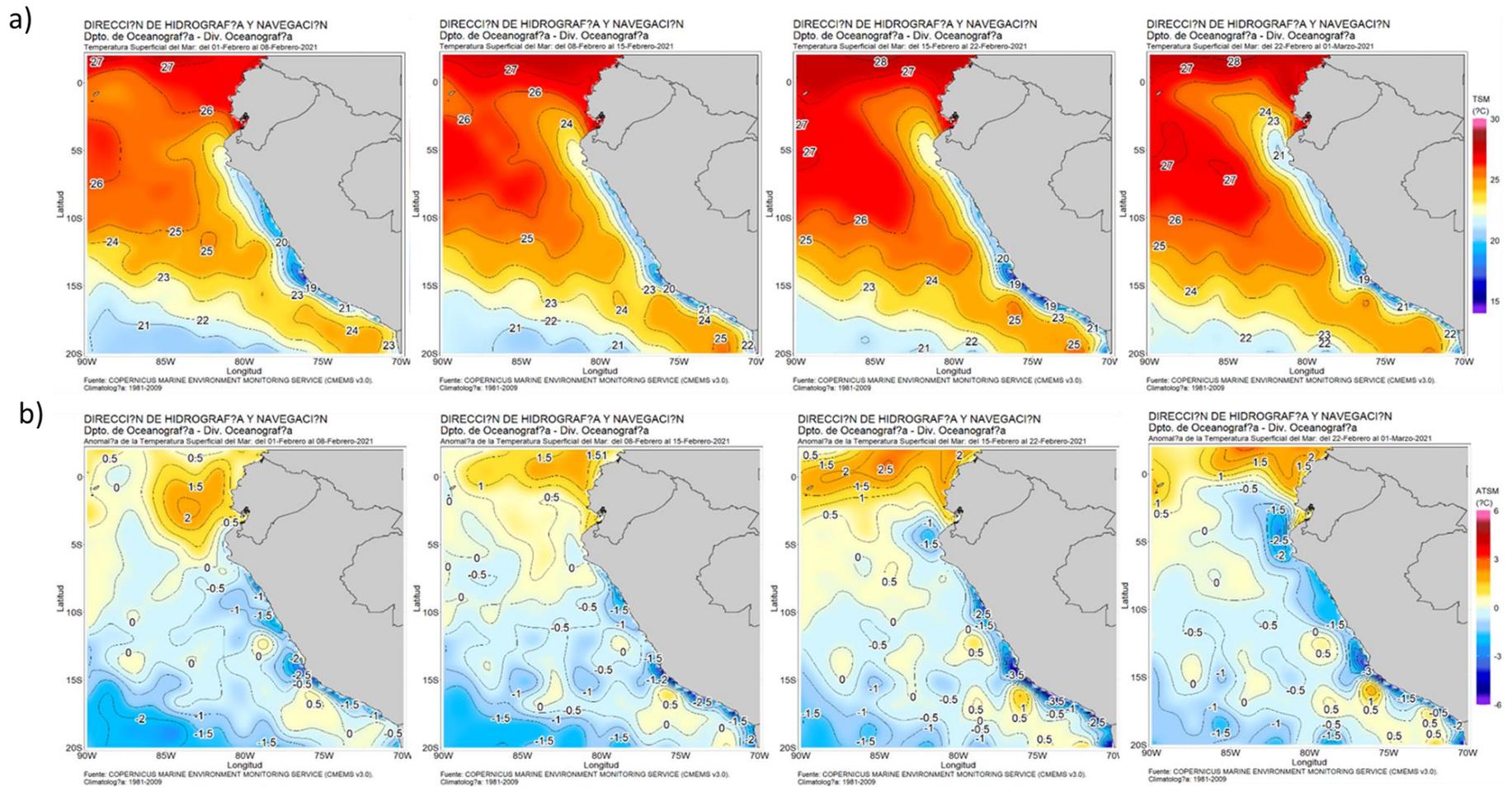


Figura 14. Mapa de distribución espacial de las Temperaturas Superficiales del Mar (TSM, °C) (a), y de las Anomalías de la Temperatura superficial del mar (ATSM, °C) (b) para cada semana de febrero de 2021 de forma creciente de izquierda a derecha, en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

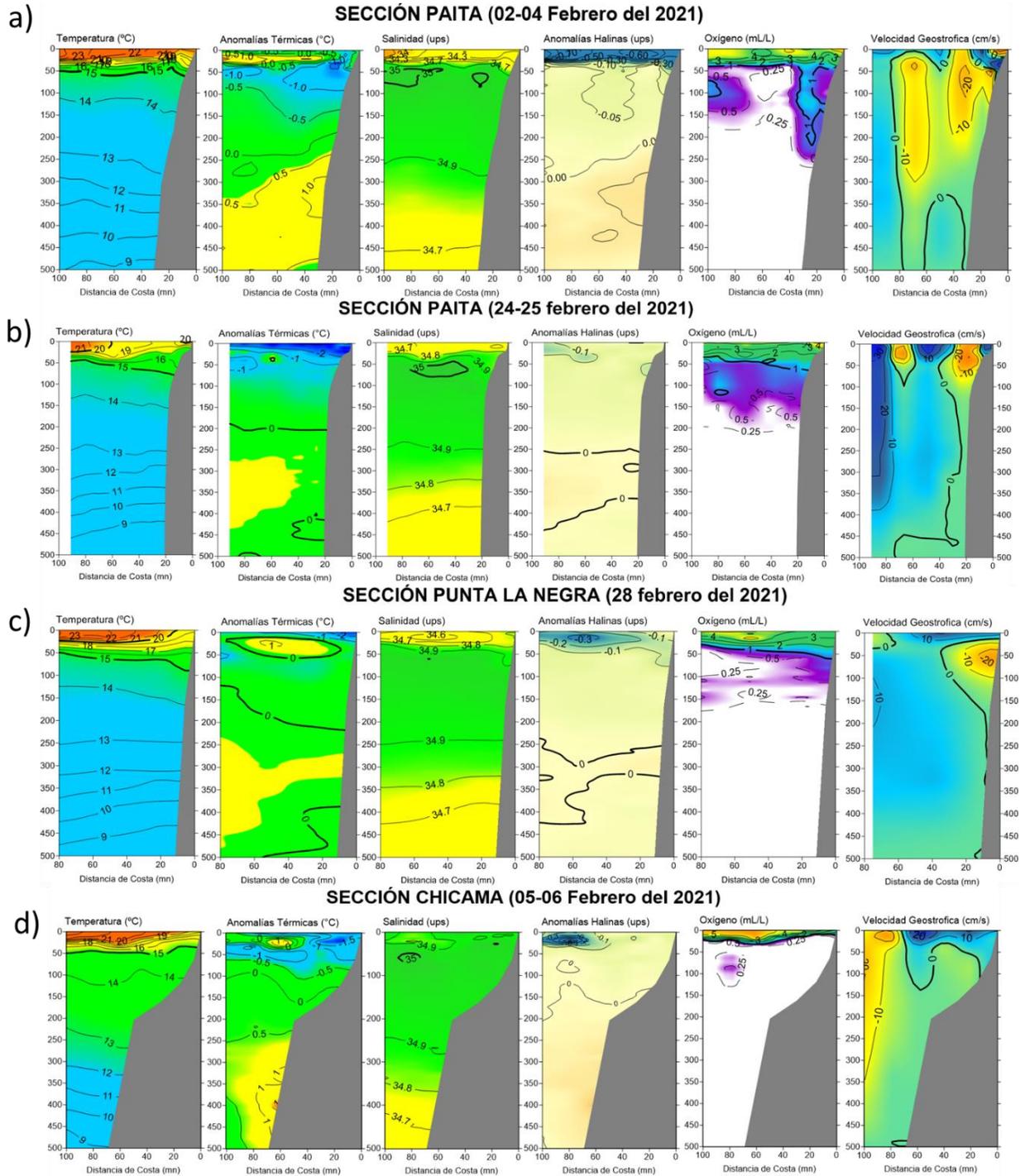


Figura 15. Sección Vertical de Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), Anomalías térmicas ( $^{\circ}\text{C}$ ), Salinidad (ups), Anomalías halinas (ups), Oxígeno ( $\text{mL L}^{-1}$ ) y Velocidad Geostrófica ( $\text{cm s}^{-1}$ ) (de izquierda a derecha) frente a Paita, 02-04 febrero (a), Paita, 24-25 de febrero (b), Punta La Negra, 28 de febrero (c), y Chicama, 05-06 de febrero (d).

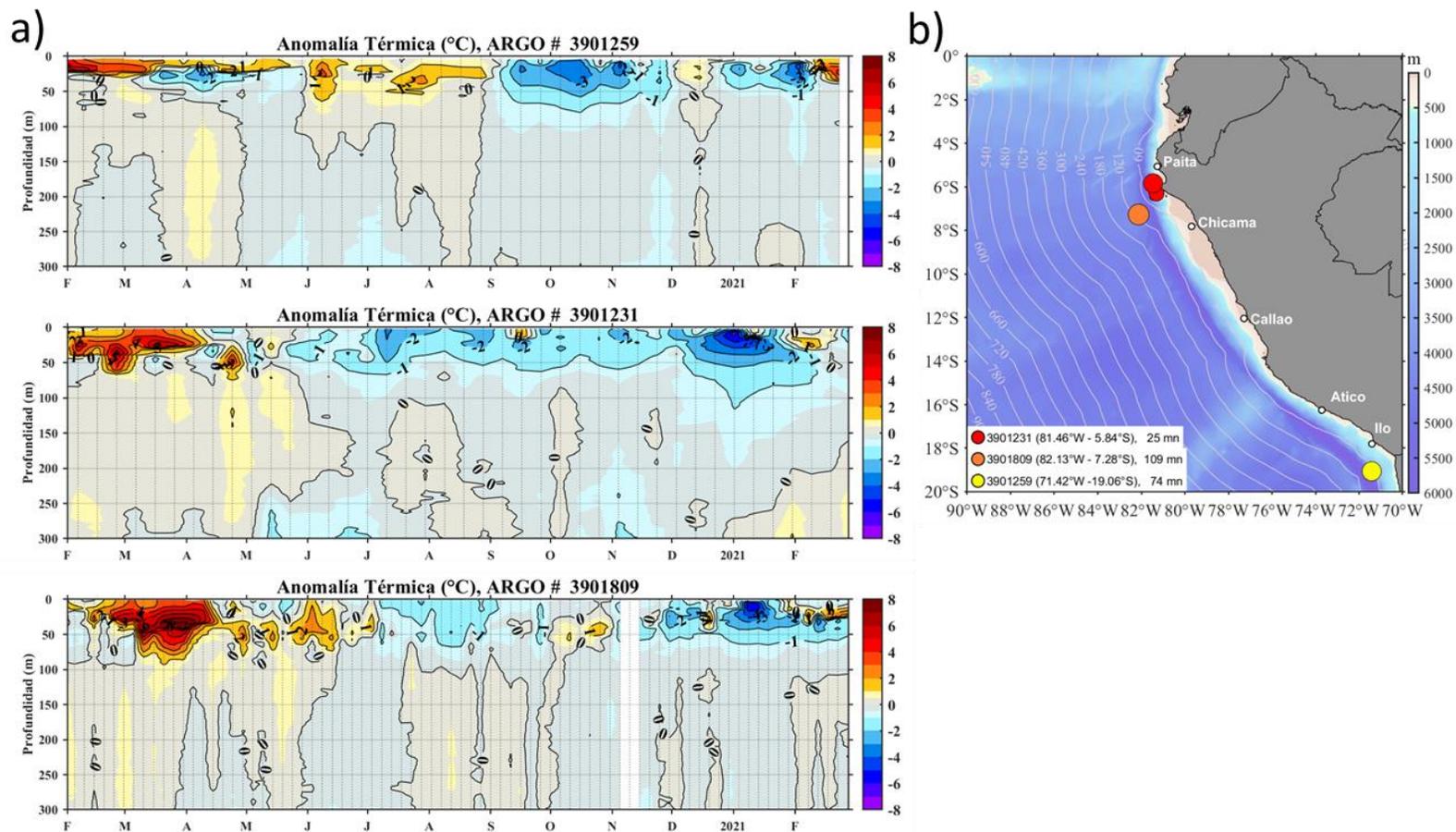
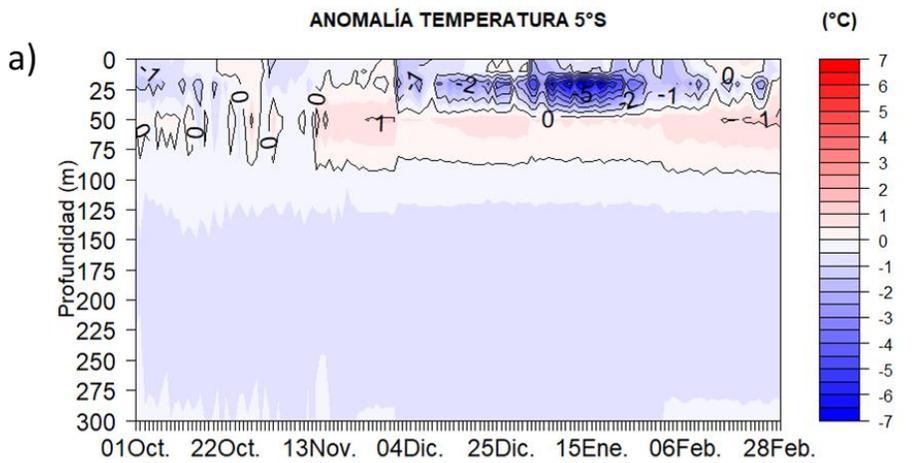


Figura 16. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en flotadores ARGO cerca a la costa (a); y ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de febrero donde brindaron información los flotadores ARGO (b). Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.



Climatología-IMARPE

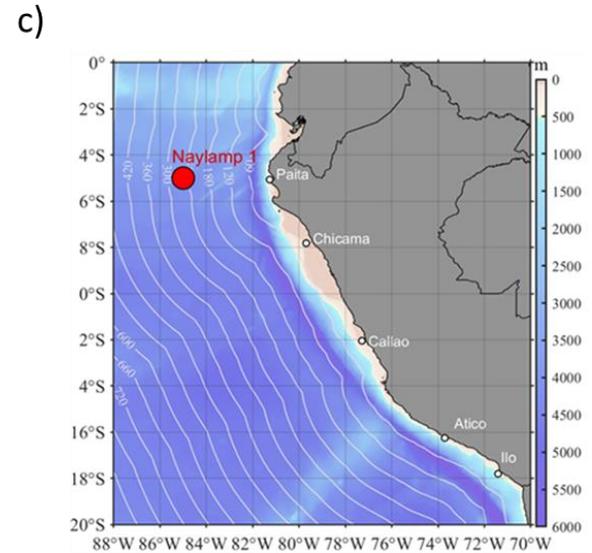
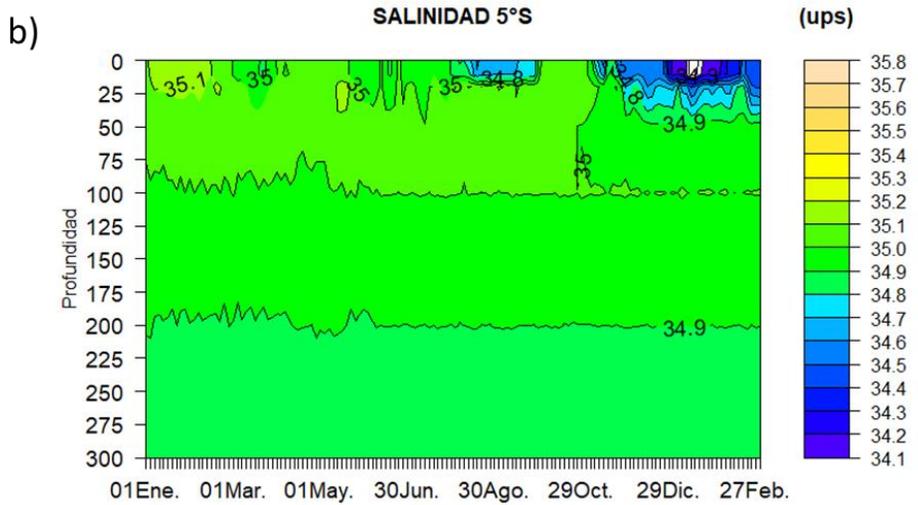
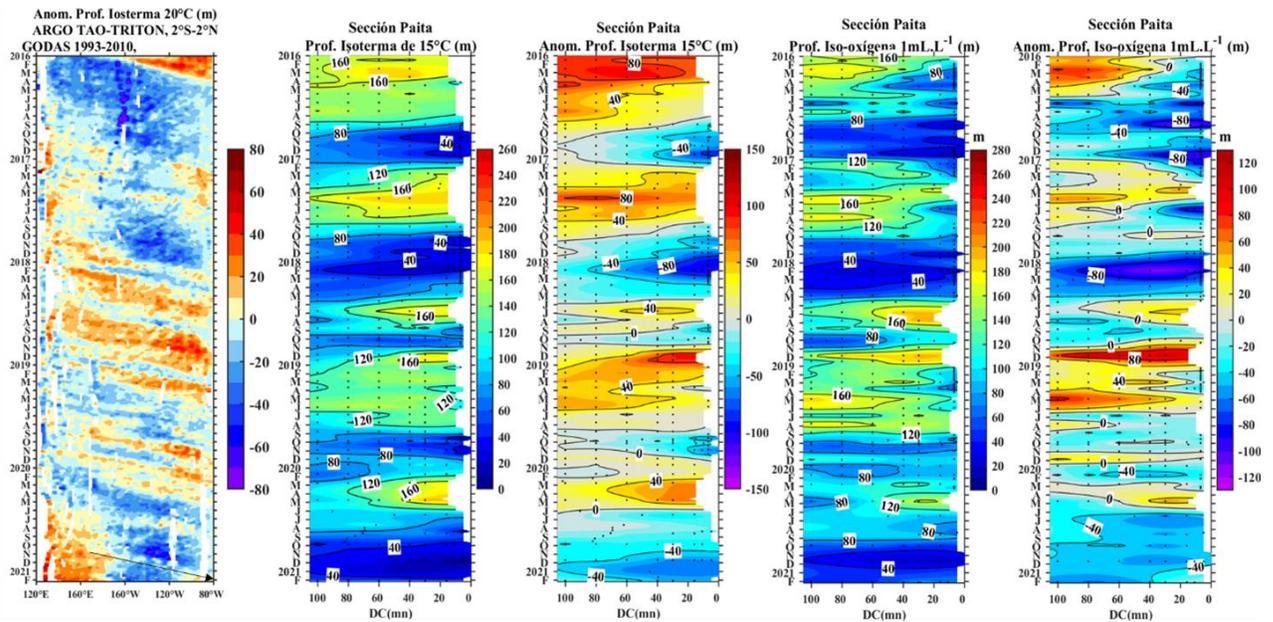


Figura 17. Evolución de la anomalía de la (a) temperatura y (b) salinidad del agua de mar en la en la boya Naylamp 1 y (c) su ubicación (85° W – 5° S). Procesamiento: DIHIDRONAV.

a) Sección Paita



b) Sección Chicama

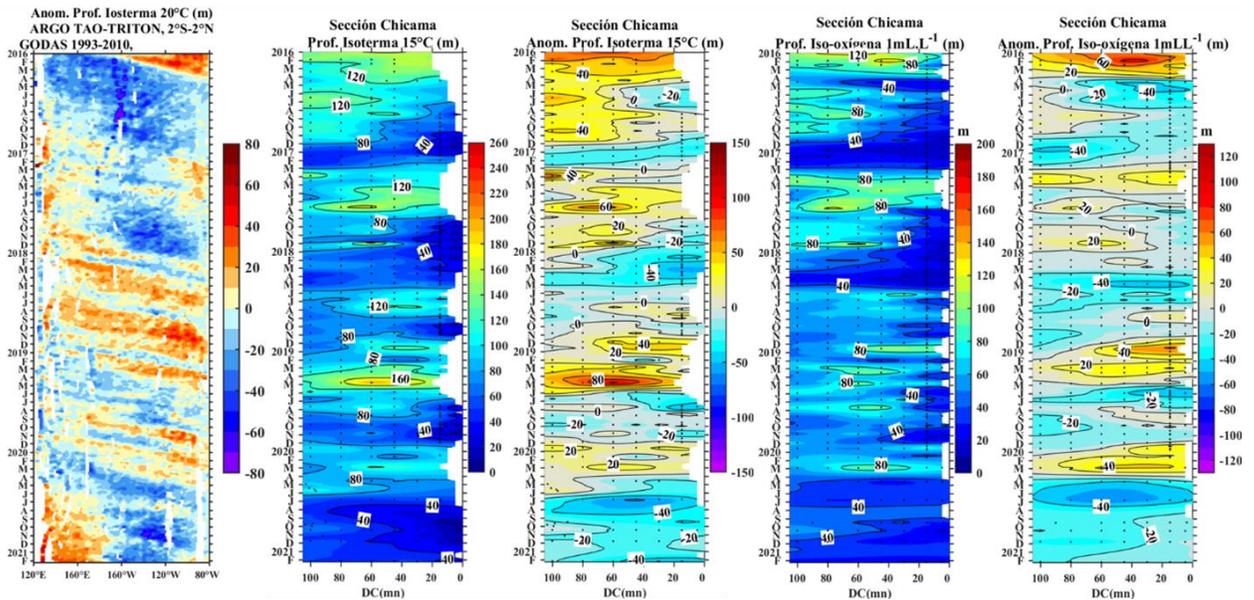


Figura 18. Diagramas Hovmoller (de izquierda a derecha) de profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacifico Ecuatorial (120° E – 80° W y 2° N – 2° S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, profundidad de la isoterma de 15 °C, anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup>, anomalía de la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L<sup>-1</sup> frente a Paita (a) y Chicama (b) dentro de las 100 mn a la costa. Climatología de 1981 a 2010. Fuente: IMARPE.

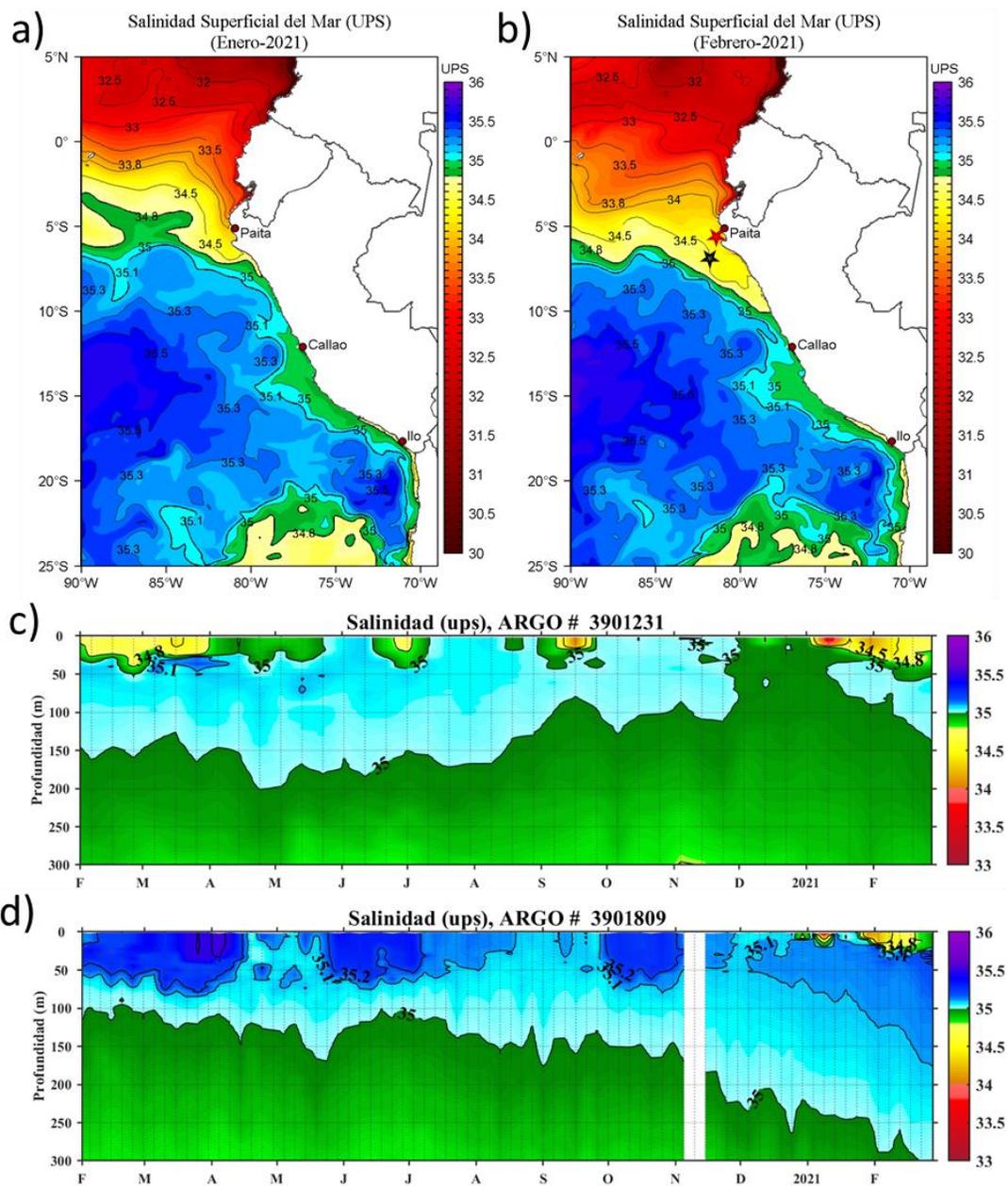


Figura 19. Distribución espacial promedio de la Salinidad Superficial del Mar (UPS) para a) enero y b) febrero de 2021 en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Evolución de la salinidad del agua de mar en los flotadores ARGO a) número 3901231 frente a Punta Falsa (estrella roja en la Figura b), y b) número 3901809 frente a Chicama (estrella negra en la Figura b). Fuente: ARGO, climatología: 1981-2010.

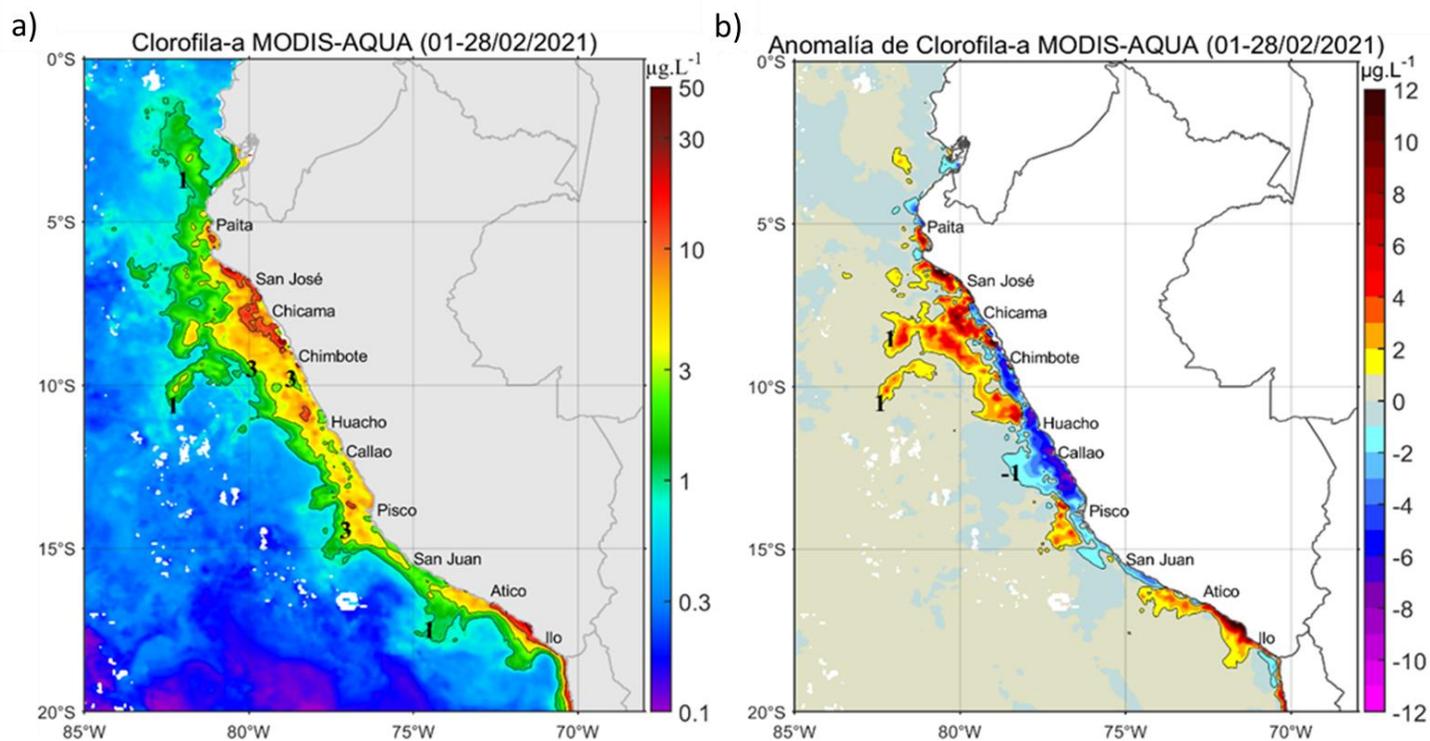


Figura 20. Mapa de la concentración de clorofila-a superficial satelital (a) y su anomalía (b y d) durante febrero de 2021, proveniente de MODIS-AQUA ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). En (c), se muestra la serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barras negras) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) entre 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

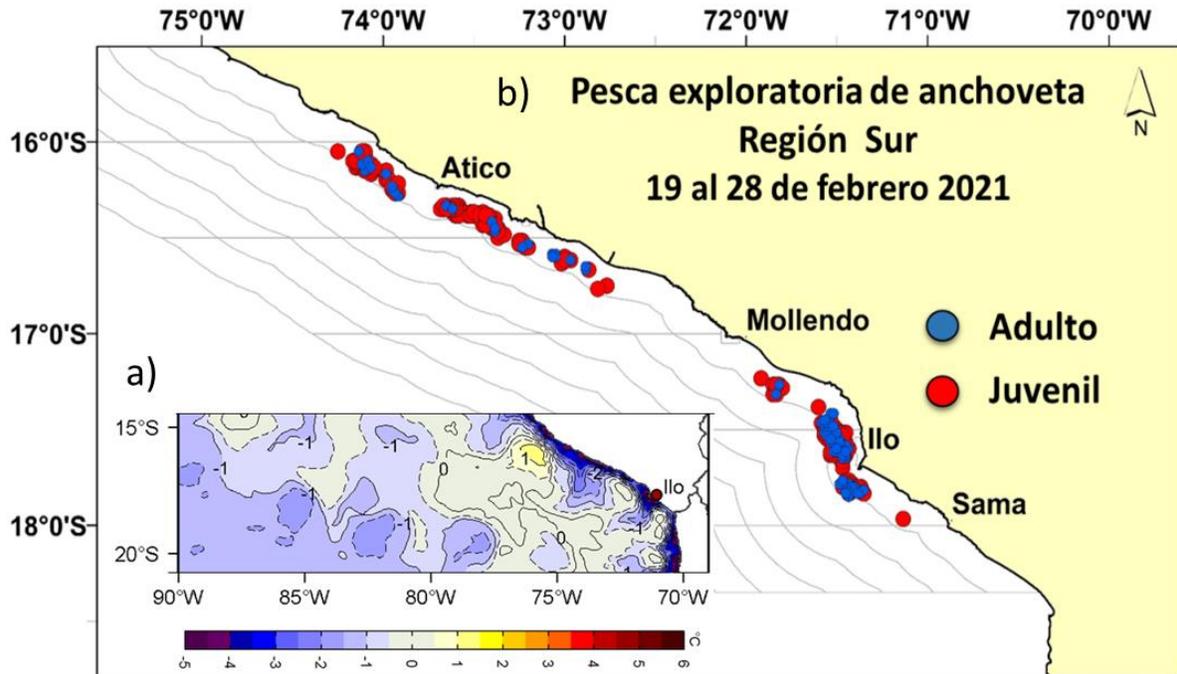


Figura 21. a) Anomalía de la temperatura superficial del mar - ATSM ( $^{\circ}\text{C}$ ) y b) distribución de la anchoveta en la región sur durante el periodo 19 – 28 de febrero 2021. Fuente: IMARPE.

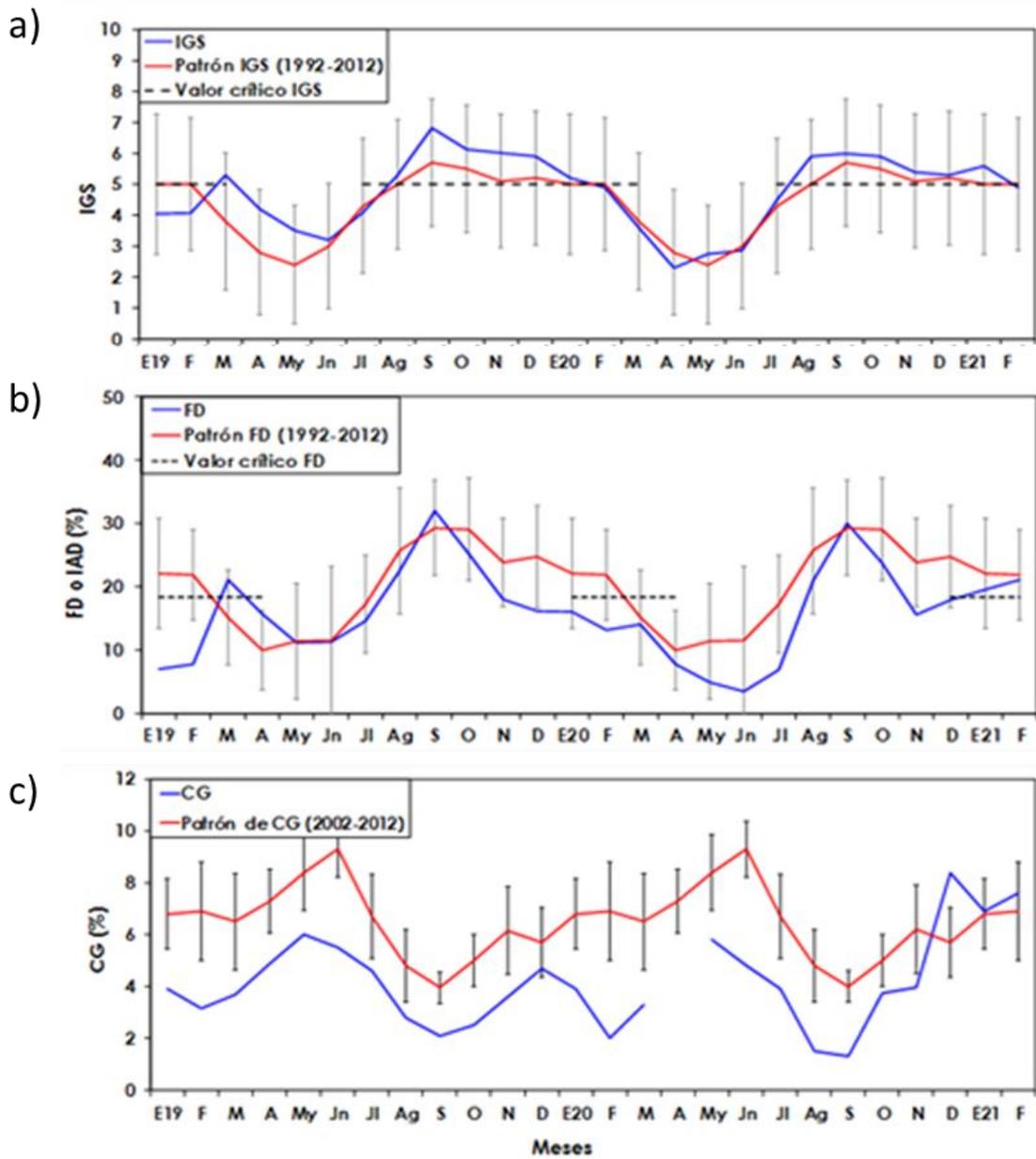


Figura 22. Indicadores reproductivos: a) Índice Gonadosomático y b) Fracción desovante e indicador somático c) Contenido graso de anchoveta de la región norte centro durante el periodo enero 2019 y febrero 2021. Fuente: IMARPE.

a) ANM (cm) y flujos geostrofic (cm/s)

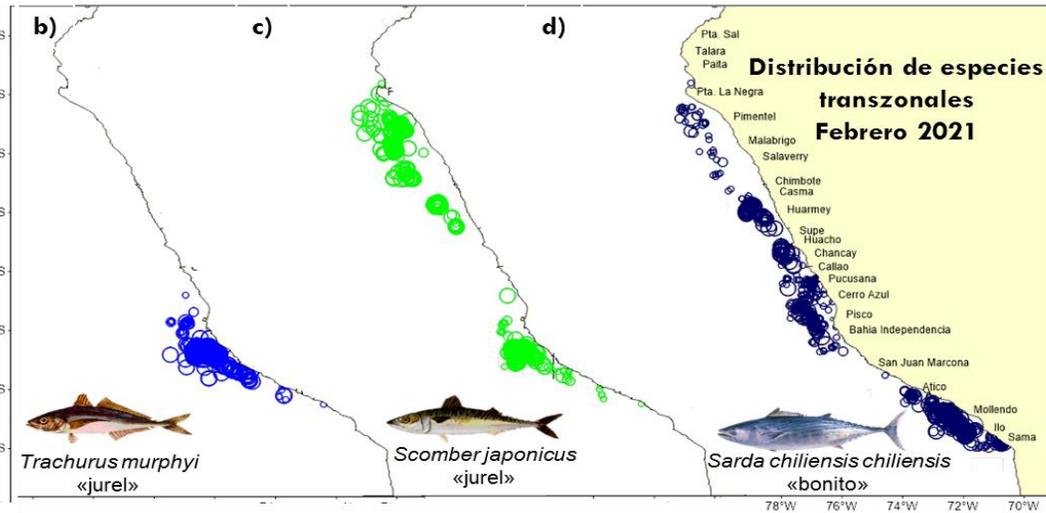
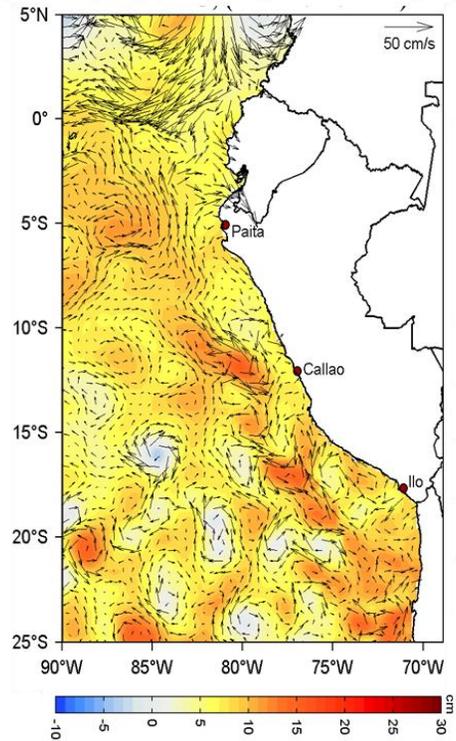


Figura 23. a) Anomalía del nivel del mar (ANM) y flujos geostrofic ( $\text{cm s}^{-1}$ ) y distribución de los recursos transzonales b) jurel, c) caballa y d) bonito durante febrero 2021. Fuente: IMARPE.

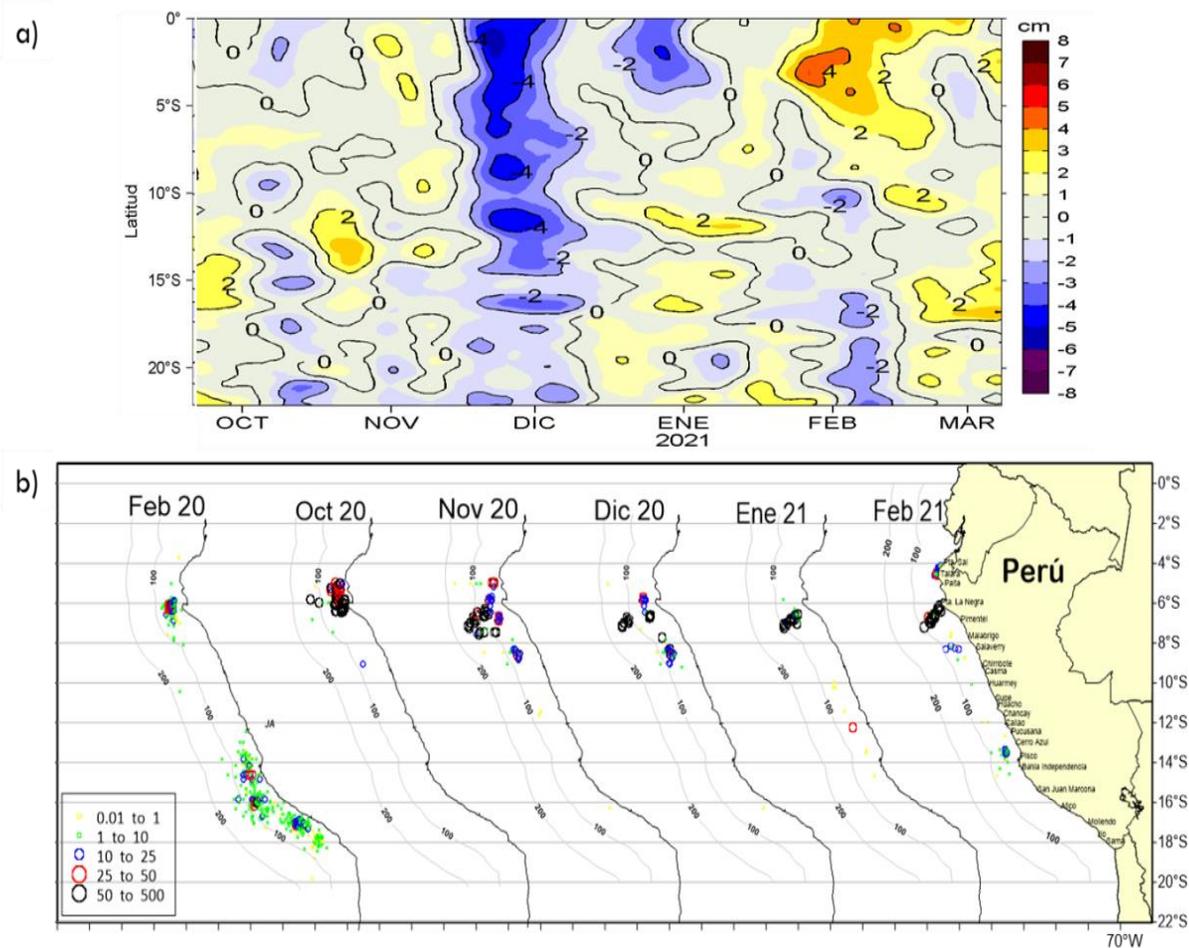


Figura 24. a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días para la franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano y b) distribución mensualizada del calamar gigante o pota durante el febrero 2020 y el periodo octubre 2020 - febrero 2021. Fuente IMARPE.

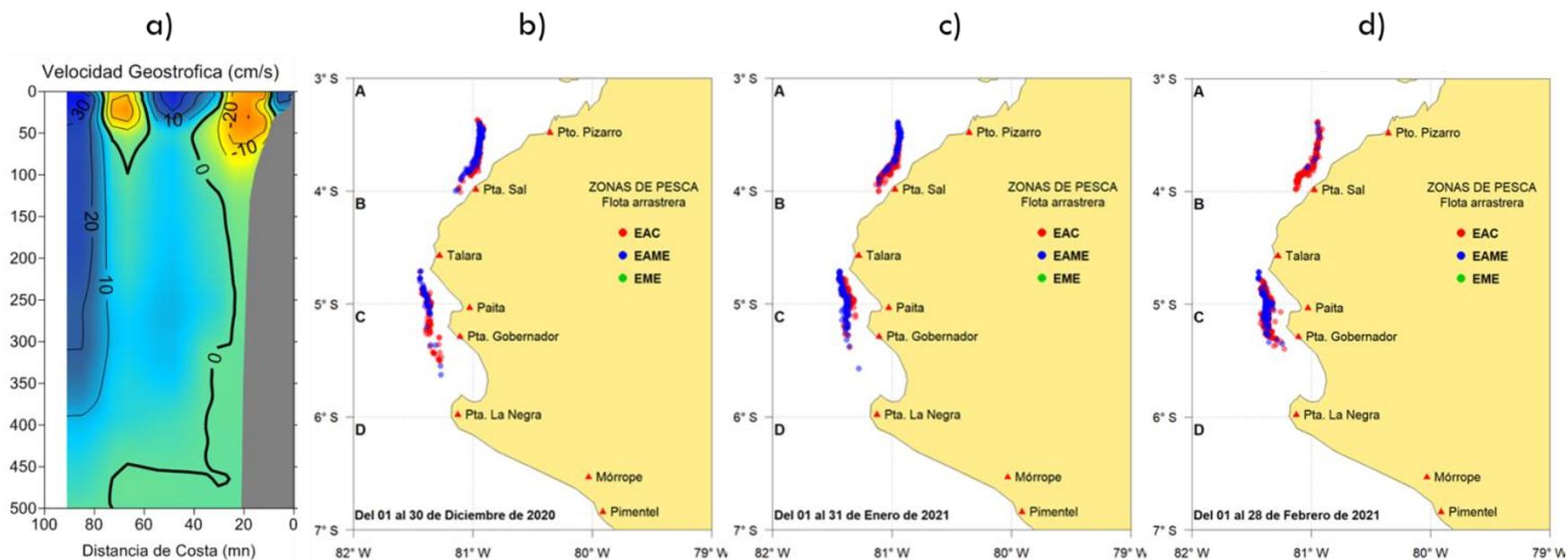


Figura 25. a) Velocidad geostrofica ( $\text{cm s}^{-1}$ ) en el perfil Paita en febrero y distribución mensual de merluza en b) diciembre 2020, c) enero 2021 y d) febrero 2021. Fuente IMARPE.

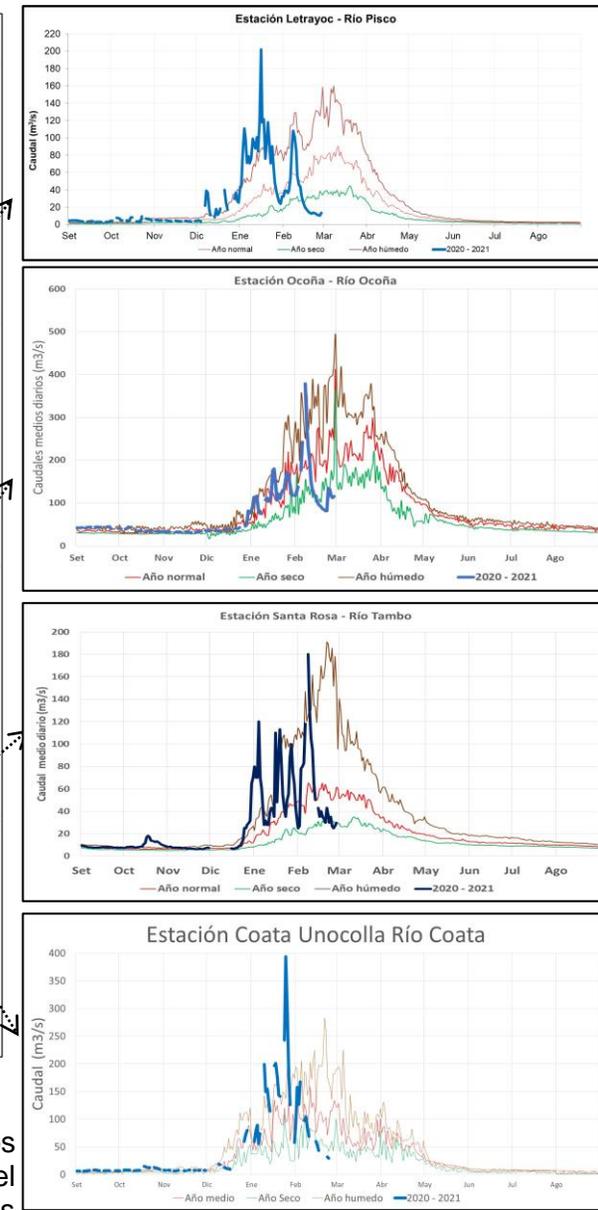
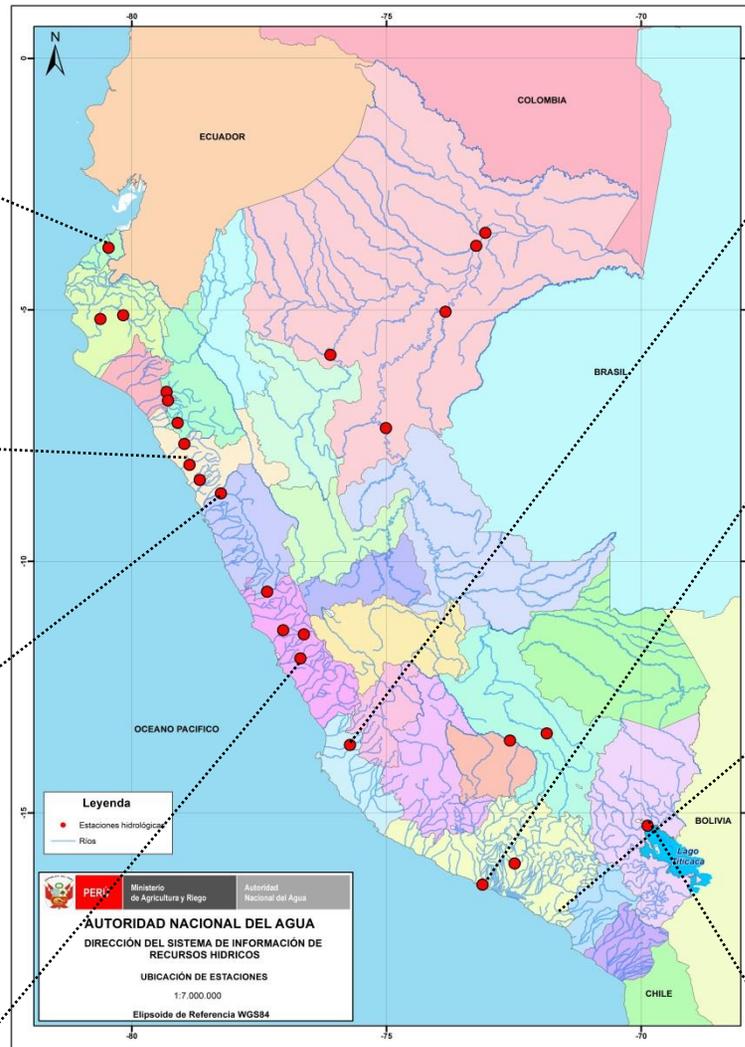
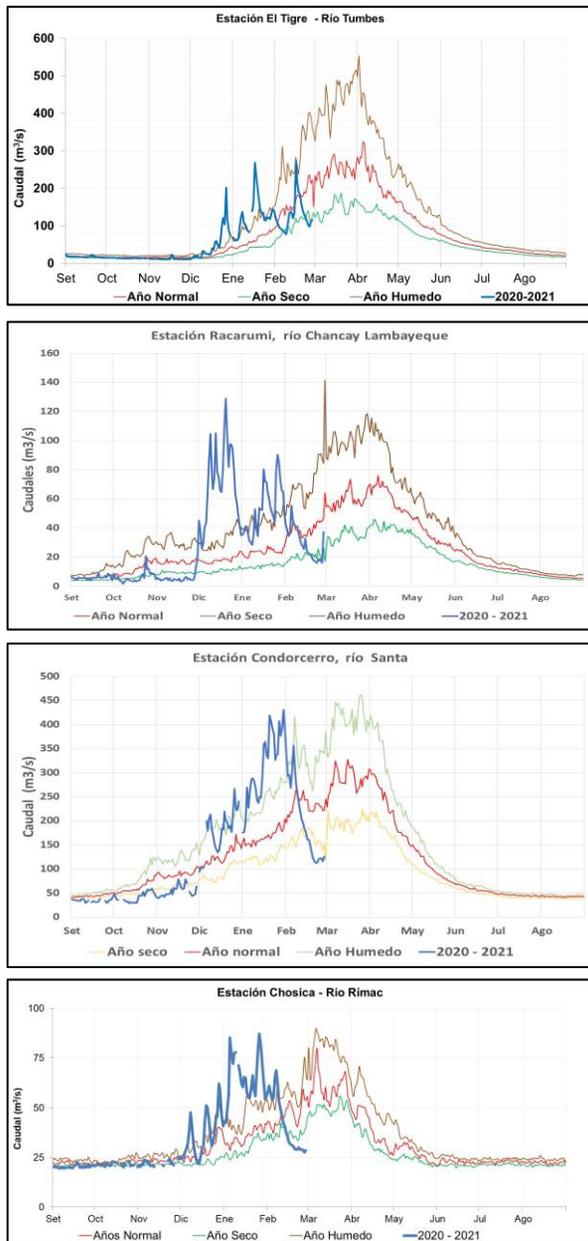


Figura 26. Caudales diarios ( $m^3 s^{-1}$ ) de los principales ríos del norte (izquierda), centro (centro) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 28 de febrero 2021. Las líneas azules indican caudales del año hidrológico 2020-2021, rojas: caudales normales; Fuente: SENAMHI, Proyectos Especiales y Juntas de Usuarios. Procesamiento: ANA.

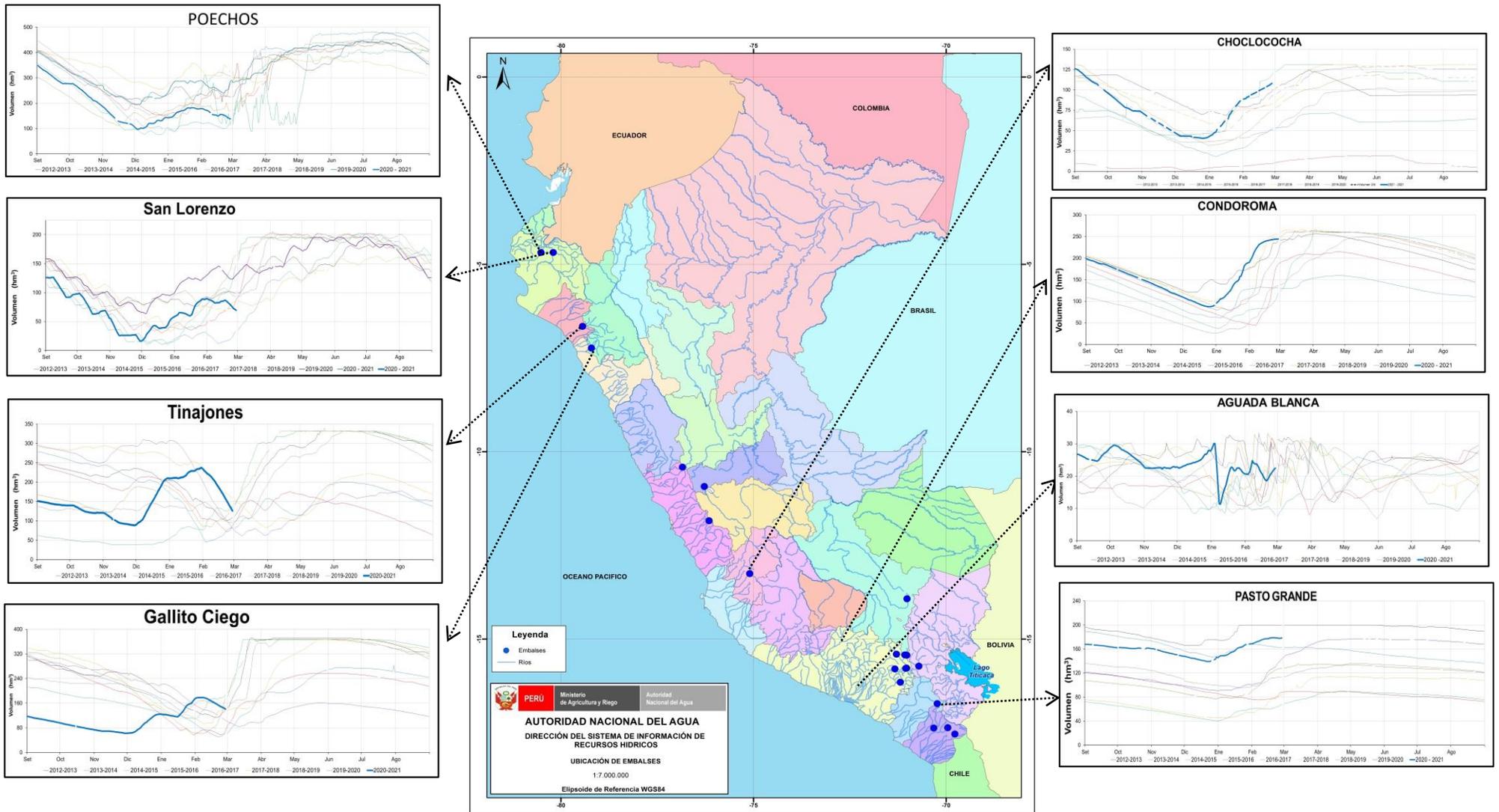


Figura 27. Volúmenes de almacenamiento ( $hm^3$ ) de los principales Embalses del norte (izquierda), centro (derecha) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 28 de febrero 2021. Las líneas azules indican volúmenes de almacenamiento del año hidrológico 2020-2021, líneas rojas, amarillo, verdes y negro: corresponden a años hidrológicos 2019 – 2020, 2018-2019, 2017-2018, 2016-2017, 2014-2015. Fuente: PE Chira-Piura, JU's San Lorenzo, Chancay Lambayeque, AUTODEMA, GORE PERPG, EGESUR. Procesamiento: ANA.

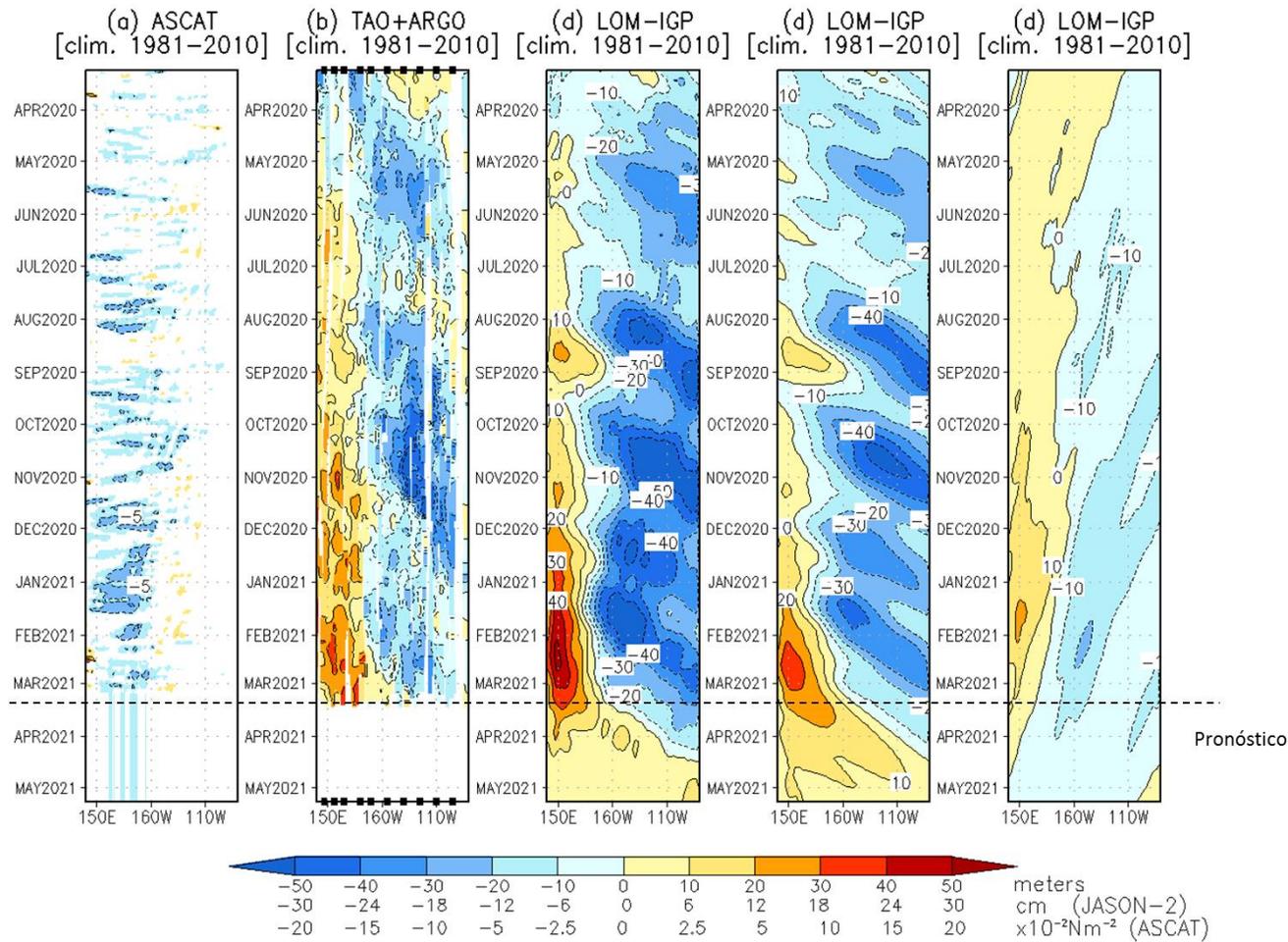


Figura 28. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C con datos de TAO y los derivadores de Argo (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda de Rossby (e), calculado con el Modelo oceánico lineal (LOM-IGP), forzando por ASCAT y tau=0 para el pronóstico. La línea roja discontinua representa el inicio del pronóstico Procesamiento: IGP.

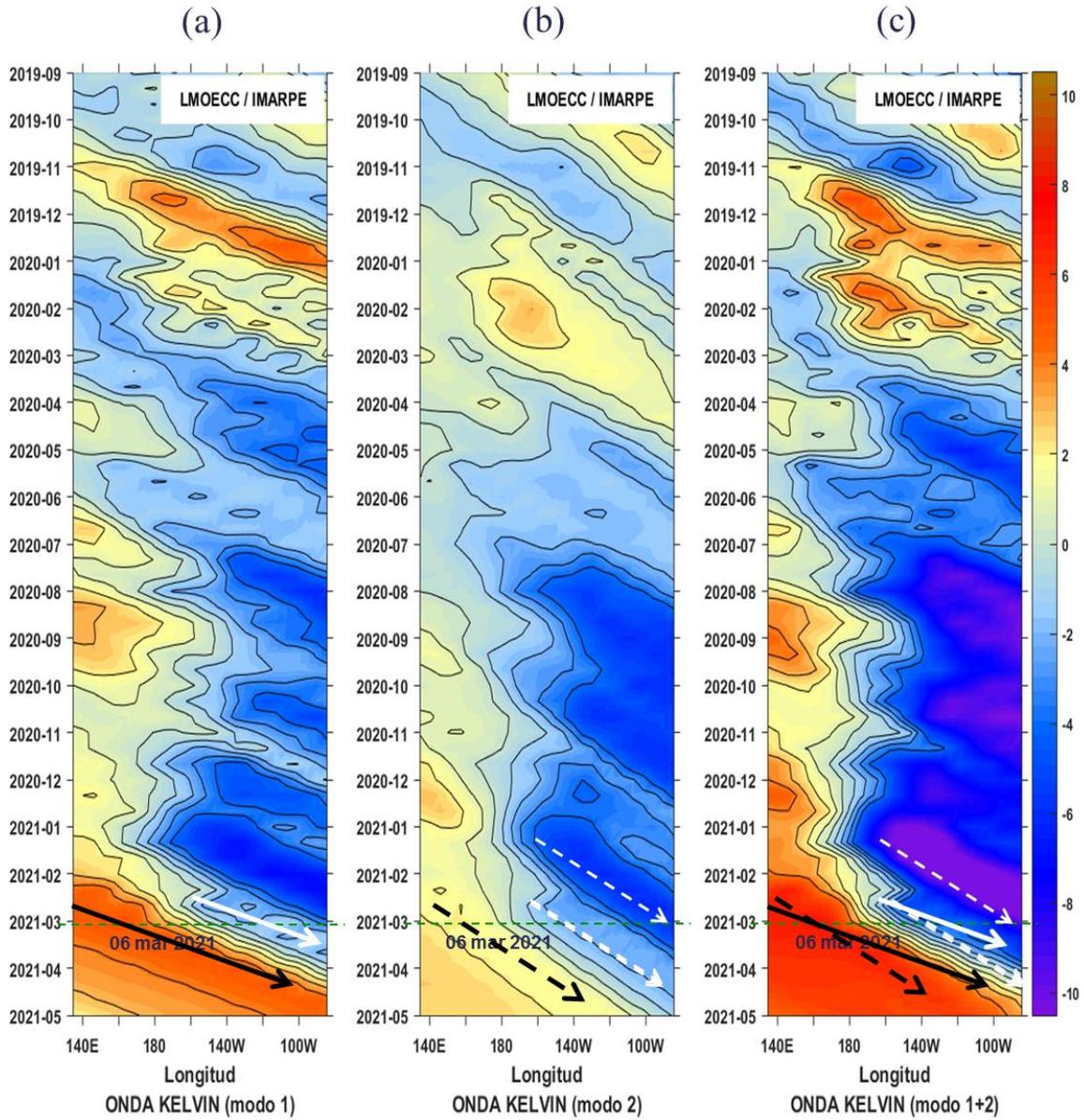


Figura 29. Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento; fecha inicial del pronóstico: 06 de marzo 2021. Fuente: IMARPE.

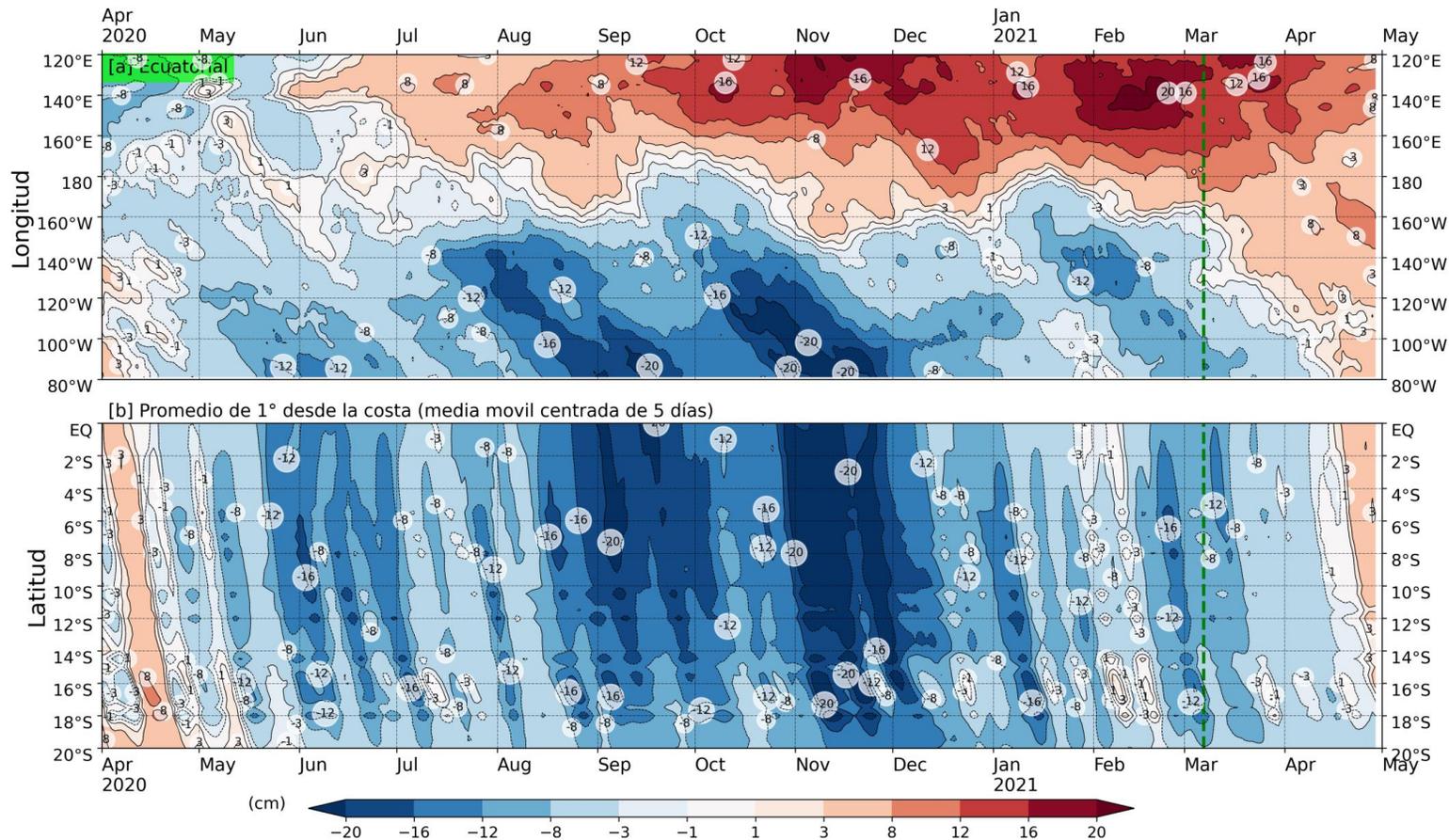


Figura 30. Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior). La línea verde representa el inicio del pronóstico. El modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada BLENDED (Bentamy et al., 2016). Fuente: IGP.

# ANEXO

## 1. VARIABLES UTILIZADAS

Tabla A.1.1. Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe.

VARIABLE	FUENTE														PROCESAMIENTO	OBSERVACIONES						
	Observaciones <i>in situ</i>							Satélite/Re-análisis						Modelos								
	Estaciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	Programa Bujías de Pesca (PBP)	Seguimiento de Pesquerías	Monitoreo de islas, puntas, playas, estuarios, etc.	Alerta de fauna marina varada	Estaciones de observación fenológica/Cultivo	ESRL/NOAA	GPM	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT			Producto OSTIA	Producto CMEMS	TRMM-3B42	SeaWiFS + MODIS	GFS	MERCATOR Ocean
<b>VARIABLES ATMOSFÉRICAS</b>																						
Radiación de Onda Larga										X											IGP	* <a href="http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif">http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif</a> * <a href="http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif">http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif</a>
Presión Atmosférica												X									SENAMHI	
Vientos												X	X						X		IGP/IMARPE	
Temperatura del Aire	X		X																		SENAMHI	
Precipitación	X										X										SENAMHI	
Precipitación estimada																	X				SENAMHI/IGP	
<b>VARIABLES OCEANOGRÁFICAS</b>																						
Temperatura del Mar	X	X	X	X	X								X								DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s. Periodo climatológico: 1981-2010. *Anomalías de OSTIA, son calculadas en base a una climatología de 30 años, proveniente de datos de Pathfinder.



## 2. INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

### 2.1. PESQUERÍA

Las zonas de pesca de la flota industrial de cerco dirigida a *Engraulis ringens* “anchoveta”, en la región sur, se localizaron en dos áreas: la primera entre Chala (16°00'S) y norte de Matarani/Mollendo (17°00'S) de mayor extensión, y la segunda entre Matarani/Mollendo hasta Morro Sama (18°00'S). La estructura por tallas de anchoveta presentó un rango entre 8,0 y 16,5 cm de longitud total (LT), con moda principal en 12,5 cm modas secundarias en 9,5 y 10,5 cm LT. El porcentaje de juveniles fue de 22,74 %. El mayor porcentaje de juveniles se presentó entre Atico y Mollendo con 33,5%.

Los recursos transzonales, *Trachurus murphyi* “jurel”, *Scomber japonicus* “caballa” y *Sarda chiliensis chiliensis* “bonito”, fueron registrados por la flota pesquera industrial de cerco y la flota artesanal y de menor escala a lo largo del litoral peruano hasta las 80 millas náuticas. La distribución del jurel estuvo limitada a la zona entre Cerro Azul (13°00'S) y Mollendo (17°00'S), la caballa, además de compartir la zona de pesca de jurel en el centro sur, también se registró entre Sechura (5°30'S) y Huacho (11°00'S), mientras que, el bonito presentó una mayor amplitud, registrándose desde Sechura al extremo sur.

La flota industrial arrastrera dirigida a la captura de la especie *Merluccius gayi peruanus* “merluza” se distribuyó desde Puerto Pizarro (3°30'S) hasta Sechura (5°30'S), registrando un leve incremento de la moda principal, llegando hasta los 30 cm de LT.

En la pesca artesanal de Lambayeque (~6°S), en febrero se capturó a la especie *Panulirus gracilis* “langosta”, especie de la provincia panameña, cuya distribución usual es hasta Paíta, fue registrada por la pesca artesanal en la Playa Las Rocas, a ~7°00'S (sur de Pimentel).