

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



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**Año 7 N° 08**

**AGOSTO 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:**

Dra. Carmen Rosario Yamashiro Guinoza

*Presidenta 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 Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo

*Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)*

General Brigada EP Marco Antonio Jaymez Rebosio

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

**Grupo de Trabajo Científico-Técnico**

Coordinador Científico-Técnico: Grinia Ávalos Roldán

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

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

SENAMHI: Nelson Quispe, Glicerio Canchari, Andrés Rodríguez, Yury Escajadillo, Tania Ita, Vannia Aliaga, Jorge Llamoca y Félix Cubas.

IGP: Kobi Mosquera 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)

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), 2021.

Informe Técnico ENFEN. Año 7, N° 08, agosto de 2021, 56 p.

Los Informes Técnicos previos están disponibles en <http://enfen.gob.pe/> así como en las páginas web de las instituciones que conforman la Comisión Multisectorial. De tener inconveniente para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica ENFEN a la dirección electrónica: [st\\_enfen@imarpe.gob.pe](mailto:st_enfen@imarpe.gob.pe).



**IMARPE**  
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



**Senamhi**  
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA  
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



**IGP**  
Instituto  
Geofísico  
del Perú



**DIHIDRONAV**  
DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN  
MARINA DE GUERRA DEL PERÚ



**INDECI**  
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL



**ANA**  
Autoridad Nacional del Agua



**CENEPRED**

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

## Agosto 2021

---

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,

Blga. Carmen Rosario Yamashiro Guinoza  
Presidente de la Comisión Multisectorial para El  
Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

---

# ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO .....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. MÉTODOS.....	4
2.1. Variables .....	4
2.2. Índices.....	5
2.3. Modelos y Pronósticos .....	6
III. CONDICIONES OBSERVADAS EN AGOSTO DE 2021 .....	8
3.1. Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial .....	8
3.2. Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana .....	9
3.3. Condiciones oceanográficas regionales y en el mar peruano .....	9
3.4. Impactos biológico-pesqueros.....	11
3.6. Impactos agrometeorológicos .....	12
IV. PRONÓSTICO .....	13
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
VI. REFERENCIAS.....	16
VII. TABLAS.....	19
VIII. FIGURAS .....	26
IX. ANEXO.....	55

## RESUMEN EJECUTIVO

En agosto de 2021, las anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM) continuaron en el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) con un promedio de  $-0,4$  °C; por otro lado, en el extremo oriental (región Niño 1+2) las anomalías positivas persistieron, aunque con menor intensidad, alcanzando en promedio  $+0,2$  °C.

Durante la segunda semana de este mes, se observó el arribo a la costa peruana de una onda Kelvin fría, la cual contribuyó al descenso del nivel del mar (NM) hasta  $-15$  cm por debajo del nivel medio. Además, una onda Kelvin cálida continúa su desplazamiento hacia la costa americana.

La TSM en el mar peruano se mantuvo alrededor de su normal en la primera quincena de agosto. Posterior a ello, se alcanzaron anomalías de  $-3$  °C en la zona norte y central, dentro de las 200 millas náuticas. A nivel subsuperficial también se observó este comportamiento.

Respecto a las masas de agua, durante agosto, se observó la presencia de las aguas tropicales superficiales (ATS) hasta Zorritos y de las aguas ecuatoriales superficiales (AES) entre Zorritos y Cabo Blanco. Entre Paita y Pucusana se mantuvo el acercamiento de las aguas subtropicales superficiales (ASS) hacia la costa, con el repliegue de las aguas costeras frías (ACF).

La concentración de la clorofila-a superficial presentó valores normales, entre 1 y 2  $\mu\text{gL}^{-1}$ , dentro de las 60 millas náuticas, con núcleos de 5  $\mu\text{gL}^{-1}$  entre Pisco y el sur de Ilo. En el aspecto biológico-pesquero, la anchoveta del stock sur se distribuyó entre Mollendo y Morro Sama, dentro de las 40 millas náuticas debido a la presencia de las ACF. Para el stock Norte-Centro, finalizó la primera temporada de pesca del 2021, alcanzando el 98,3 % de la cuota asignada.

Las especies transzonales como el jurel, la caballa y el bonito se distribuyeron dentro de las 40 millas náuticas, principalmente frente a Callao y Pimentel. La distribución del calamar gigante o pota estuvo asociada a las aguas de mezcla a lo largo del litoral. Por su parte, la merluza se encontró distribuida entre Punta Sal y

Punta La Negra, mostrando un repliegue hacia el norte, observándose además la disminución de tallas respecto a meses anteriores.

En el aspecto hidrológico, los caudales de los ríos de la costa norte presentaron ligeras anomalías negativas (río Jequetepeque), pero también importantes anomalías positivas (Chancay Lambayeque, Zaña y Chicama). El caudal de los ríos de la costa central y sur varió dentro de lo normal; mientras que, en los ríos del Altiplano prevalecieron ligeras anomalías negativas.

En el aspecto agrometeorológico, las condiciones térmicas, que estuvieron dentro de lo normal, favorecieron las fases de floración y fructificación del mango en las zonas frutícolas de Piura (San Lorenzo, Alto Piura) y Lambayeque (Olmos, Motupe y Jayanca). Asimismo, en zonas altas del valle La Leche (Lambayeque), estas condiciones térmicas favorecieron el crecimiento vegetativo de los almácigos de arroz de la campaña chica 2021. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas extremas, que tuvieron valores alrededor de su normal, propiciaron la fase de botón floral del olivo.

## **PERSPECTIVAS**

Se prevé que las condiciones oceánicas y atmosféricas en el Pacífico ecuatorial central continúen dentro del rango normal hasta septiembre de 2021. En octubre y noviembre se estima una mayor probabilidad de condiciones frías débiles y en diciembre, frías moderadas, mostrando así el desarrollo de un nuevo evento La Niña. Por otro lado, para el Pacífico ecuatorial oriental (región Niño 1+2) se espera una mayor probabilidad de condiciones neutras durante ese periodo. Asimismo, el escenario de lluvias para el próximo verano 2022 indica una mayor probabilidad de excesos de precipitación en la sierra y selva del país, mientras que en el extremo norte se esperan condiciones de normal a bajo lo normal, sin descartar posibles eventos de lluvias localizadas de corta duración. Finalmente, no se descartan algunas deficiencias de lluvia durante primavera, especialmente en la zona sur-andina del país.

## 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 del monitoreo 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-atmosféricas, así como de sus manifestaciones e impactos en el mar peruano y el territorio nacional.



## II. MÉTODOS

### 2.1. Variables

Las principales variables utilizadas en este informe están clasificadas en los siguientes tipos: atmosféricas, oceanográficas, hidrológicas y biológicas-pesqueras. En 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.

#### **Temperatura Superficial del Mar (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 del producto Pathfinder a una resolución horizontal de  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  ( $1/4^\circ$ ).

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

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  $1/4^\circ$ .

## **2.2. Índices**

### **Índice Costero El Niño (ICEN)**

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

### **Índices reproductivos de anchoveta**

La información del proceso reproductivo de la anchoveta proviene de los muestreos biológicos realizados en las diferentes sedes regionales del IMARPE (Paita, Chimbote, Huanchaco, Huacho, Callao, Pisco e Ilo). A partir de esta información se determinan los siguientes índices reproductivos: índice gonadosomático (IGS), que es un indicador de la actividad reproductiva; fracción desovante (FD), que es un indicador directo del proceso de desove; y contenido graso (CG), que es un indicador de la condición somática del recurso, mostrando la reserva energética del mismo (Buitrón et al, 2011). El IGS se calcula mediante la relación del peso de la gónada y el peso eviscerado del pez (Vazzoler, 1982), contándose con información desde 1986. La FD se calcula como el cociente de las hembras que están en condición de desovantes sobre el total de hembras analizadas, expresada en porcentaje; con información disponible desde 1992. El CG se determina mediante la extracción de grasa total por el método de Soxhlet (A.O.A.C., 1990), el cual es expresado en porcentaje, con información desde 2002.

### **2.3. Modelos y Pronósticos**

#### **Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP)**

El modelo se utiliza para representar la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se 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 (Wentz 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 & Giese. 2008) y GODAS (Behringer & Xue. 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 & 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 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 distintas categorías de las condiciones oceanográficas (frías a cálidas) en las regiones del Pacífico central (Niño 3.4)<sup>1</sup> y Pacífico oriental (Niño 1+2)<sup>2</sup>, aplicando los mismos umbrales de anomalías de TSM usadas para definir las categorías El Niño y La Niña (ENFEN, 2012).

---

<sup>1</sup> Null J. El Niño and La Niña Years and Intensities. [(accedido el 2 junio 2021)]; Disponible en línea: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>.

<sup>2</sup> Comité Multisectorial Encargado del Estudio del Fenómeno El Niño. (2012). Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú

### III. CONDICIONES OBSERVADAS EN AGOSTO DE 2021

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

En el Pacífico ecuatorial, la temperatura superficial del mar (TSM) mantuvo valores dentro de lo normal, excepto en el extremo occidental donde predominaron anomalías de hasta +1 °C (Figura 1 y Figura 2). En la región central (Niño 3.4) la TSM presentó, en promedio para agosto, una anomalía negativa de -0,4 °C, en tanto que la región del extremo oriental (Niño 1+2) presentó una anomalía de +0,2 °C (Tabla 1).

El Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2021 y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de agosto continúan dentro del rango neutral. Por otro lado, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de julio de 2021 y el ONI temporal (ONI-tmp) de agosto indican condiciones neutras (Figura 3, Tabla 2). Es importante resaltar que los valores del ICEN caracterizan la región centro y norte del mar peruano, mientras que los del ONI, la región del Pacífico ecuatorial central.

Sobre el Pacífico ecuatorial, la subsidencia persistió con mayor intensidad entre los 150°E y 180°, mientras que la convección se intensificó ligeramente alrededor de 80°W, favoreciendo la ocurrencia de precipitaciones sobre la región norte del territorio nacional. En la baja tropósfera (850 hPa), sobre el Pacífico central se presentaron vientos débiles del oeste, entre 150°W y 180°, apoyados por la subsidencia sobre el Pacífico occidental. Por otro lado, en niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico oriental, se intensificaron los vientos del este que favorecieron las condiciones húmedas, así como la ocurrencia de convección sobre el noroeste del continente sudamericano (Figura 4 y Figura 5).

Durante agosto, se observó la presencia de dos ondas Kelvin en la franja ecuatorial; la primera (fría) habría arribado a la costa peruana en la segunda semana de agosto, mientras que la segunda (cálida) se localiza en la región oriental (alrededor de los 100°W) y continúa su desplazamiento hacia la costa peruana (Figura 6).

### **3.2. Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana**

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) continuó presentando, en promedio, una configuración zonal durante agosto, con un núcleo de 1022 hPa y una posición normal; sin embargo, la proyección del campo de presión hacia el continente favoreció el incremento del gradiente de presión frente al límite Perú-Chile, y por tanto el incremento de vientos del sur frente a la costa peruana (viento Paracas en Ica). No obstante, en el sector costero frente al norte de Perú y Ecuador se registraron vientos más débiles de lo normal. Por otro lado, los vientos alisios en la región centro-occidental del Pacífico exhibieron un patrón normal con incrementos episódicos en su intensidad (Figura 7 y Figura 8).

Las temperaturas extremas del aire (máxima y mínima), durante agosto, registraron en promedio, valores alrededor de sus rangos normales. La costa central y sur registraron ligeras anomalías negativas ( $-0,3$  °C) de la temperatura máxima, mientras que la costa norte alcanzó los  $+0,5$  °C. En cuanto a las temperaturas mínimas, se registraron valores promedios de  $-0,3$  °C,  $-0,1$  °C y  $+0,5$  °C en la costa norte, centro y sur, respectivamente (Figura 9).

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

En el mar de Perú, la temperatura superficial se mantuvo alrededor de su valor normal en la primera quincena de agosto, para luego disminuir en la segunda quincena, alcanzando anomalías de  $-3$  °C en el norte y centro, hasta cerca de las 200 millas náuticas. Asimismo, en el litoral, las anomalías de la TSM disminuyeron hasta valores negativos en las dos últimas semanas de agosto, debido a la intensificación anómala de los vientos costeros (Figura 10,

Figura 11 y Tabla 3).

La anomalía del nivel del mar (NM) en todo el litoral durante la primera semana de agosto se incrementó hasta 5 cm sobre su nivel medio, asociado al paso de una onda Kelvin cálida. Después de esta semana, el NM disminuyó gradualmente hasta 15 cm por debajo del nivel medio, asociado al paso de una onda Kelvin fría y a la intensificación de los vientos frente a la costa. Esta variabilidad también se evidenció dentro de la franja de las 60 millas náuticas de la costa (Figura 12).

A inicios de agosto, la temperatura subsuperficial frente a la costa norte peruana presentó anomalías de +1 °C en promedio, principalmente sobre los 100 m de profundidad, asociadas al arribo de la onda Kelvin cálida (Figura 13 y Figura 14). Posteriormente, se observó el predominio de anomalías negativas sobre los 500 m de profundidad, con valores de hasta -1 °C sobre los 100 m, asociado al arribo de la onda Kelvin fría (Figura 13 - Figura 15). Estas anomalías negativas también se registraron en las 230 millas de Paita y 330 millas de Chimbote, en las mismas profundidades (Figura 16). Asimismo, la termoclina y la oxiclina exhibieron, en agosto, una posición vertical por encima de lo normal dentro de las primeras 30 millas náuticas, en promedio (Figura 14 y Figura 17). A fines de agosto, frente a Paita se detectaron flujos de corriente hacia el norte y sur, mientras que frente a Chicama se detectaron solo flujos hacia el norte (Figura 14 y Figura 15).

Respecto a las masas de agua, durante agosto, se detectó en promedio, la presencia de las aguas tropicales superficiales (ATS) de baja salinidad hasta Zorritos, así como de las aguas ecuatoriales superficiales (AES) de baja salinidad

entre Zorritos y Cabo Blanco, observándose algunos días ingresos de las AES hasta Negritos. De Paita a Pucusana, se mantuvo el acercamiento de las aguas subtropicales superficiales (ASS) hacia la costa, replegando a las aguas costeras frías (ACF). Estas últimas presentaron mayor amplitud frente a la costa sur (Figura 14 y Figura 18).

De acuerdo a la información satelital, la concentración de clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton registró valores normales, entre 1,0 a 2,0  $\mu\text{g L}^{-1}$ , dentro de las 60 millas náuticas y núcleos de 5  $\mu\text{g L}^{-1}$  frente a Pisco y al sur de Ilo (Figura 19). De acuerdo con la información in situ, se desarrollaron algunos núcleos entre 2 y 6  $\mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 100 millas náuticas frente a la costa norte de Perú.

### **3.4. Impactos biológico-pesqueros**

La anchoveta del stock Sur se distribuyó entre Mollendo y Morro Sama hasta las 40 mn de la costa, asociada a la presencia de las ACF (Figura 20). La estructura de tallas fue principalmente adulta con una moda de 13,0 cm de longitud total (LT) y con presencia del 13 % de juveniles. Para el stock Norte-Centro, finalizó la primera temporada de pesca del 2021, alcanzando el 98,3 % de la cuota asignada. Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte-Centro mostraron un incremento de los procesos de maduración gonadal y desove, acorde a la tendencia de sus patrones, previo al periodo principal de desove (invierno-primavera) (Figura 21).

Las especies transzonales como el jurel, la caballa y el bonito se distribuyeron dentro de las 40 millas náuticas de la costa, principalmente frente a Callao y Pimentel, asociados al acercamiento de las ASS hacia la costa (Figura 22). Respecto a la actividad reproductiva, la caballa mostró niveles bajos, mientras que el bonito y el jurel exhibieron incrementos de sus valores, propios de la época.

La merluza replegó levemente su distribución hacia el norte, abarcando de Punta Sal a Punta La Negra. Respecto a la distribución de tallas, se observó una reducción en las modas respecto a los meses anteriores (Figura 23). Finalmente, la



distribución del calamar gigante o pota estuvo asociada a las aguas de mezcla en las zonas norte, centro y sur (Figura 24).

### **3.5. Impactos hidrológicos**

Los caudales de ríos de la costa norte, presentaron un comportamiento variado, con ligeras anomalías negativas (río Jequetepeque) y significativas anomalías positivas (Chancay Lambayeque, Zaña y Chicama), mientras que los ríos de la costa centro y sur predominó un comportamiento normal. En los ríos de la región del Altiplano prevalecieron ligeras anomalías negativas (Figura 25 y Figura 26 y Tabla 4).

### **3.6. Impactos agrometeorológicos**

En la costa norte, en las zonas frutícolas de San Lorenzo, Alto Piura (Piura), Olmos, Motupe y Jayanca (Lambayeque), las temperaturas diurnas y nocturnas, que estuvieron alrededor de sus normales, favorecieron las fases de floración y fructificación del mango. Asimismo, en zonas altas del valle La Leche (Lambayeque), estas condiciones térmicas favorecieron el crecimiento vegetativo de los almácigos de arroz de la campaña chica 2021. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas mínimas y máximas, que tuvieron valores alrededor de su normal, propiciaron la fase de botón floral del olivo (Tabla 5).

## IV. PRONÓSTICO

La mayoría de los modelos numéricos internacionales continúan previendo el desarrollo de un evento La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4), desde setiembre hasta marzo 2022, alcanzando una magnitud moderada entre noviembre 2021 y enero de 2022, mientras que para la región Niño 1+2, los modelos continúan pronosticando, en promedio, anomalías térmicas negativas, aunque dentro del rango neutral, esperándose mayores valores entre noviembre y diciembre de 2021 (Tabla 6 y Tabla 7).

Para la región Niño 3.4, los patrones atmosféricos en desarrollo y proyectados por los modelos numéricos internacionales mantienen la evolución hacia una configuración típica de un evento La Niña en el Pacífico central para la primavera 2021. Entre estos patrones se encuentran la persistencia de anomalías de vientos del este en niveles bajos de la atmósfera en el Pacífico occidental central, así como vientos del oeste persistente en niveles altos sobre el Pacífico central y oriental tropical.

Para la región Niño 1+2, se espera que la TSM se mantenga dentro de su rango normal, a pesar de la llegada de ondas Kelvin, frías y cálida, entre setiembre y octubre (Figura 28 y Figura 29). Asimismo, se prevé que los vientos a lo largo de la costa se presenten dentro de su variabilidad normal.

Por lo expuesto, y según el juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, se estima que para el Pacífico central exista una mayor probabilidad de condiciones Frías Débiles en octubre y noviembre, y Frías Moderadas en diciembre (Tabla 8), indicando el desarrollo del evento La Niña en dicha región. Por otro lado, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras durante este período (Tabla 9).

En cuanto al verano 2021-2022, según juicio experto, para el Pacífico central se estima una mayor probabilidad de condiciones La Niña (78 %), siendo las categorías más probables La Niña Débil (52 %) y La Niña Moderada (25 %). En la región Niño

1+2, que incluye la costa peruana, la mayor probabilidad corresponde a condiciones neutras (74 %) (Tabla 10).

El escenario de lluvias para el próximo verano 2022 indica mayor probabilidad de excesos de lluvias en la selva y sierra, mientras que en el extremo norte se esperan condiciones de normal a bajo lo normal, sin descartar posibles eventos de lluvias localizadas de corta duración. Finalmente, no se descartan algunas deficiencias de lluvia durante primavera, especialmente en la zona sur-andina del país (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 es más probable que la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, se mantenga, en promedio, dentro de su rango normal hasta el verano de 2022 inclusive.

Por otro lado, se ratifica que se espera que el evento La Niña en el Pacífico central se desarrolle entre la primavera de 2021 y el verano de 2022, con una magnitud entre débil y moderada. El escenario de lluvias para el próximo verano 2022 indica mayor probabilidad de excesos de lluvias en la selva y sierra, mientras que en el extremo norte se esperan condiciones de normal a bajo lo normal, sin descartar posibles eventos de lluvias localizadas de corta duración. Finalmente, no se descartan algunas deficiencias de lluvia durante la primavera, especialmente en la zona sur andina del país

Este evento La Niña generaría, en la primavera, déficit de precipitaciones en la sierra sur occidental e incremento de las mismas en la sierra norte occidental; y, por el contrario, en el verano, precipitaciones sobre lo normal en la sierra (Lavado-Casimiro y Espinoza, 2014; Sulca et al, 2018).

Se recomienda a los tomadores de decisión considerar los posibles escenarios de riesgo climático en el contexto de un posible evento La Niña en el Pacífico central.

## VI. REFERENCIAS

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15 th Edition, USA.
- Behringer, D.W., and Y. Xue, 2004: Evaluation of the global ocean data assimilation system at NCEP: The Pacific Ocean. Eighth Symposium on Integrated Observing and Assimilation Systems for Atmosphere, Oceans, and Land Surface, AMS 84th Annual Meeting, Washington State Convention and Trade Center, Seattle, Washington, 11-15. Derber, J.C., and A. Rosati, 1989: A global oceanic data assimilation system. *J. Phys. Oceanogr.*, 19, 1333-1347.
- Bentamy A., Croize-Fillon D., Perigaud C. 2008. Characterization of ASCAT measurements based on buoy and QuikSCAT wind vector observations. *Ocean Science*, 4(4), 265-274. <https://doi.org/10.5194/os-4-265-2008>
- Bentamy A. S. A.Grodko, A. Elyouncha, B. Chapron, F. Desbiolle, 2016. Homogenization of Scatterometer Wind Retrievals, *Int. J. Climatol.* doi:10.1002/joc.
- 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
- Carton, J. A., and B. S. Giese (2008), A reanalysis of ocean climate using Simple Ocean Data Assimilation (SODA), *Mon. Weather Rev.*, 136, 2999– 3017.
- Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 2002: On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. *Geoph. Res. Lett.*, vol. 29, no. 14, 1666, 10.1029/2001GL014452.
- Dewitte, B., Reverdin, G., & Maes, C. (1999). Vertical structure of an OGCM simulation of the equatorial Pacific Ocean in 1985-94. *Journal of Physical Oceanography*, 29(7), 1542–1570. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(1999\)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1999)029<1542:VSOAOS>2.0.CO;2)
- Duan, W. and Wei, C. 2013. The ‘spring predictability barrier’ for ENSO predictions and its possible mechanism: results from a fully coupled model. *Int. J. Climatol.*, 33: 1280-1292. <https://doi.org/10.1002/joc.3513>
- ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. 2 pp.
- ENFEN, 2015. Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN. 7 pp.
- Huang, B., Peter W. Thorne, et.al. 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5), Upgrades, validations, and

- intercomparisons. *J. Climate*, doi: 10.1175/JCLI-D-16-0836.1
- Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. *J. Geophys. Research*, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.
- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437–471.
- Kirtman BP, Min D, Infanti JM, Kinter JL, Paolino DA, Zhang Q, van den Dool H, Saha S, Peña M, Becker E, Peng P, Tripp P, Huang J, DeWitt DG, Tippett MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 95, 585–601. doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1
- Lavado-Casimiro, Waldo y Espinoza, Jhan Carlo. Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorologia* [online]. 2014, v. 29, n. 2 [Accedido 1 Setiembre 2021], pp. 171-182. Disponible en: <<https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>>. Epub 04 Jul 2014. ISSN 1982-4351. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>.
- Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. *Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010*, 55 pp.
- Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"*, Instituto Geofísico del Perú, enero, 1, 1, 4-7.
- Okumura, Y. M., DiNezio, P., & Deser, C. (2017). Evolving impacts of multiyear La Niña events on atmospheric circulation and U.S. drought. *Geophysical Research Letters*, 44, 11,614– 11,623. <https://doi.org/10.1002/2017GL075034>
- SENAMHI. 2021. INFORME TÉCNICO N°08-2021/SENAMHI-DMA-SPC. “ESCENARIO PROBABILÍSTICO DE LLUVIAS PARA EL VERANO 2022”. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-2.pdf>

- Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.-C., Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W. (2018), Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol*, 38: 420-435. <https://doi.org/10.1002/joc.5185>
- Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, *Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño"*, Instituto Geofísico del Perú, febrero, 1, 2, 8-9.
- Tokinaga, H., Richter, I., and Kosaka, Y. (2019). ENSO Influence on the Atlantic Niño, Revisited: Multi-Year versus Single-Year ENSO Events. *Journal of Climate* 32, 14, 4585-4600, available from: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0683.1>
- Urbina, B. y K. Mosquera, 2020. Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, pag. 13-20.
- Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de Peixes. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.
- Wentz, F.J., L.Ricciardulli, C.Gentemann, T. Meissner, K.A. Hilburn, J. Scott, 2013: Remote Sensing Systems Coriolis WindSat [indicate whether you used Daily, 3-Day, Weekly, or Monthly] Environmental Suite on 0.25 deg grid, Version 7.0.1, [indicate subset if used]. Remote Sensing Systems, Santa Rosa, CA. Available online at [www.remss.com/missions/windsat](http://www.remss.com/missions/windsat).

## VII. TABLAS

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

TSM - ATSM mensual								
R. Niño	Niño 4		Niño 3.4		Niño 3		Niño 1+2	
ene-21	27,1	-1,2	25,5	-1,1	25	-0,7	23,7	-0,8
feb-21	27,2	-1,0	25,8	-0,9	25,8	-0,6	25,5	-0,7
mar-21	27,8	-0,6	26,8	-0,5	26,8	-0,4	26,5	-0,3
abr-21	28,5	-0,2	27,4	-0,5	27	-0,7	24,9	-0,8
may-21	28,8	-0,1	27,6	-0,3	26,8	-0,4	23,8	-0,7
jun-21	28,9	-0,1	27,4	-0,2	26,4	-0,2	23,1	-0,1
jul-21	28,7	-0,2	27	-0,3	25,6	-0,1	22,2	+0,5
ago-21	28,6	-0,2	26,4	-0,4	24,8	-0,2	20,9	+0,2

Tabla 2: Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de agosto del 2020 hasta julio del 2021, así como su valor temporal para agosto 2021. Fuente IGP.

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Categoría	ONI	Categoría
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
feb-21	-0,83	Neutro	-0,94	Fría Débil
mar-21	-0,81	Neutro	-0,85	Fría Débil
abr-21	-0,76	Neutro	-0,67	Fría Débil
may-21	-0,59	Neutro	-0,47	Neutro
jun-21	-0,34	Neutro	-0,35	Neutro
jul-21	-0,22	Neutro	-0,37	Neutro
Mes	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
ago-21	-0,30	Neutro	-0,43	Neutro



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
mar-21	+1	-0,9	-1,5	-0,5	+0,2	NA	+0,1	-0,1	-1,5	-0,2	-1,2
abr-21	+0,8	-2,1	-1,4	-2,2	-1,4	-1,2	-1,3	-0,2	-0,8	+0,2	-0,8
may-21	-0,3	+0,2	+0,7	-0,9	-0,2	+0,5	-0,9	+0,4	+0,1	+0,3	-0,6
jun-21	-0,3	+0,3	+1,6	+0,2	+1,5	+1,3	-0,2	+1,7	+0,8	+0,2	0,0
jul-21	+0,6	+0,3	+1,4	+0,6	+1,1	+1,4	0,0	+1,2	+0,7	-0,3	-0,2
ago-21	+0,9	+0,0	+0,6	+0,0	+0,4	+1,3	+0,1	+0,7	-0,3	-0,0	-0,1

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

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm <sup>3</sup> )		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	31-Ago	Piura	445.5	363.0	81.5
	San Lorenzo	31-Ago	Piura	195.6	159.2	81.4
	Tinajones	31-Ago	Lambayeque	331.6	310.0	93.5
	Gallito Ciego	31-Ago	La Libertad	366.6	313.3	85.5
Costa - Centro	Viconga	31-Ago	Lima	30.0	22.5	74.9
	Choclococha	31-Ago	Ica	131.1	131.1	100.0
	Ccaracocha	31-Ago	Ica	40.0	37.7	94.3
Costa - Sur	Condorama	31-Ago	Arequipa	259.0	195.7	75.6
	El Pañe	31-Ago	Arequipa	99.6	65.5	65.8
	Dique Los Españoles	31-Ago	Arequipa	9.1	3.7	40.7
	Pillones	31-Ago	Arequipa	78.5	65.8	83.8
	El Frayle	31-Ago	Arequipa	127.2	117.1	92.0
	Aguada Blanca	31-Ago	Arequipa	30.4	23.0	75.6
	Chalhuanca	31-Ago	Arequipa	25.0	14.7	58.8
	Bamputañe	31-Ago	Arequipa	40.0	21.9	54.8
	Pasto Grande	31-Ago	Moquegua	200.0	183.4	91.7
	Paucarani	31-Ago	Tacna	10.5	7.5	71.4
	Laguna Aricota	31-Ago	Tacna	280.0	207.2	74.0
	Jarumas	31-Ago	Tacna	13.0	12.9	99.2
Sierra - Centro	Cuchoquesera	31-Ago	Ayacucho	80.0	52.1	65.1
	Lago Junin	31-Ago	Junín	441.0	173.8	39.4
Sierra - Sur	Lagunillas	31-Ago	Puno	585.1	466.0	79.6
	Sibinacocha	31-Ago	Cusco	110.0	65.9	59.9
Total				7416.8	5852.1	78.9

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

CULTIVO	REGIÓN	ESTACIÓN	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	FASE FENOLÓGICA	ESTADO
MANGO	Tumbes	Cañaverl	Criollo		Fructificación	
	Piura	Chulucanas	Edward		Fructificación	Bueno
	Piura	Bigote	Criollo		Fructificación	Bueno
	Lambayeque	Olmos	Edward		Floración	Bueno
	Lambayeque	Motupe	Kent		Floración	Bueno
	Lambayeque	Jayanca	Kent		Floración	Bueno
	Ica	palpa	Criollo		Fructificación	Bueno
ARROZ	Piura	Bernal				
	Piura	Partidor				
	Piura	Morropón				
	Lambayeque	Oyotun				
	Lambayeque	Talla				
	Lambayeque	Puchaca	La Puntilla	02/08/2021	Plántula	Bueno
	Lambayeque	Lambayeque				
	Arequipa	Aplao				
	Arequipa	La Haciendita				
	Arequipa	Camaná				
	Arequipa	Hacienda Pampata				
	Arequipa	La Pascana				
	Arequipa	Ocoña				
OLIVO	Moquegua	Ilo				
	Tacna	La Yarada	Sevillana		Botón floral	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	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2		-0,53	-0,81	-1,11	-1,23	-1,14	-0,96	-0,66	-0,36
CanCM4i		-0,45	-0,56	-0,72	-0,81	-0,8	-0,65	-0,42	-0,2
GEM_NEMO		-0,57	-0,86	-1,2	-1,33	-1,27	-1,06	-0,93	-0,85
GFDL_SPEARE		-0,37	-0,48	-0,66	-0,75	-0,65	-0,41	-0,17	0,03
NASA		-0,91	-1,58	-2,08	-2,22	-1,94	-1,56	-1,17	-0,88
NCAR_CCSD4		-0,52	-0,79	-1,12	-1,34	-1,35	-1,15	-0,85	-0,54
NMME		-0,56	-0,85	-1,15	-1,28	-1,19	-0,97	-0,7	-0,47
ONItmp	-0,43								

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	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2		-0,48	-0,51	-0,49	-0,52	-0,55	-0,54	-0,41	-0,26
CanCM4i		-0,1	-0,05	-0,18	-0,33	-0,4	-0,31	-0,21	-0,09
GEM_NEMO		-0,47	-0,62	-0,74	-0,78	-0,73	-0,62	-0,54	-0,56
GFDL_SPEARE		-0,66	-0,82	-0,77	-0,6	-0,42	-0,21	-0,04	0,1
NASA		-0,63	-0,8	-0,85	-0,75	-0,69	-0,59	-0,47	-0,17
NCAR_CCSD4		-0,29	-0,25	-0,28	-0,33	-0,4	-0,4	-0,33	-0,15
NMME		-0,44	-0,51	-0,55	-0,55	-0,53	-0,45	-0,33	-0,19
ONItmp	-0,3								

Tabla 8: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3,4) entre setiembre y diciembre de 2021.

Pacífico central	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)
Fría fuerte	0	0	1	5
Fría moderada	1	10	30	47
Fría débil	41	54	50	43
Neutro	57	36	19	5
Cálida débil	1	0	0	0
Cálida moderado	0	0	0	0
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 oriental (región 1+2 frente a la costa de Perú) entre setiembre y diciembre de 2021.

Pacífico oriental	Setiembre (%)	Octubre (%)	Noviembre (%)	Diciembre (%)
Fría fuerte	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	1
Fría débil	9	11	9	12
Neutro	84	82	83	81
Cálida débil	7	7	8	6
Cálida moderado	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0

Tabla 10: Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) y oriental (región Niño 1+2, frente a la costa norte del Perú) en el verano diciembre 2021 – marzo 2022.

Magnitud del evento diciembre 2021 - marzo 2022	Probabilidad de Ocurrencia (%)	
	Región Niño 3.4	Región Niño 1+2
La Niña fuerte	1	0
La Niña moderada	25	0
La Niña débil	52	12
Neutro	21	74
El Niño débil	1	13
El Niño moderado	0	1
El Niño fuerte	0	0
El Niño extremo	0	0

## VIII. FIGURAS

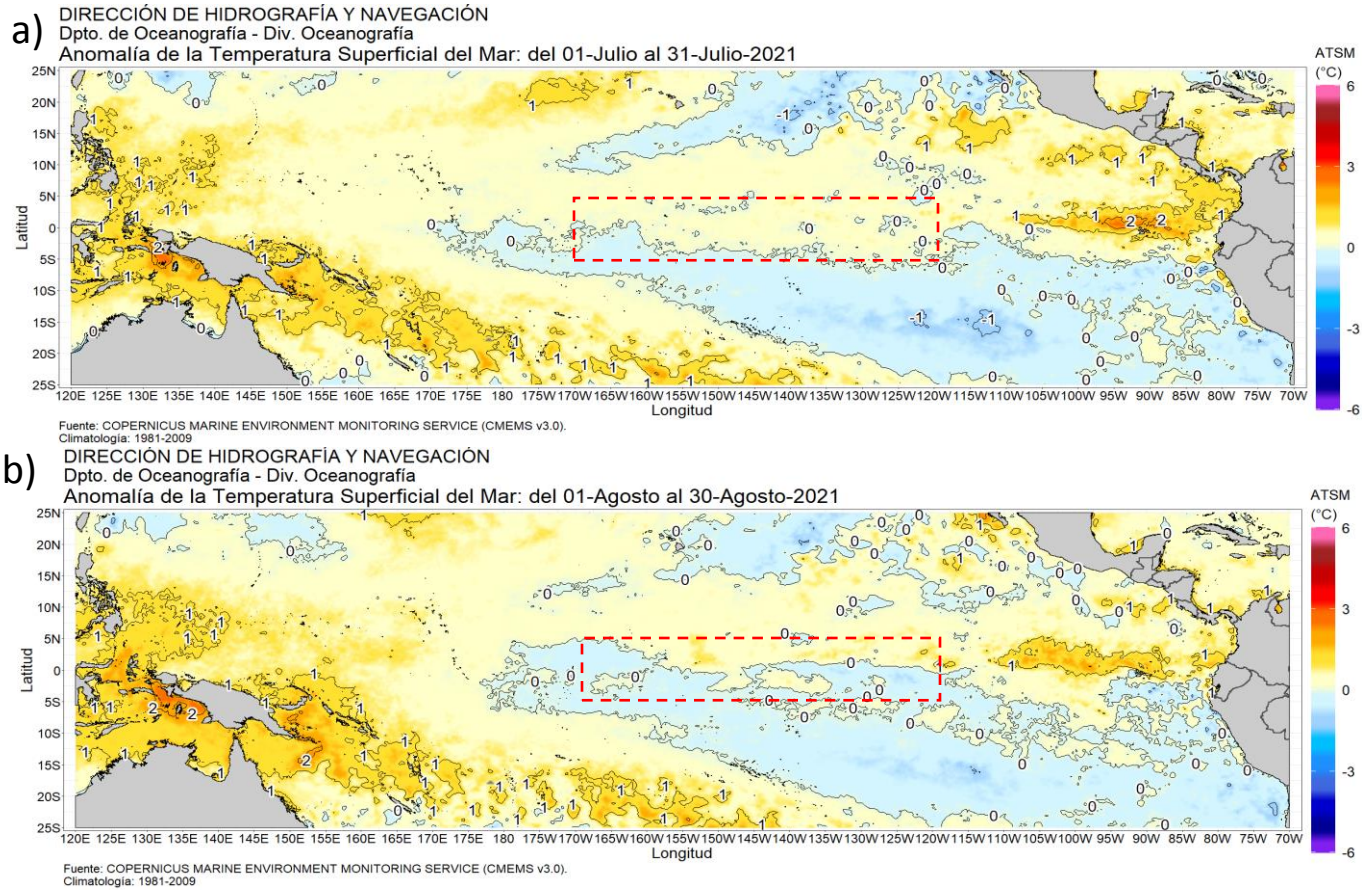


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante (a) julio y (b) agosto de 2021, La región Niño 3,4 está delimitada con el recuadro rojo, Fuente: CMEMS v.3.0 Procesamiento: DIHIDRONAV.

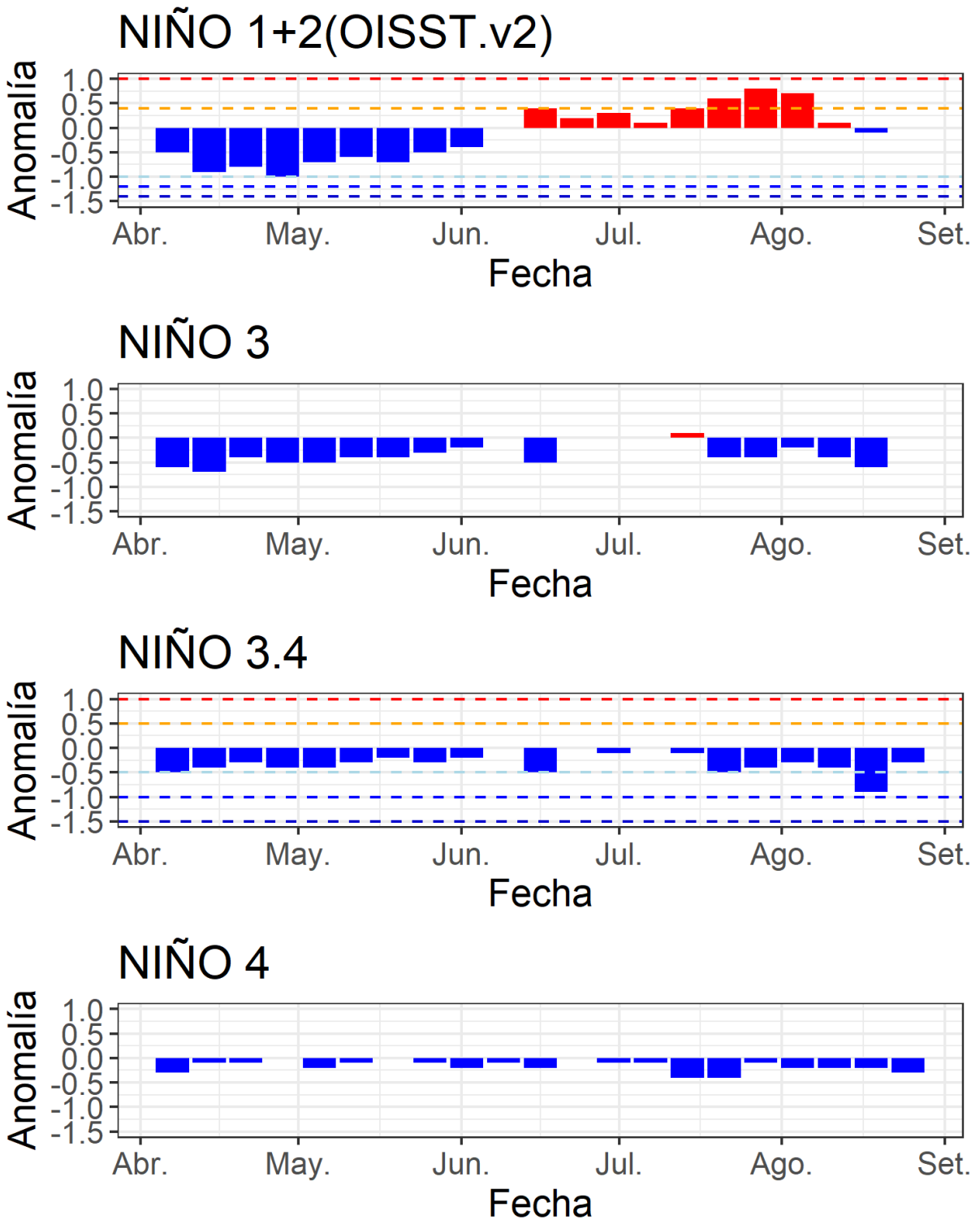


Figura 2: Series de tiempo de las anomalías semanales de la TSM (°C) en las regiones Niño, desde abril del 2021 hasta agosto del 2021, Fuente: AVHRR NCEP/NOAA; procesamiento: DIHIDRONAV.



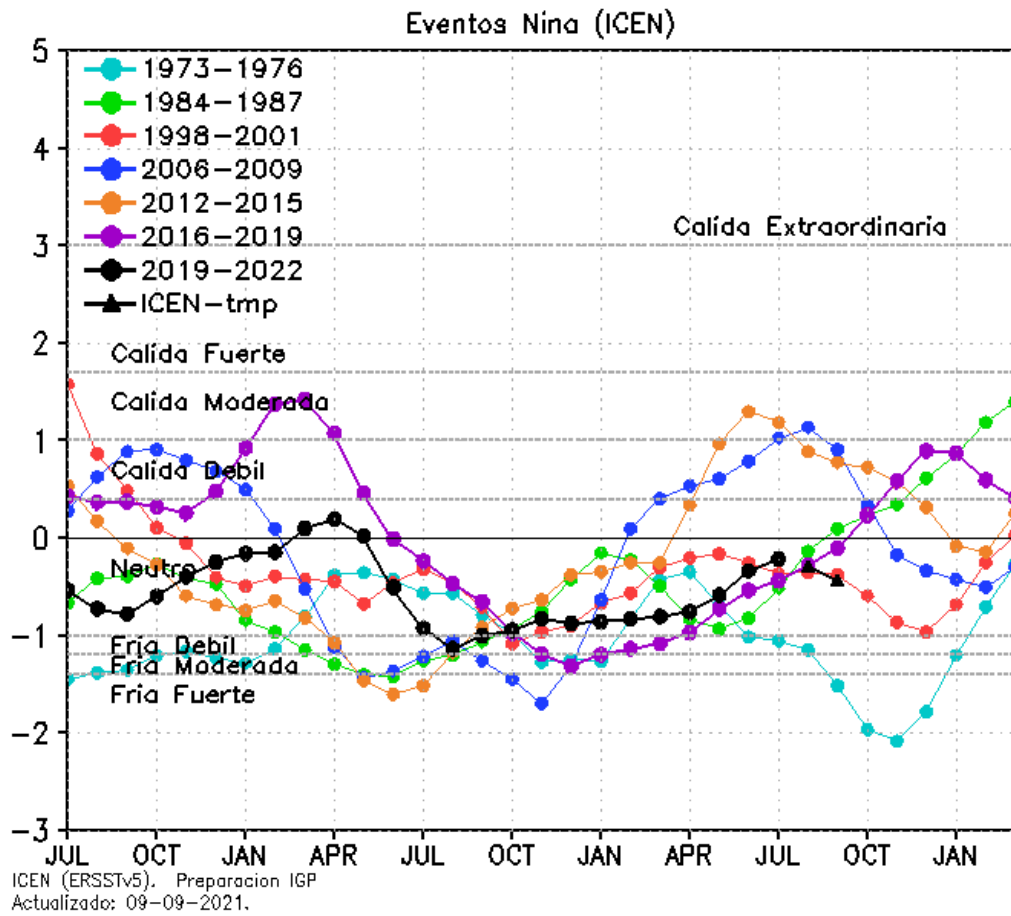


Figura 3: Variabilidad temporal del ICEN para los años 1973-1975 (celeste), 1984-1986 (verde), 1998-2000 (rojo), 2006-2008 (azul), 2012-2014 (anaranjado), 2016-2018 (morado), y 2019-2021 (negro), Fuente: IGP.

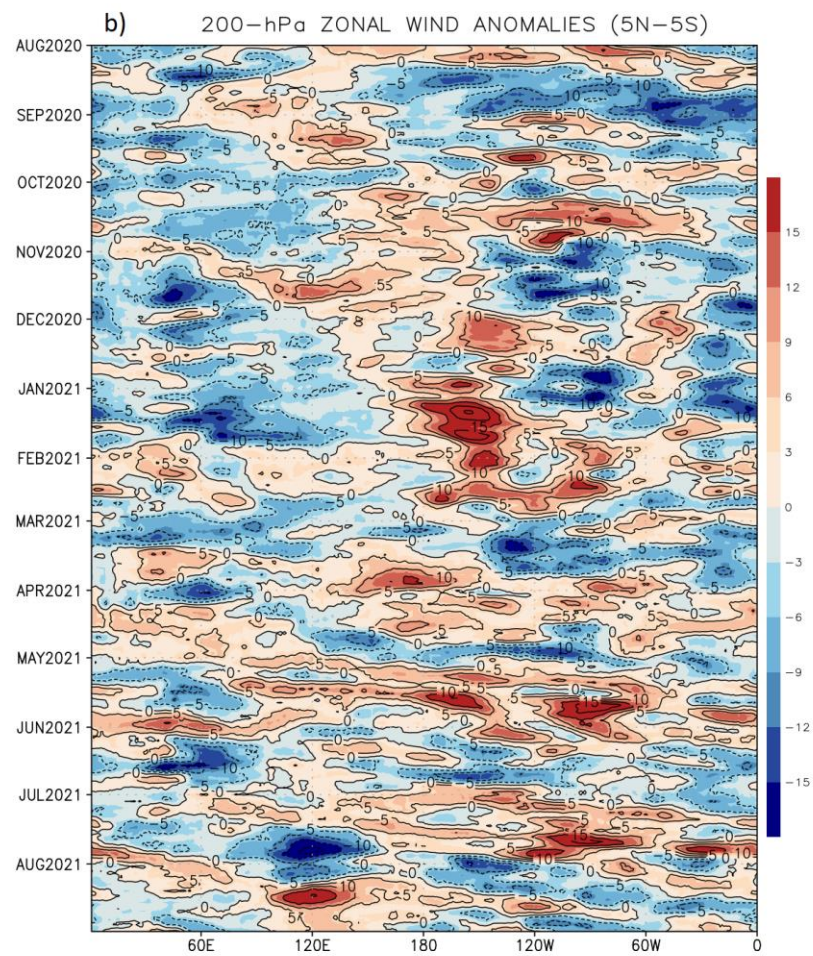
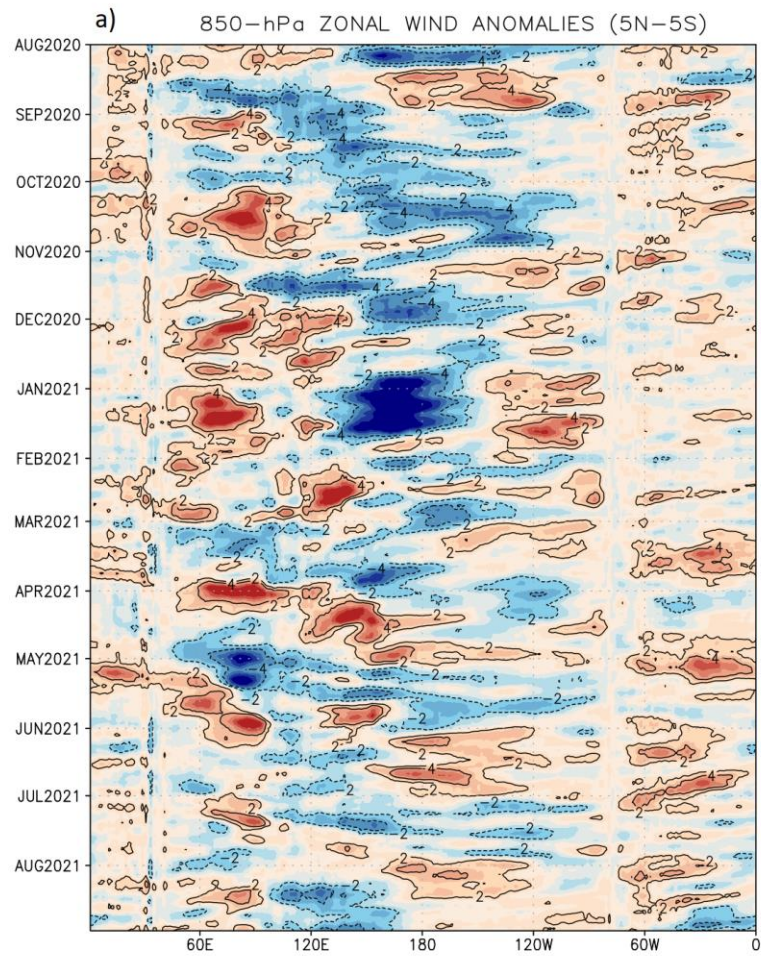


Figura 4: Anomalías de vientos zonales a 850 hPa (a) y 200 hPa (b) entre los 5°S y 5°N en la franja ecuatorial de agosto 2020 a agosto 2021, Procesamiento: SENAMHI.

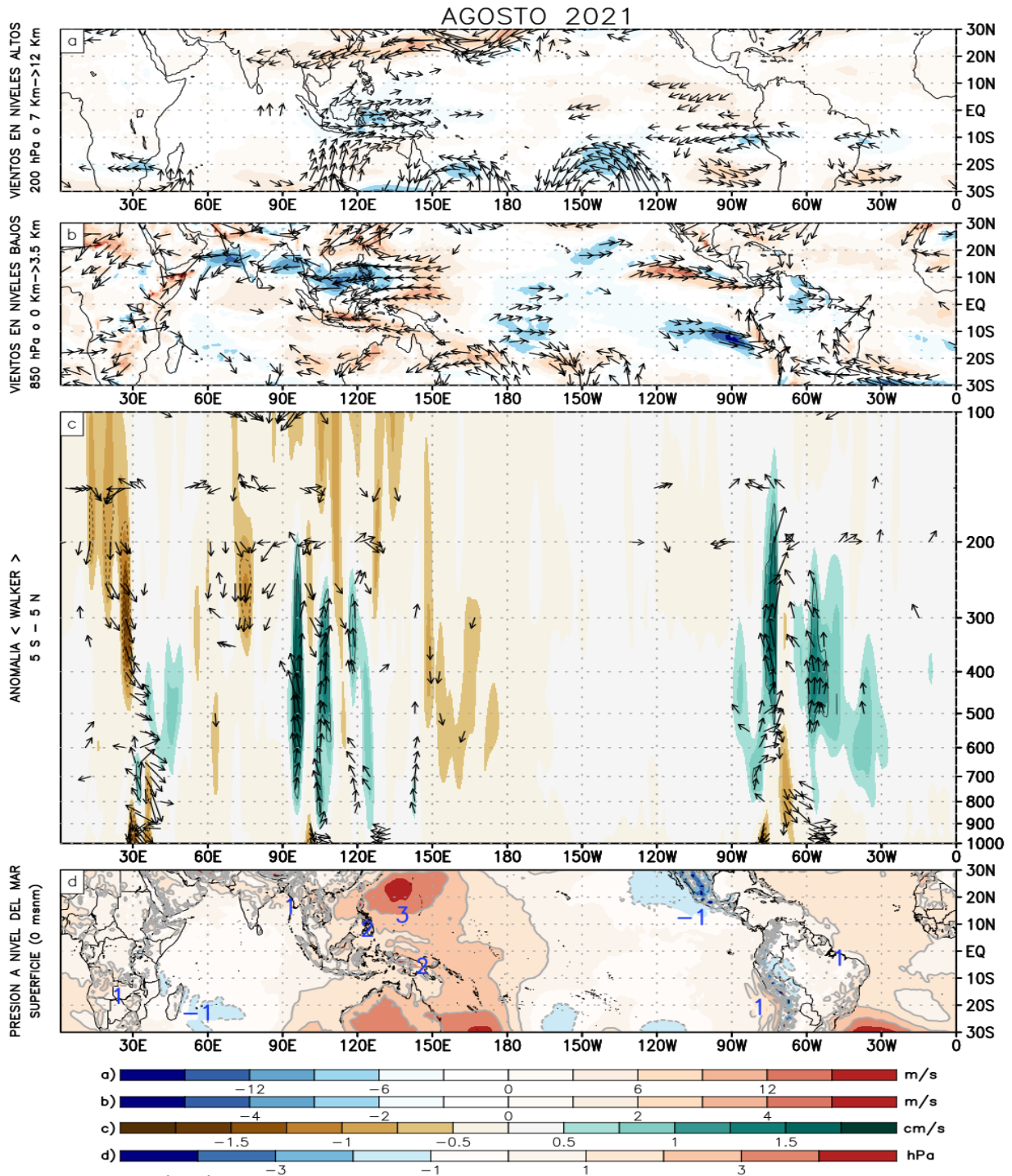


Figura 5: (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para agosto de 2021, (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para agosto de 2021, (d) Anomalías de presión a nivel del mar.

Fuente: SPC/SENAMHI.

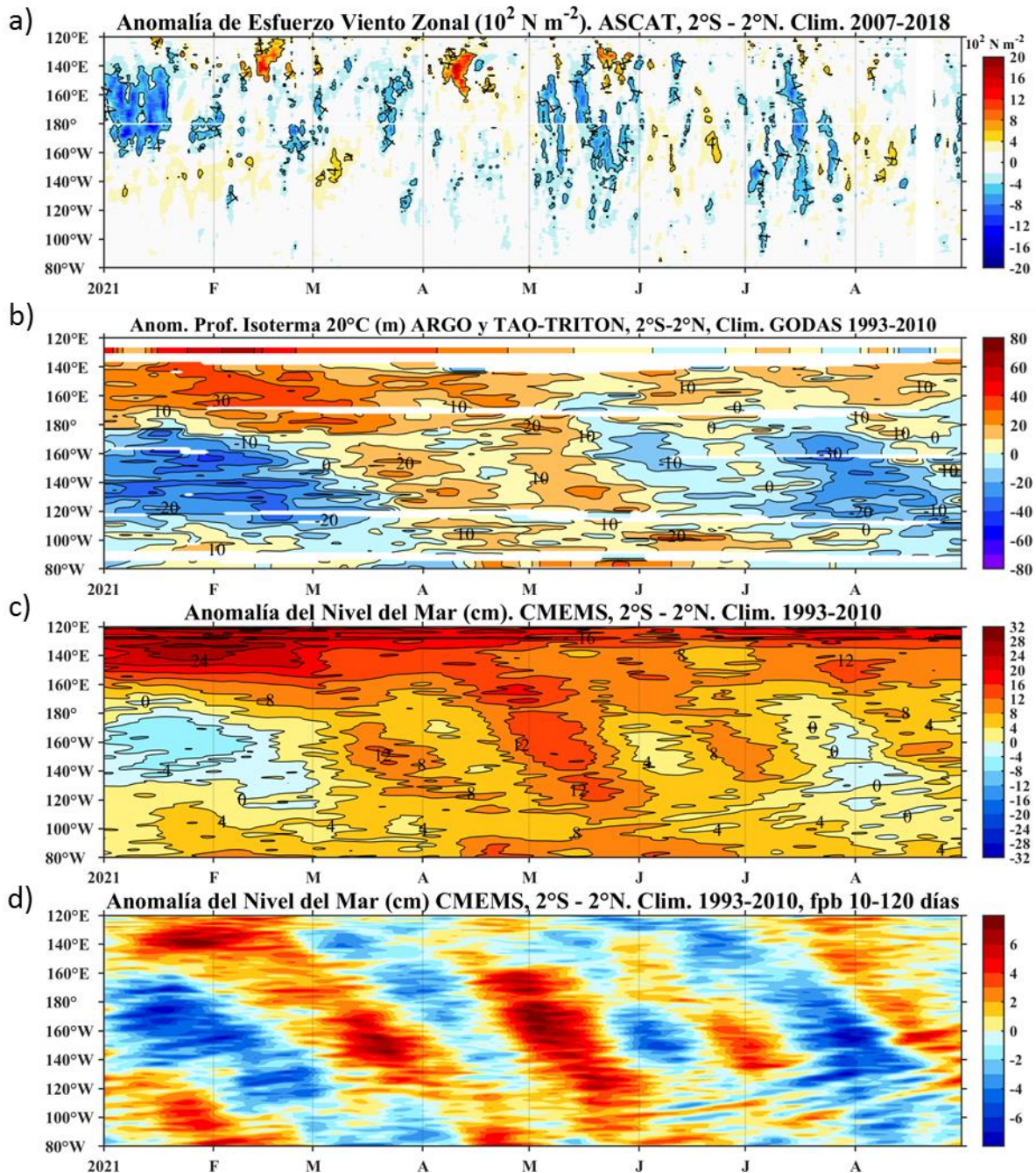


Figura 6: Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal ( $10^2 \text{ Nm}^{-2}$ ), b) anomalia de la profundidad de la isoterma de  $20^\circ\text{C}$  (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalia del nivel medio del mar diario (cm) y d) 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.

PROMEDIO DE LA PRMSL (hPa) (color) – VIENTOS (m/s) (vector)  
ANOMALIA DE PRESION (hPa) (contorno)  
Nivel:1000 hPa – AGOSTO

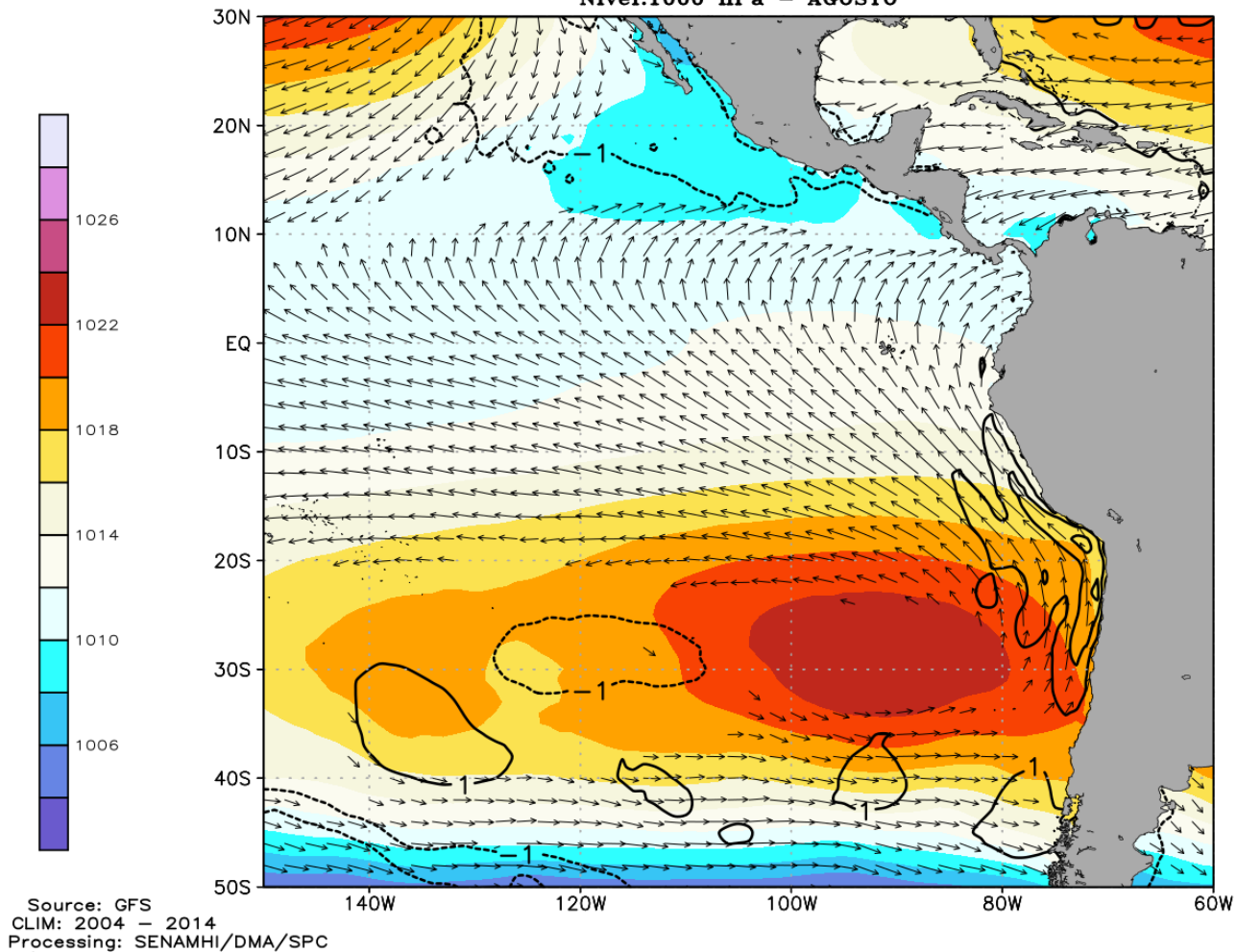


Figura 7: Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) con su anomalía (línea de contorno) y vientos (flechas) para agosto 2021, Procesamiento: SENAMHI

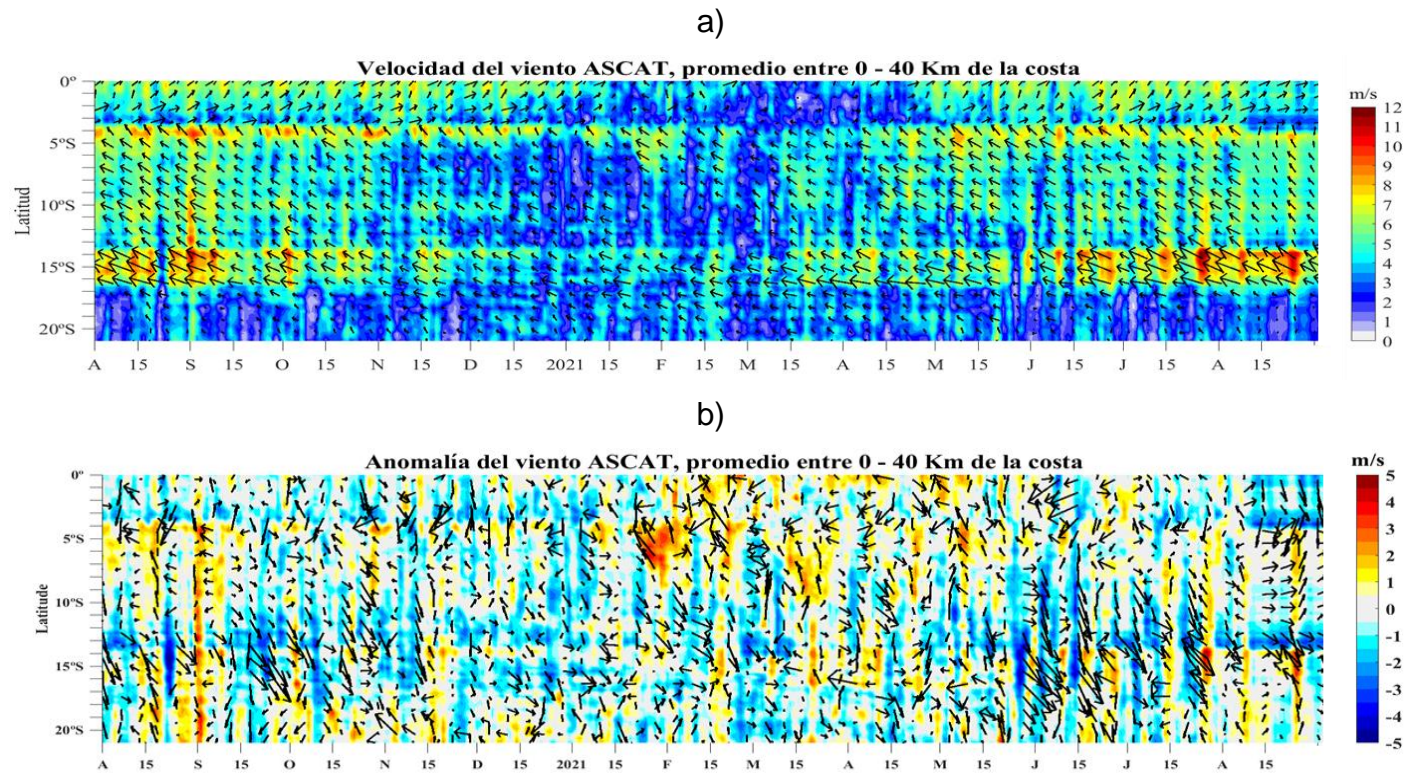


Figura 8: a) Velocidad del viento ( $m s^{-1}$ ), y b) anomalía del viento ( $m s^{-1}$ ), desde los  $0^\circ$  hasta  $20^\circ S$  en el periodo durante los últimos 12 meses. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Actualizado al 31 de agosto 2021. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

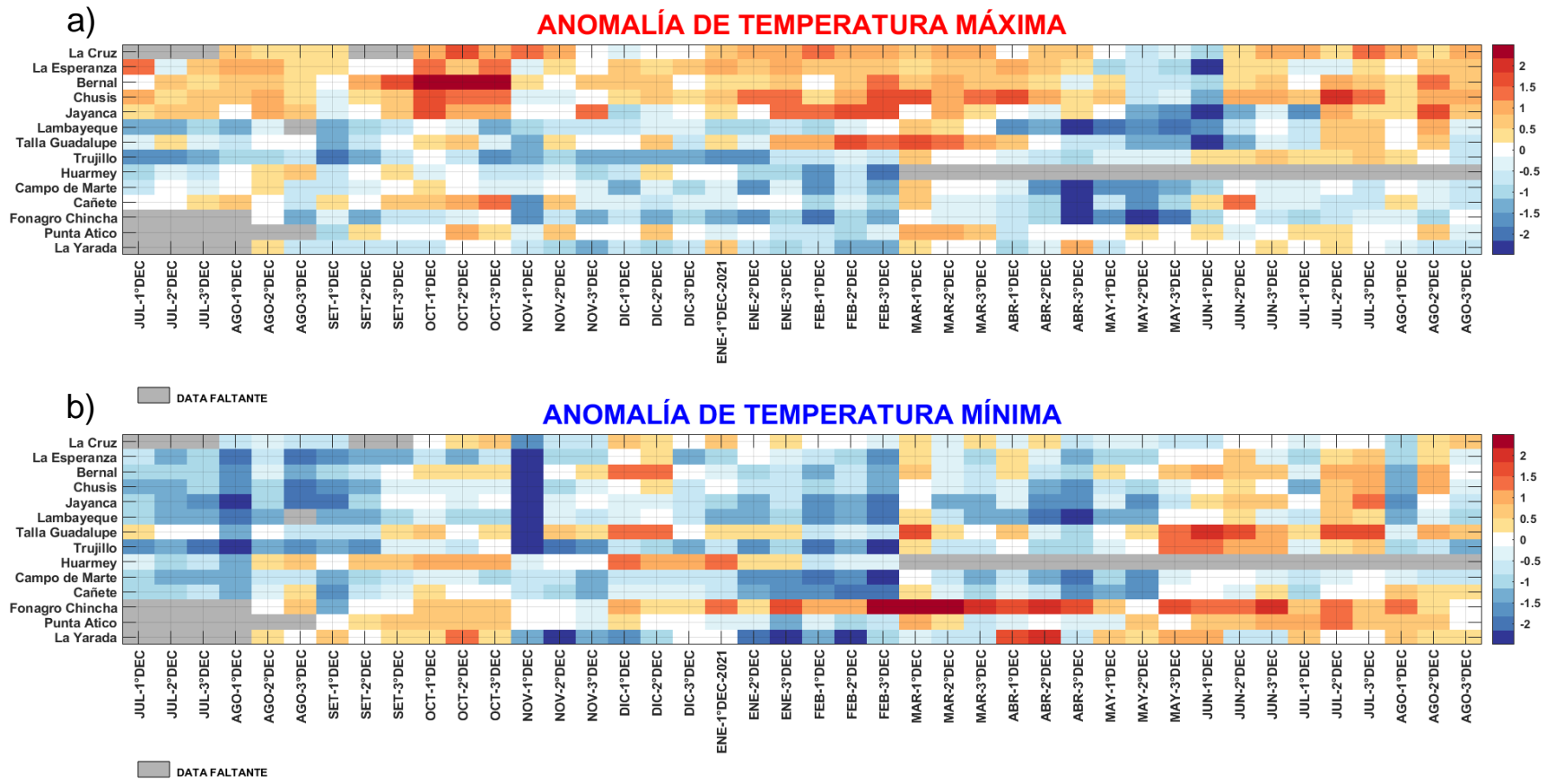


Figura 9: Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI desde julio 2020 hasta agosto del 2021 Fuente: SENAMHI.

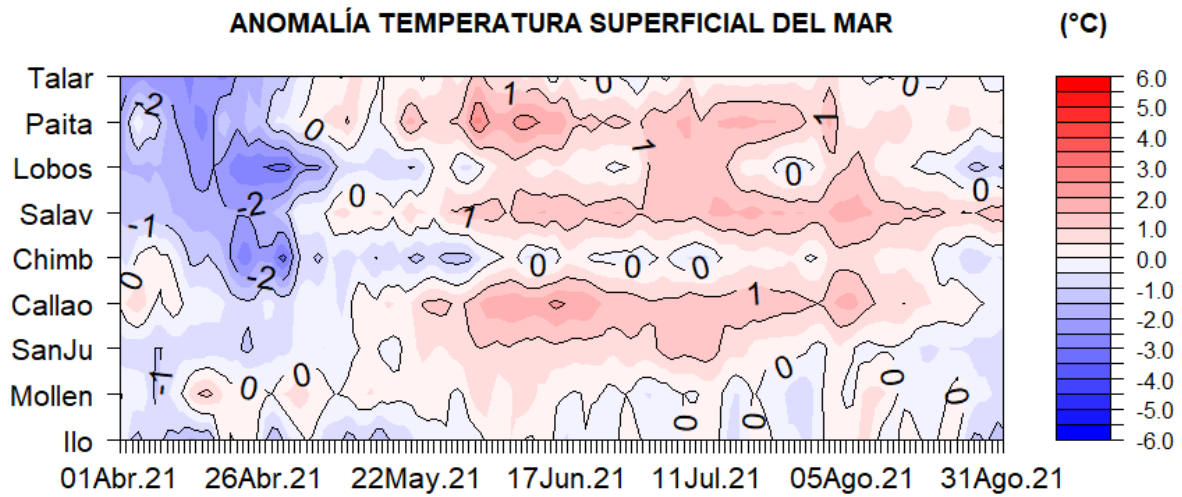
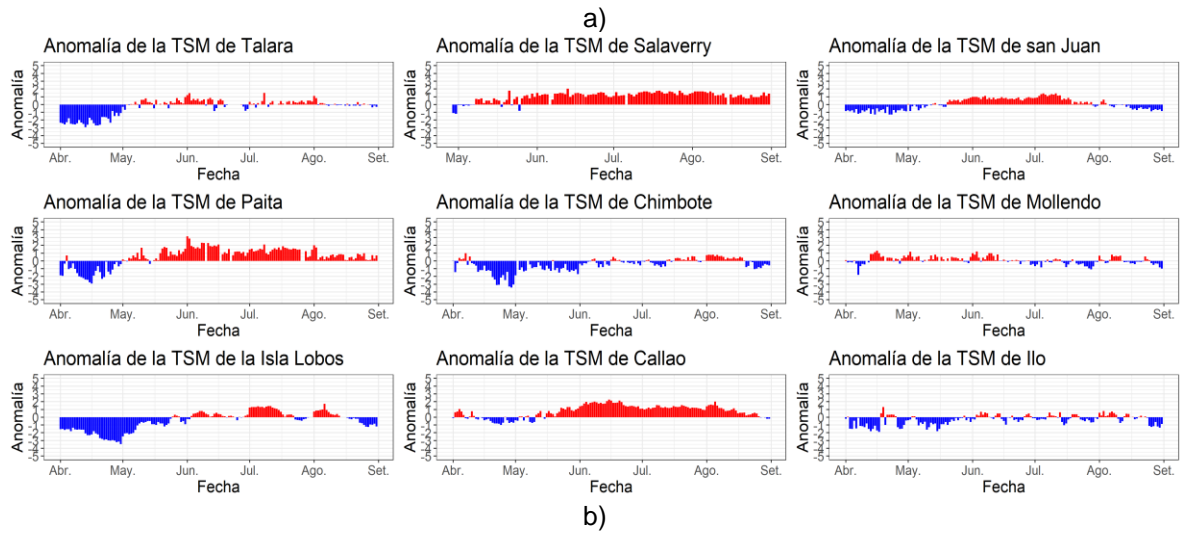


Figura 10: Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 5 meses, a) serie y b) Hövmoller, actualizado al 31 de agosto del 2021. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV.



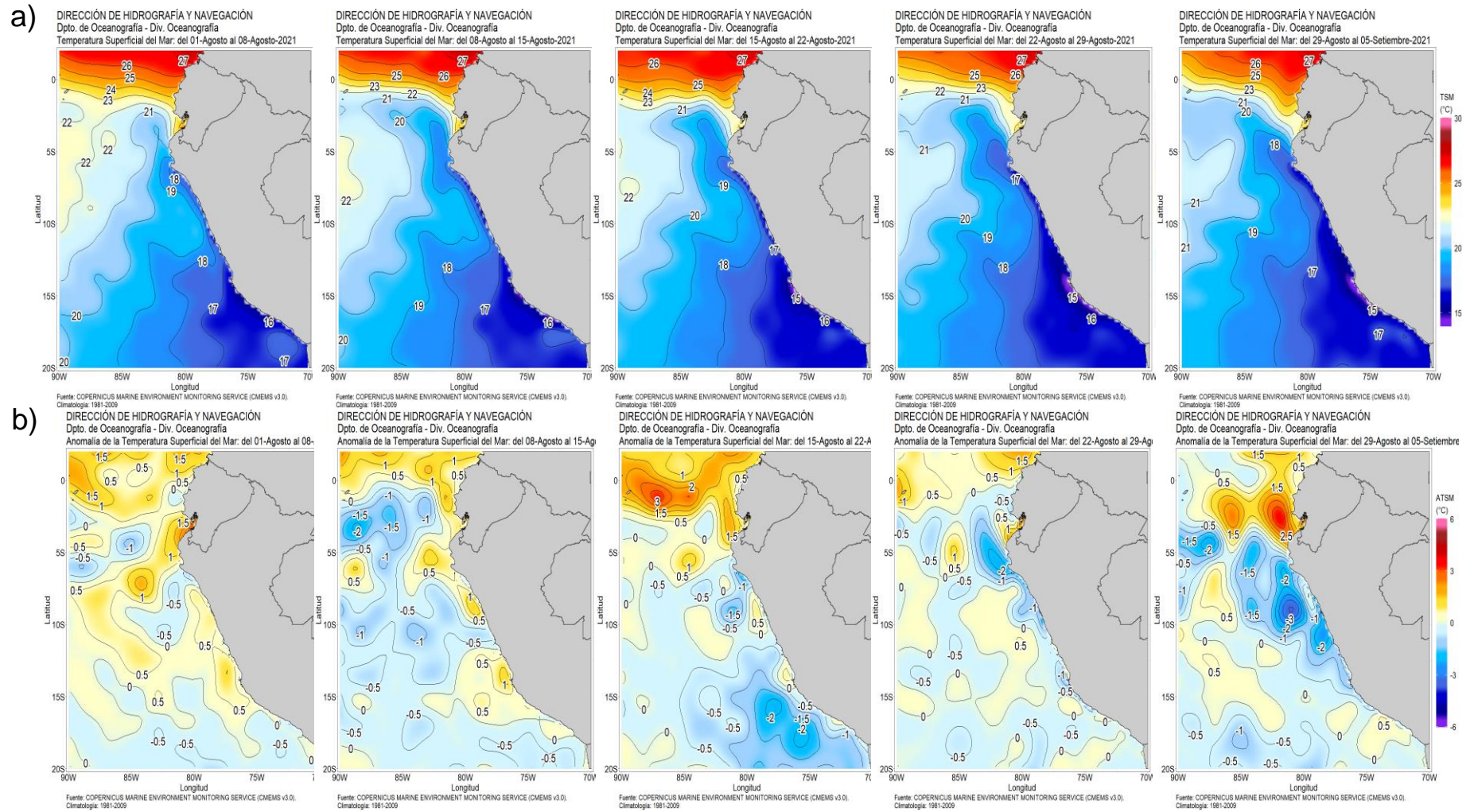


Figura 11: Mapa de distribución espacial de las temperaturas superficiales del mar (TSM, °C) (a), y de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) (b) para cada semana de agosto de 2021 de forma creciente de izquierda a derecha, en el océano Pacífico tropical oriental, Fuente: CMEMS v3,0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

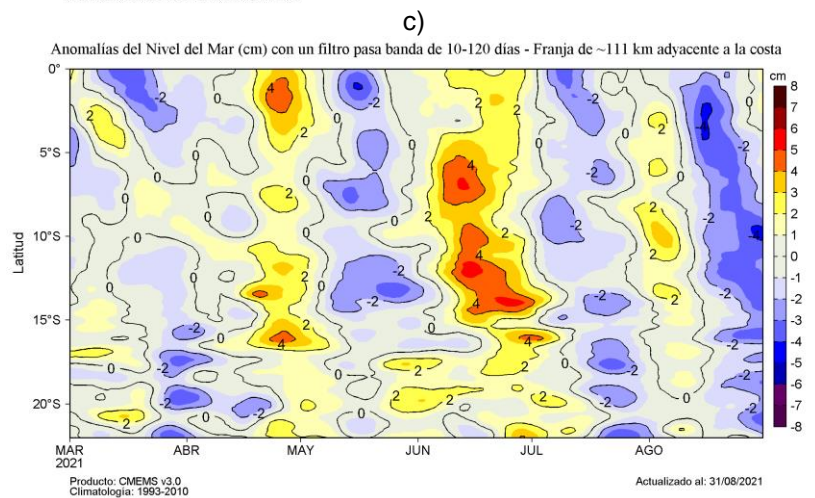
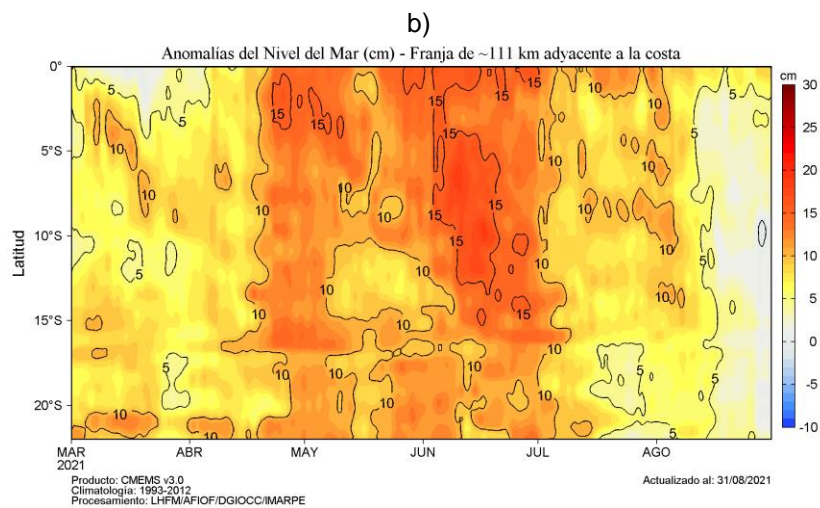
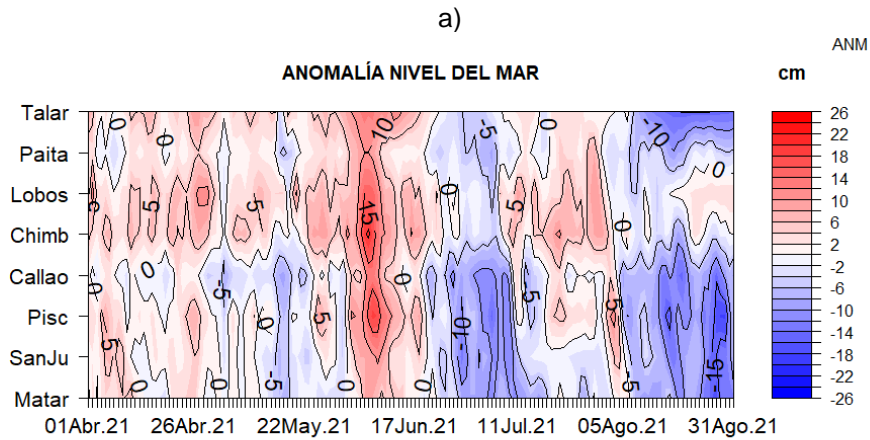


Figura 12: Anomalías del NMM, actualizadas al 31 de agosto del 2021: a) Diagrama Hovmöller durante el último semestre en estaciones costeras de la DIHIDRONAV; b) Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel del mar diario (cm) sin filtro; y c) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, para la franja de 60 millas náuticas adyacente al litoral peruano. Fuente: CMEMS v3.0; Climatología: 1993-2012. Procesamiento: LHFV/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

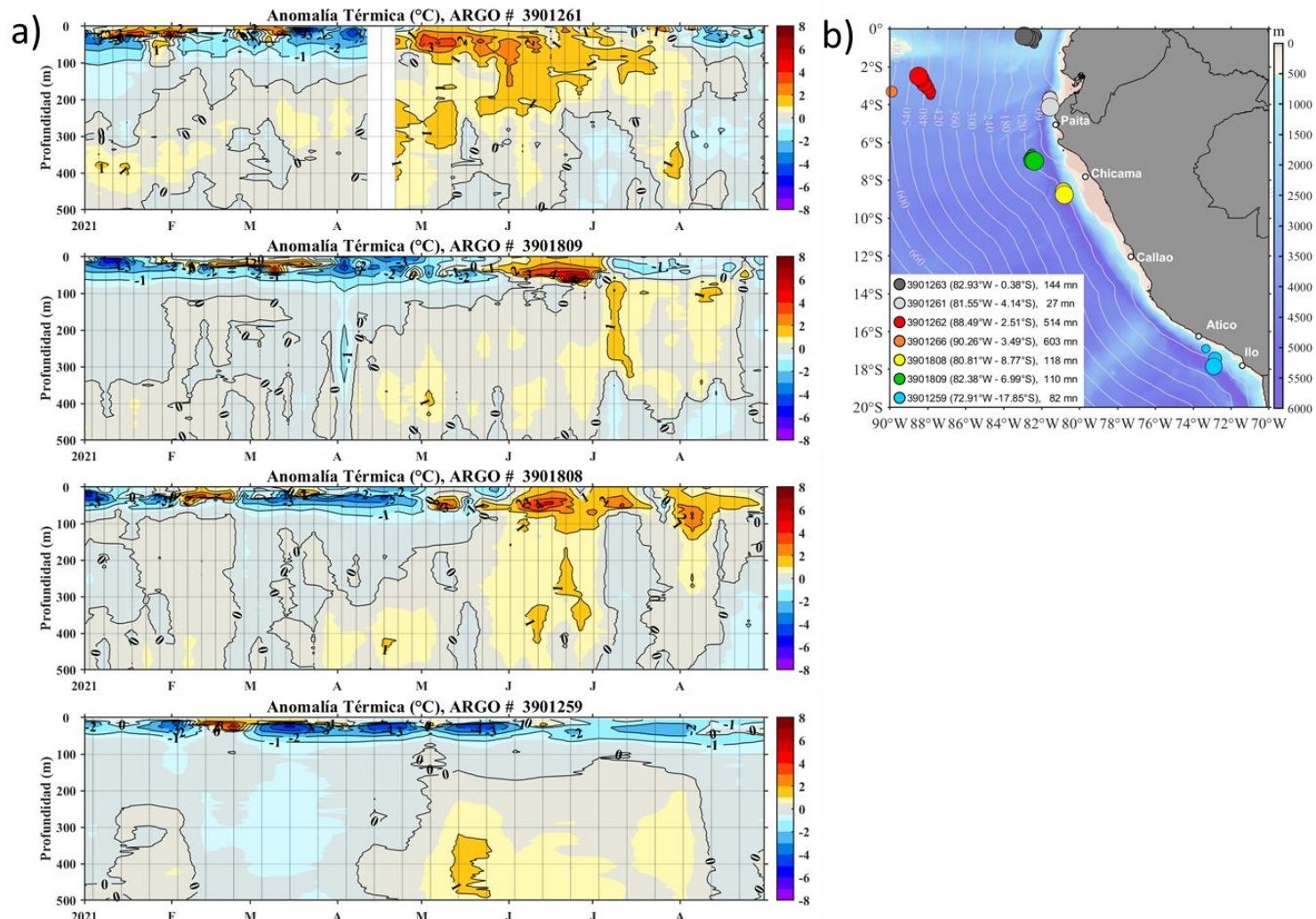


Figura 13: Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en la a) flotadores ARGO en la zona costera y b) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de agosto donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

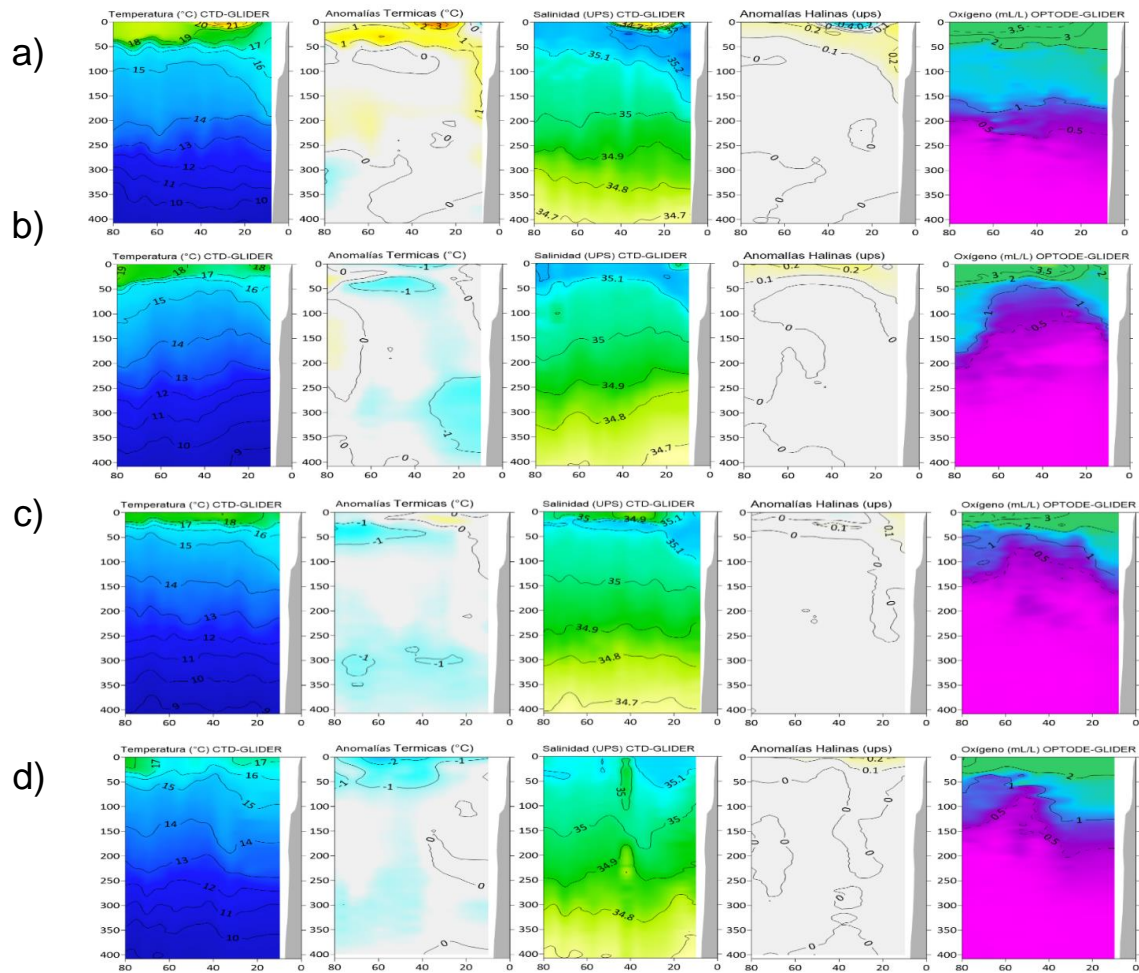


Figura 14: Sección Vertical de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad (ups), anomalías halinas (ups) y oxígeno disuelto (mL L<sup>-1</sup>) (de izquierda a derecha) frente a Negritos, 02-07 de agosto (a), 08-16 de agosto (b), 17-25 de agosto (c), y 26 de agosto-01 de septiembre (d).

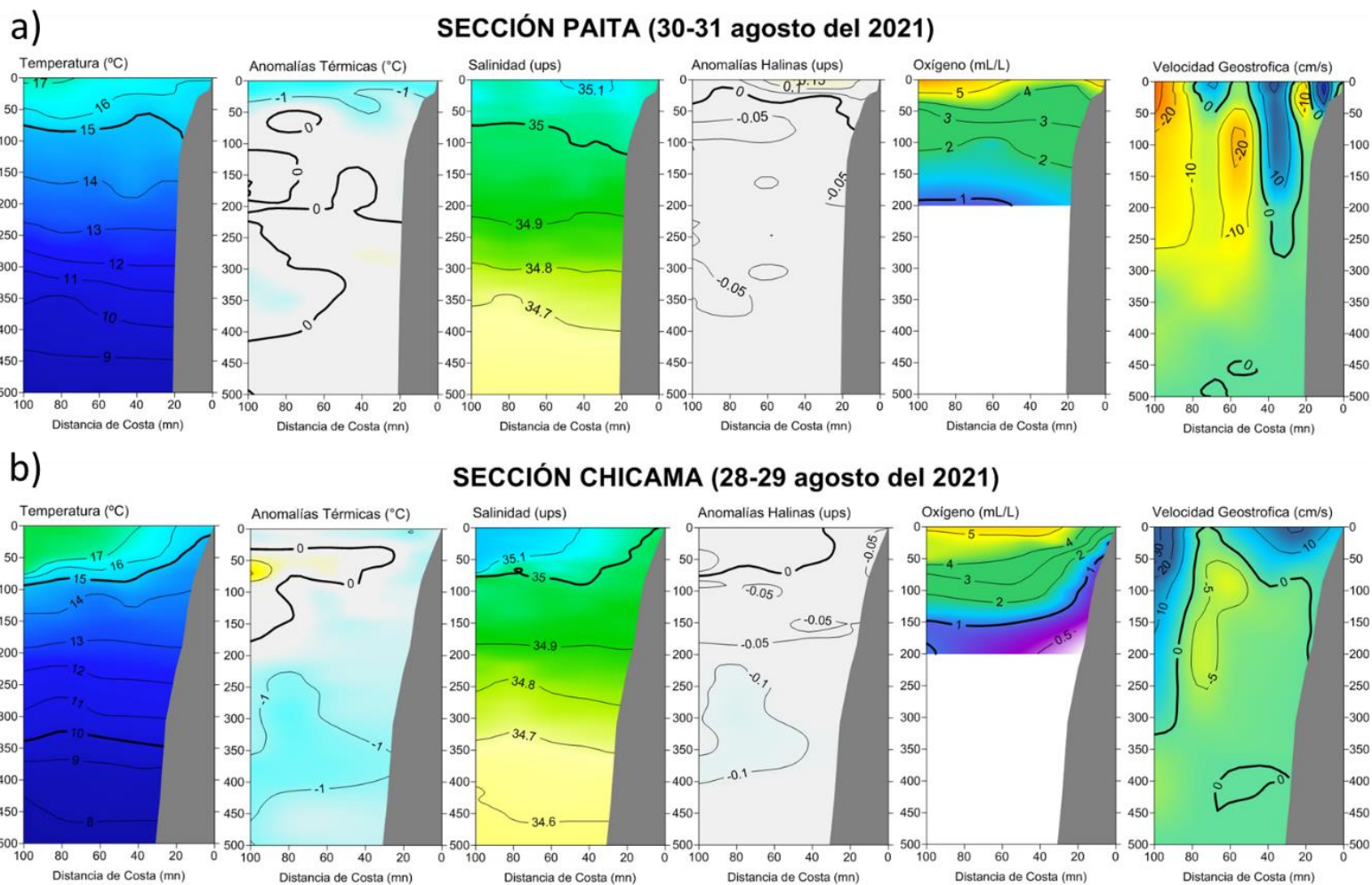
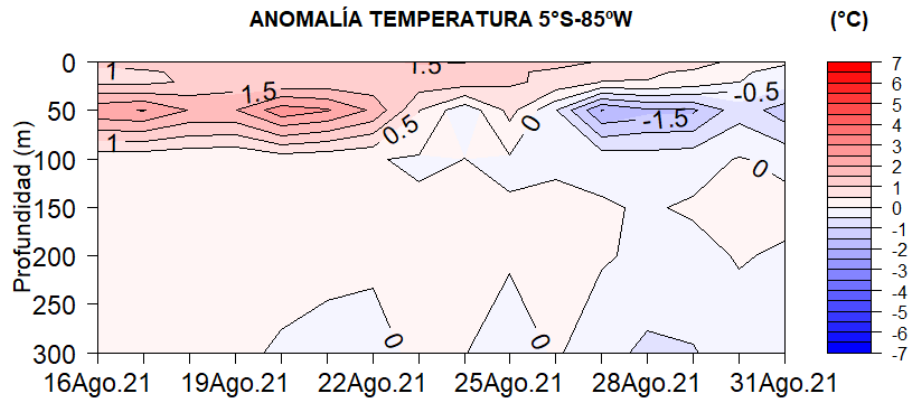
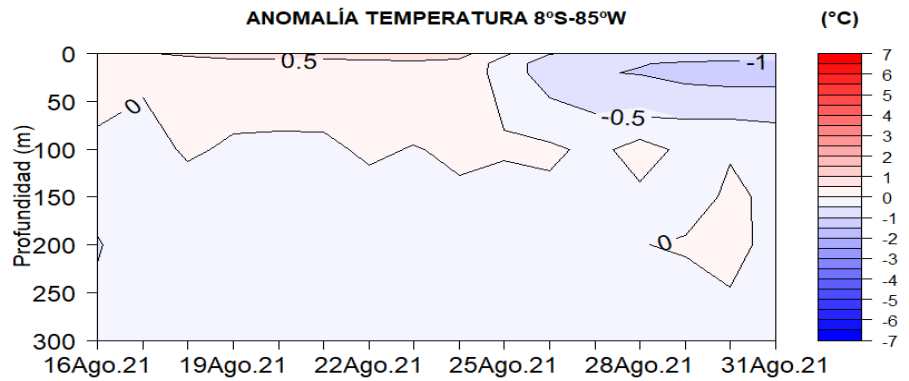


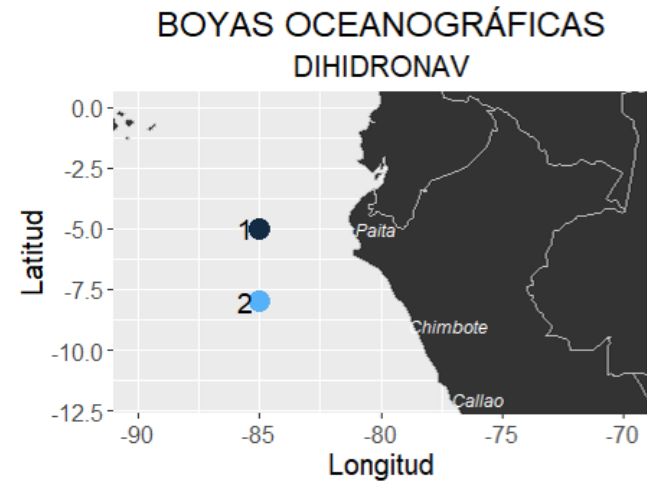
Figura 15: Sección vertical de temperatura (°C), anomalías térmicas (°C), salinidad (ups), anomalías halinas (ups), oxígeno (mL L<sup>-1</sup>) y velocidad geostrofica (cm s<sup>-1</sup>) (de izquierda a derecha) frente a Paíta, 30-31 de agosto (a), y Chicama, 28-29 de agosto (b).



a)



b)



c)

Figura 16: Sección vertical de anomalía de la temperatura (°C) hasta los 300 m de profundidad en a) 230 millas de Paita, b) 330 millas de Chimbote y c) posición de las boyas. Fuente: Boyas DIHIDRONAV.

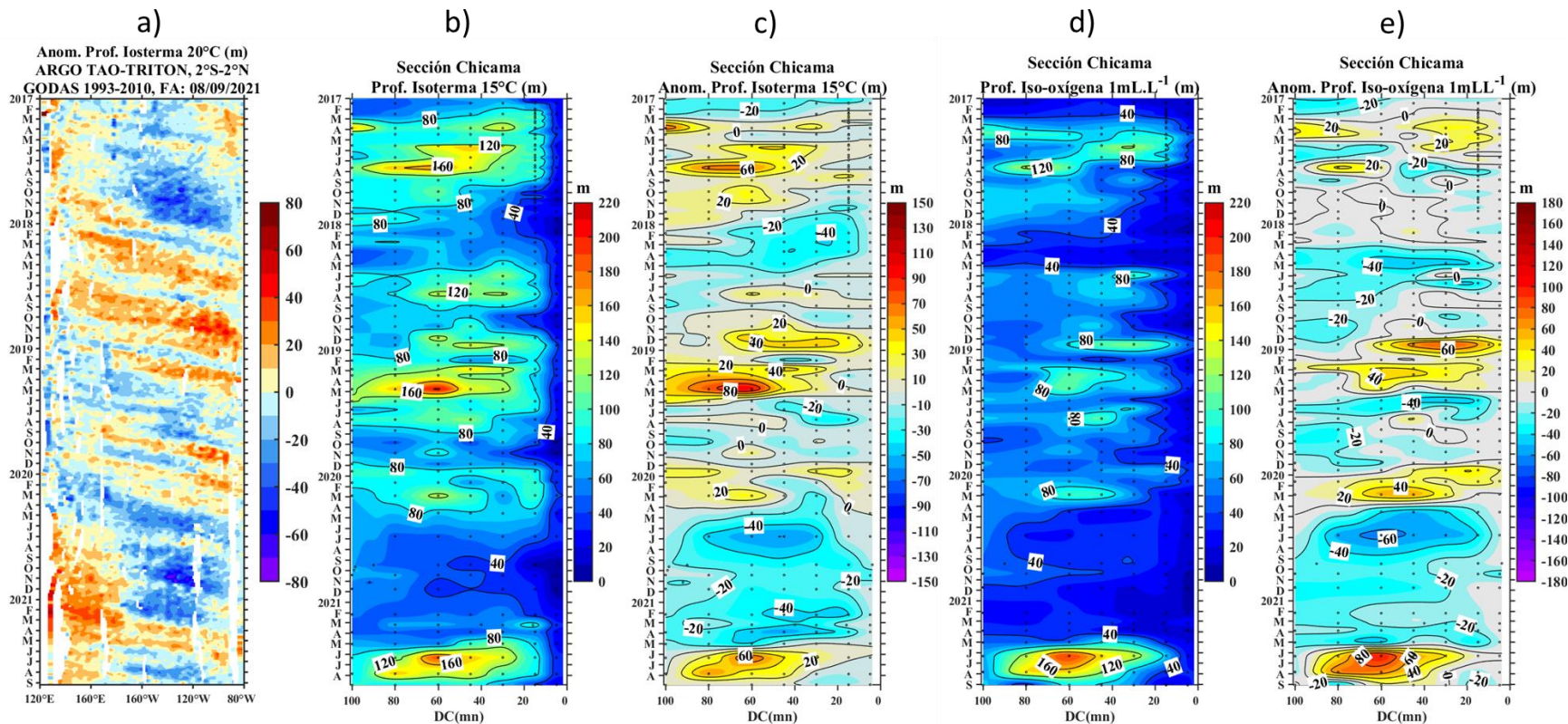


Figura 17: Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, d) profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L<sup>-1</sup>, e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L<sup>-1</sup> frente a Chicama (0-100 m.n.). Climatología de 1981 a 2010.

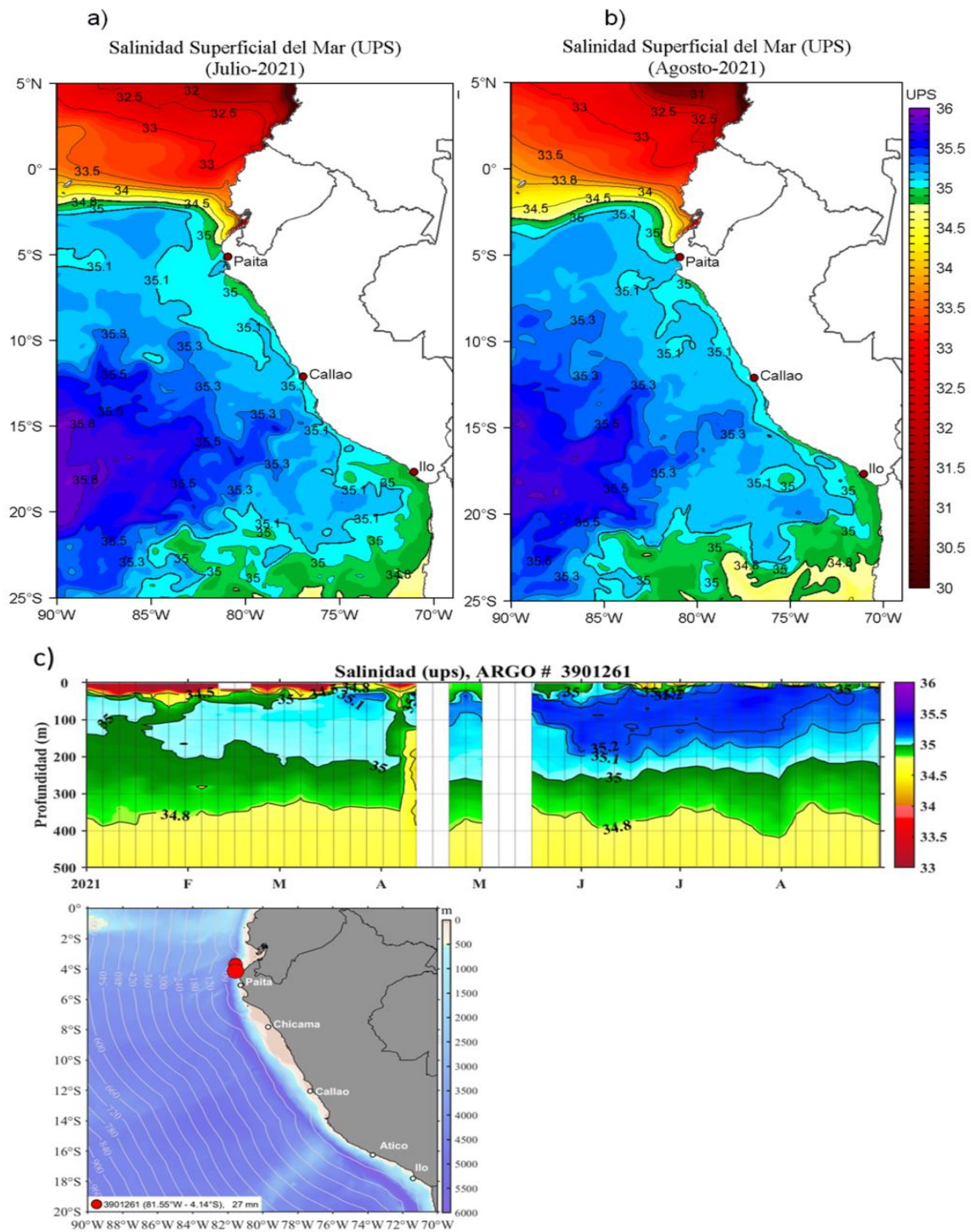


Figura 18: Distribución espacial promedio de la salinidad superficial del mar (UPS), para (a) julio y (b) agosto de 2021, en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: LHF/M/AFIOF/DGIOCC/IMARPE; c) Variación de la salinidad registrada por la boya Argo #39001261 ubicada frente a Talara hasta el 31 de agosto; el mapa indica su posición en el último mes.



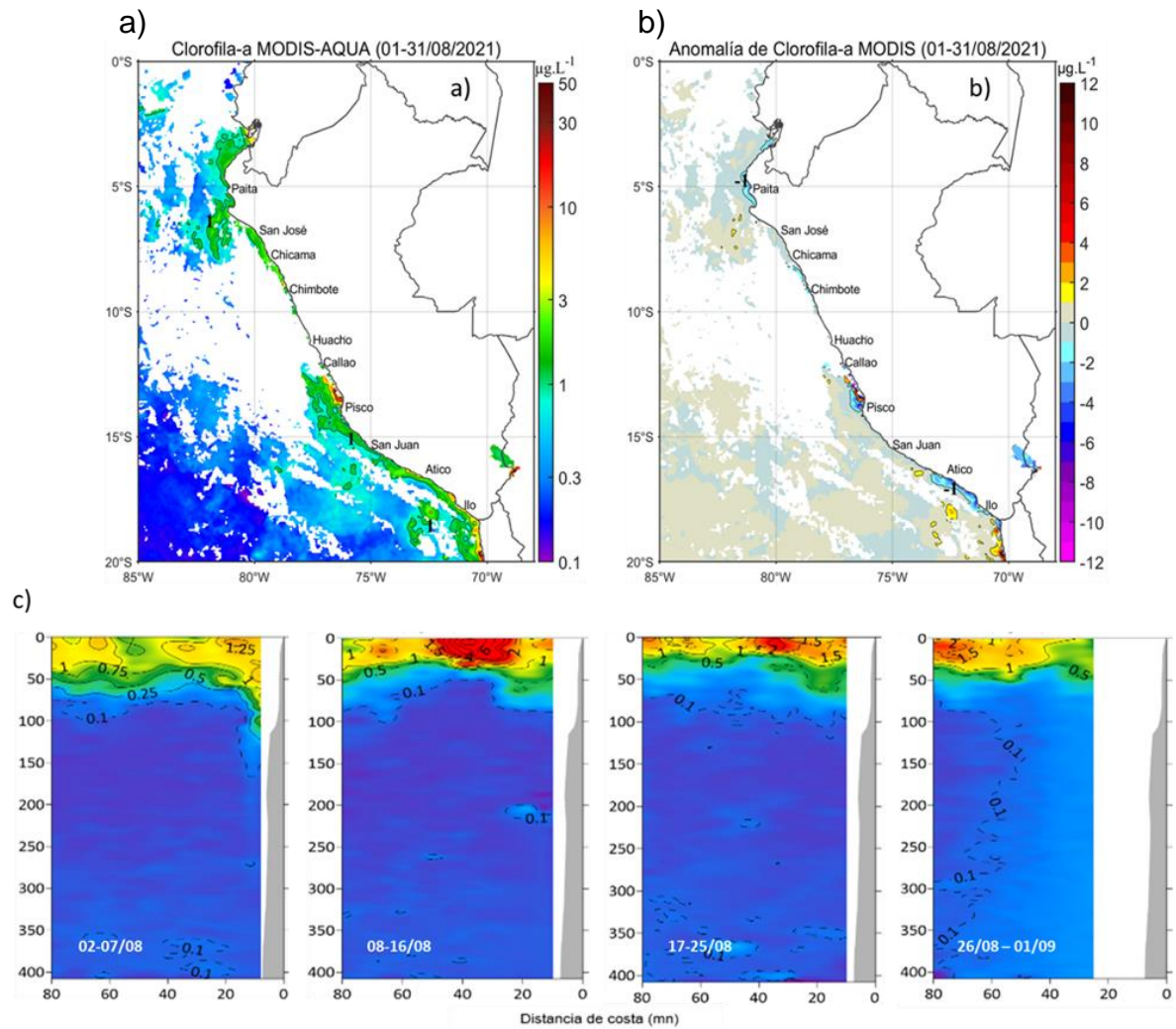


Figura 19: Mapa de la concentración de clorofila-a superficial satelital (a) y su anomalía (b) durante agosto de 2021, proveniente de MODIS-AQUA ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Fuente: IMARPE; c) concentración de clorofila-a registrada por el glider Paracas frente a Negritos durante agosto 2021.

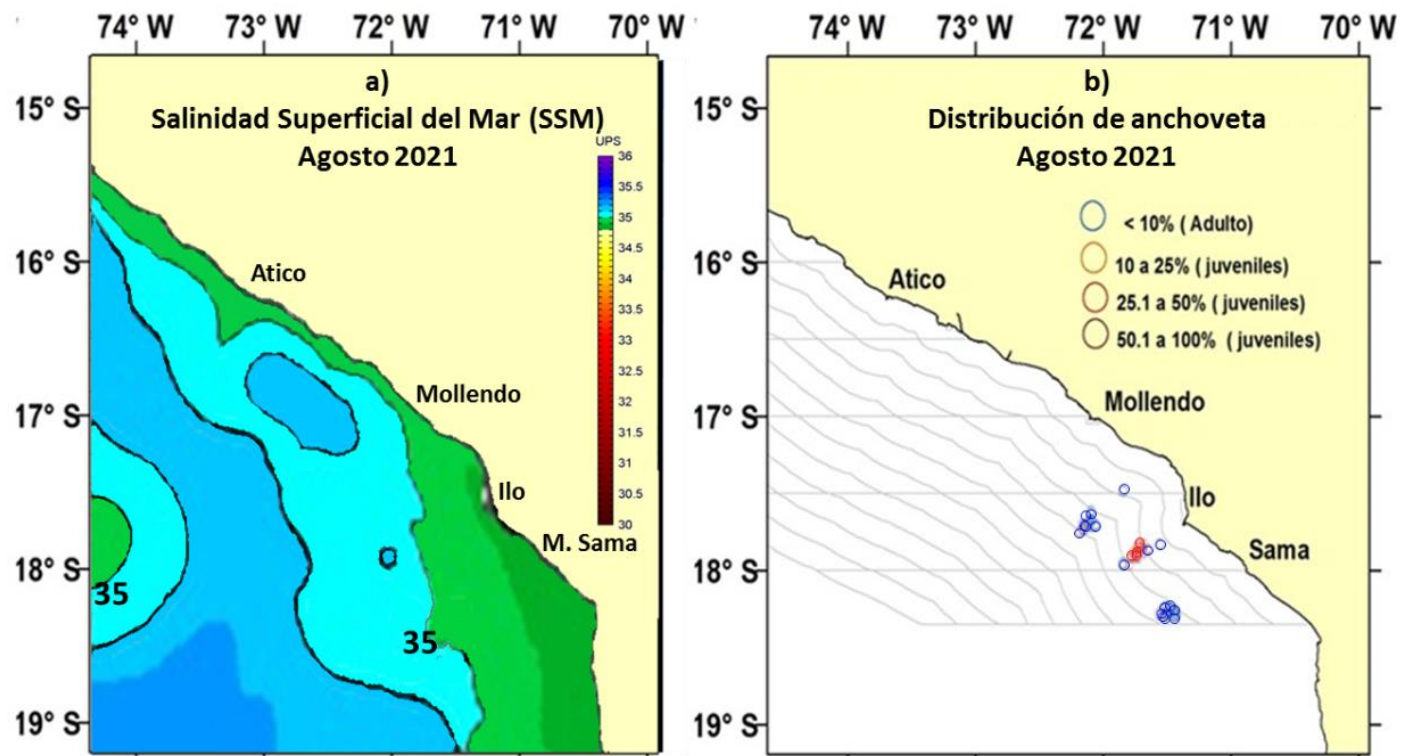
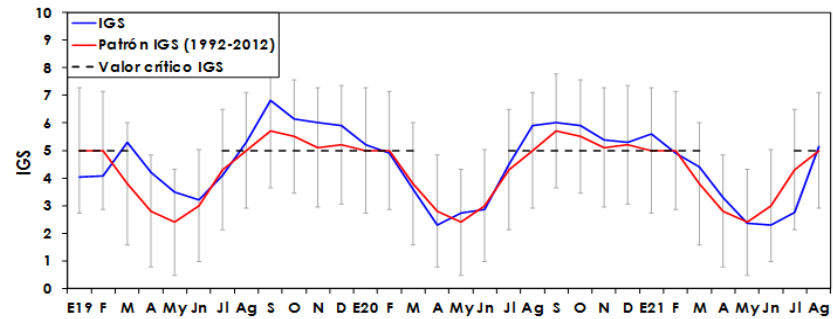
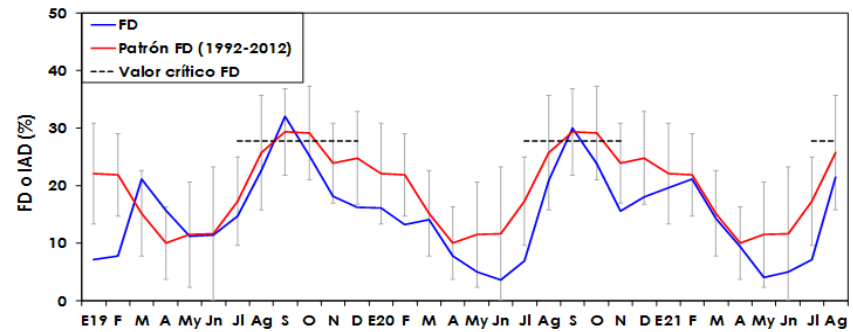


Figura 20: Distribución de la a) salinidad superficial del mar (SSM) y b) anchoveta en la región sur durante agosto 2021.

a) **ÍNDICE GONADOSOMÁTICO (IGS)**  
Indicador de Actividad Reproductiva



b) **FRACCIÓN DESOVANTE (FD)**  
Indicador del proceso de desove



c) **CONTENIDO GRASO (CG)**  
Indicador de la reserva de energía

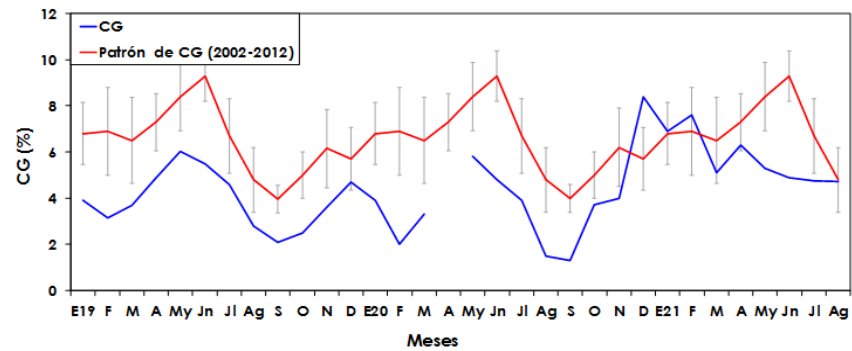


Figura 21: Indicadores reproductivos a) índice gonadosomático y b) fracción desovante, e indicadores somáticos c) contenido de grasa de la anchoveta del Stock Norte-Centro durante el periodo enero 2019 a agosto 2021.

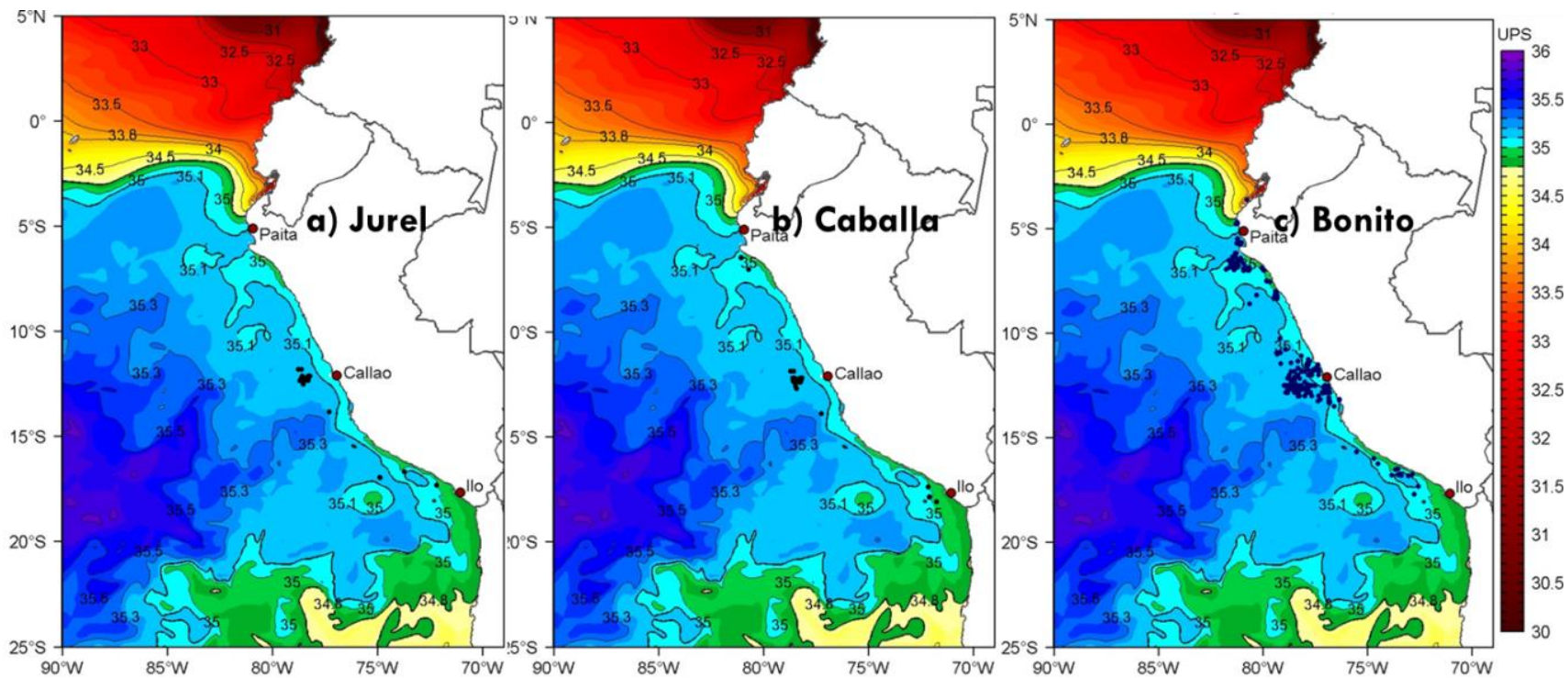
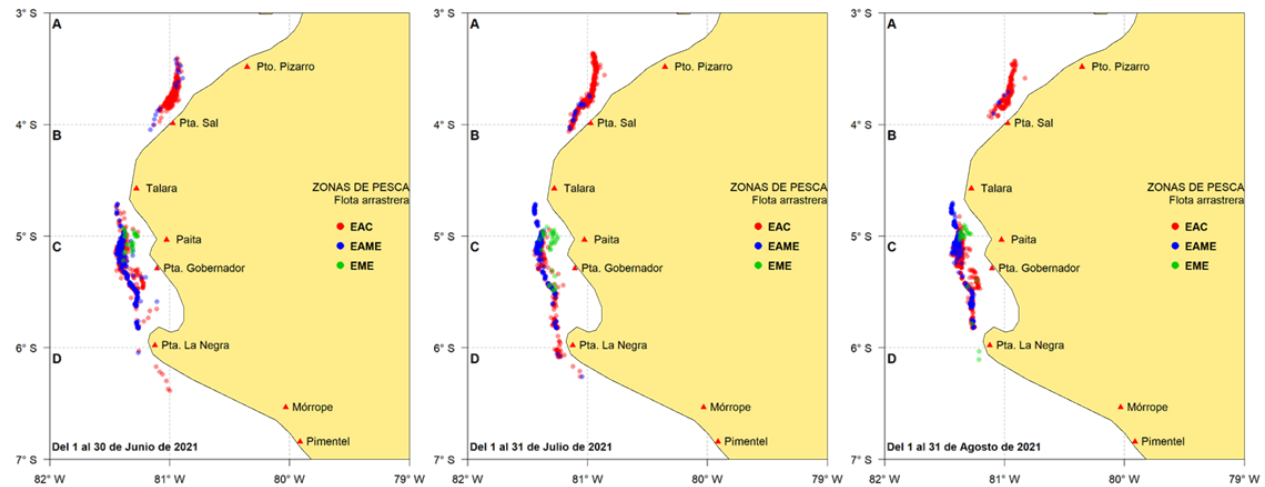


Figura 22: Distribución de a) jurel, b) caballa y c) bonito asociados a la salinidad superficial del mar (SSM) durante agosto 2021.

### a) DISTRIBUCIÓN



### b) ESTRUCTURA DE TALLAS

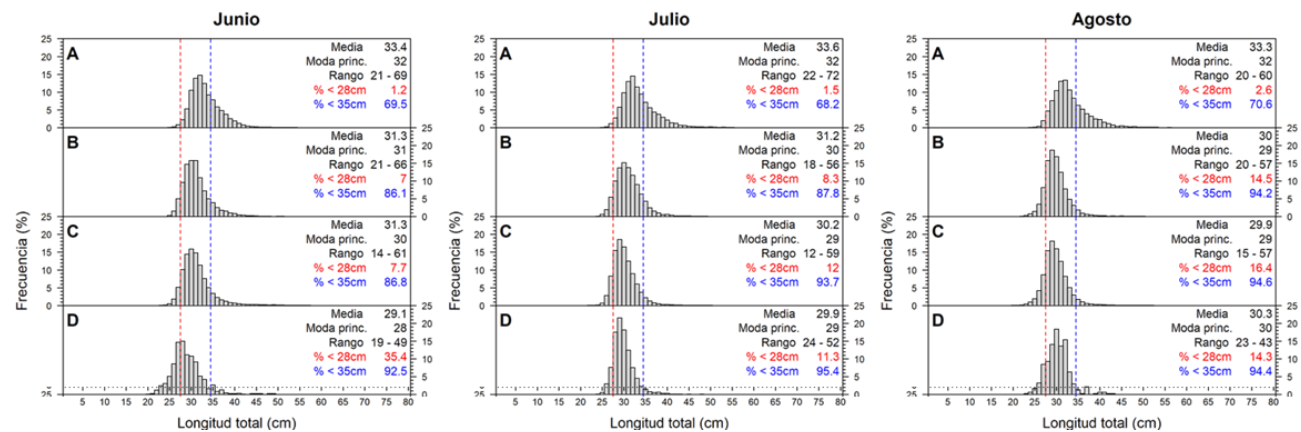


Figura 23: a) Distribución y b) estructura de tallas mensual de merluza según grado latitudinal (A: 3°S, B: 4°S, C: 5°S y D: 6°S) durante el periodo junio - agosto 2021.

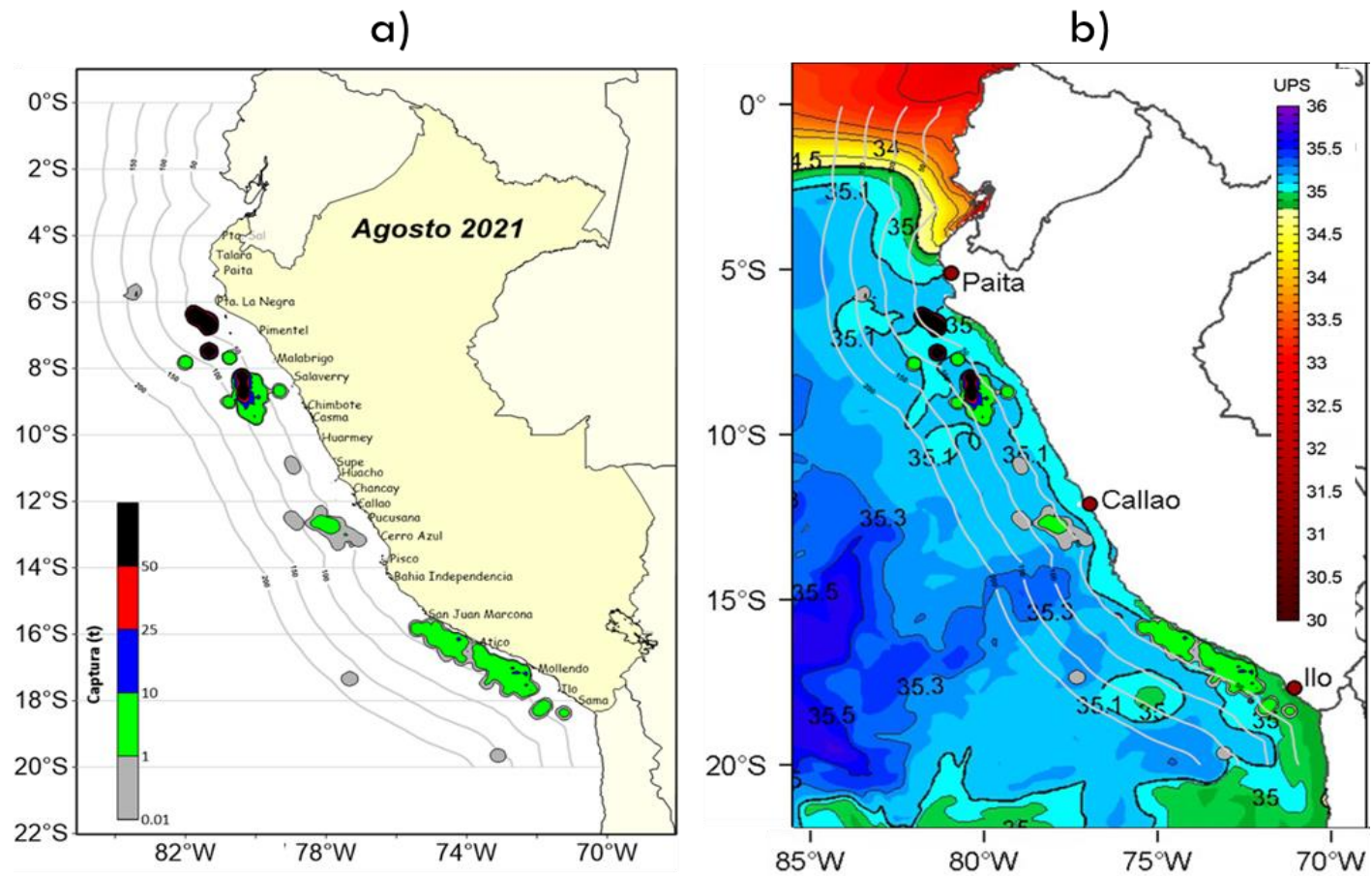


Figura 24: Distribución de la a) pota y b) del recurso en condiciones salinidad superficial del mar (ups) durante agosto 2021.

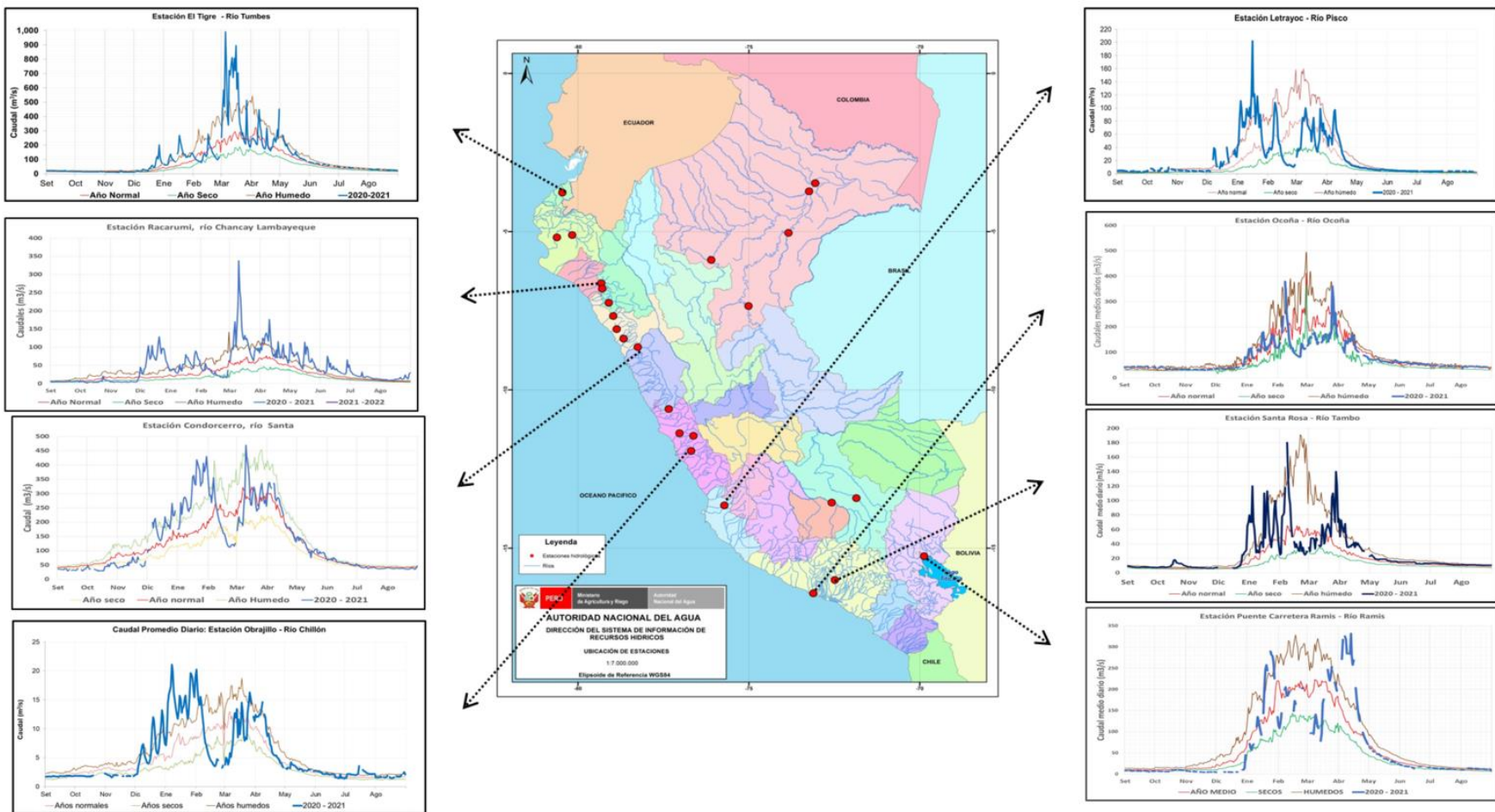


Figura 25: Caudales diarios ( $m^3 s^{-1}$ ) de los principales ríos del norte (izquierda), centro (centro) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 31 de agosto 2021. Las líneas azules indican caudales del año hidrológico 2020-2021, rojas: caudales normales; Fuente: SENAMHI, Proyectos Especiales y Juntas de Usuarios. Procesamiento: ANA.

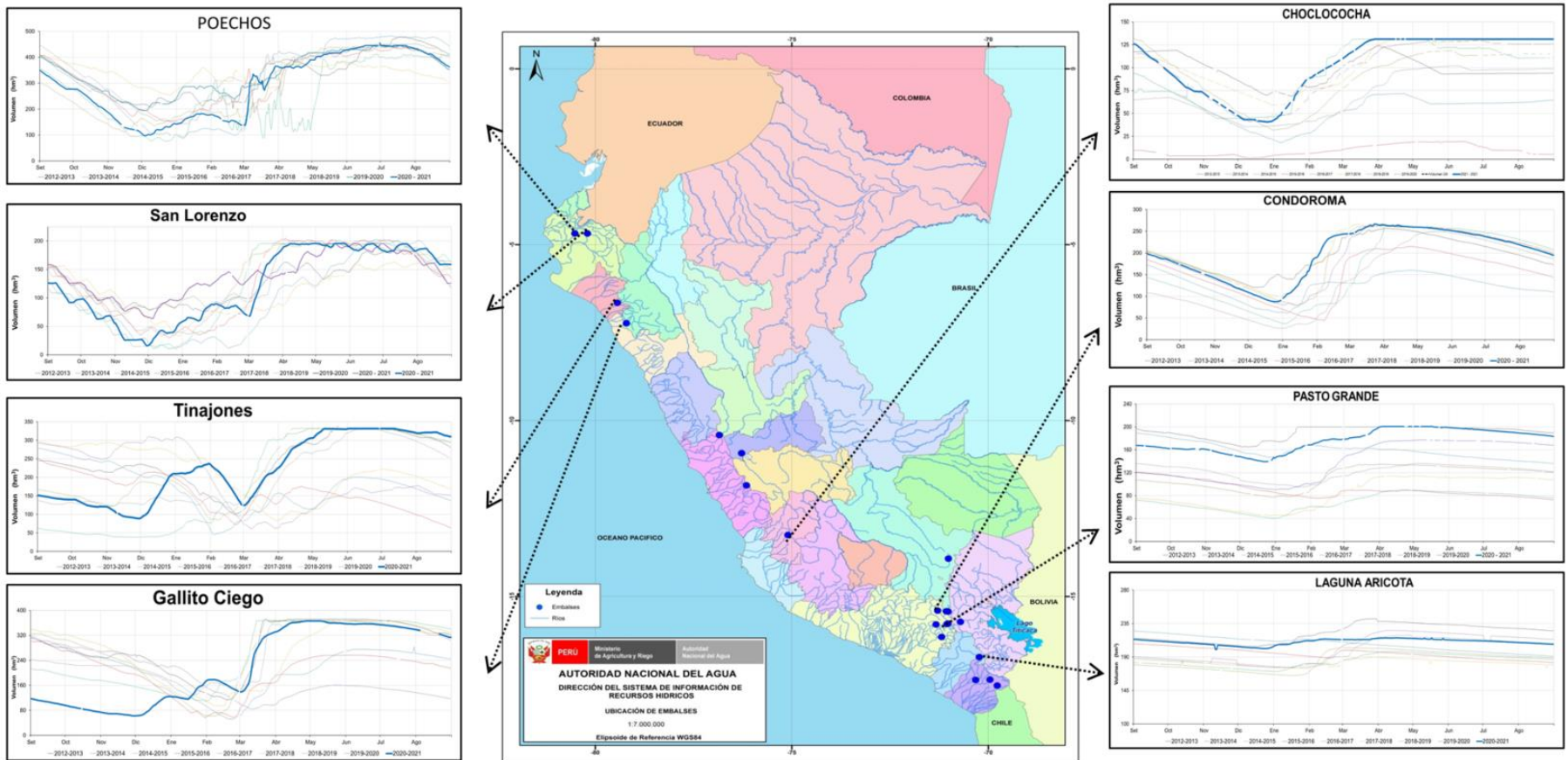


Figura 26: Volúmenes de almacenamiento (hm<sup>3</sup>) de los principales embalses del norte (izquierda), centro (derecha) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 31 de agosto 2021. Las líneas azules indican volúmenes de almacenamiento del año hidrológico 2020-2021, líneas rojas, amarillo, verdes 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.



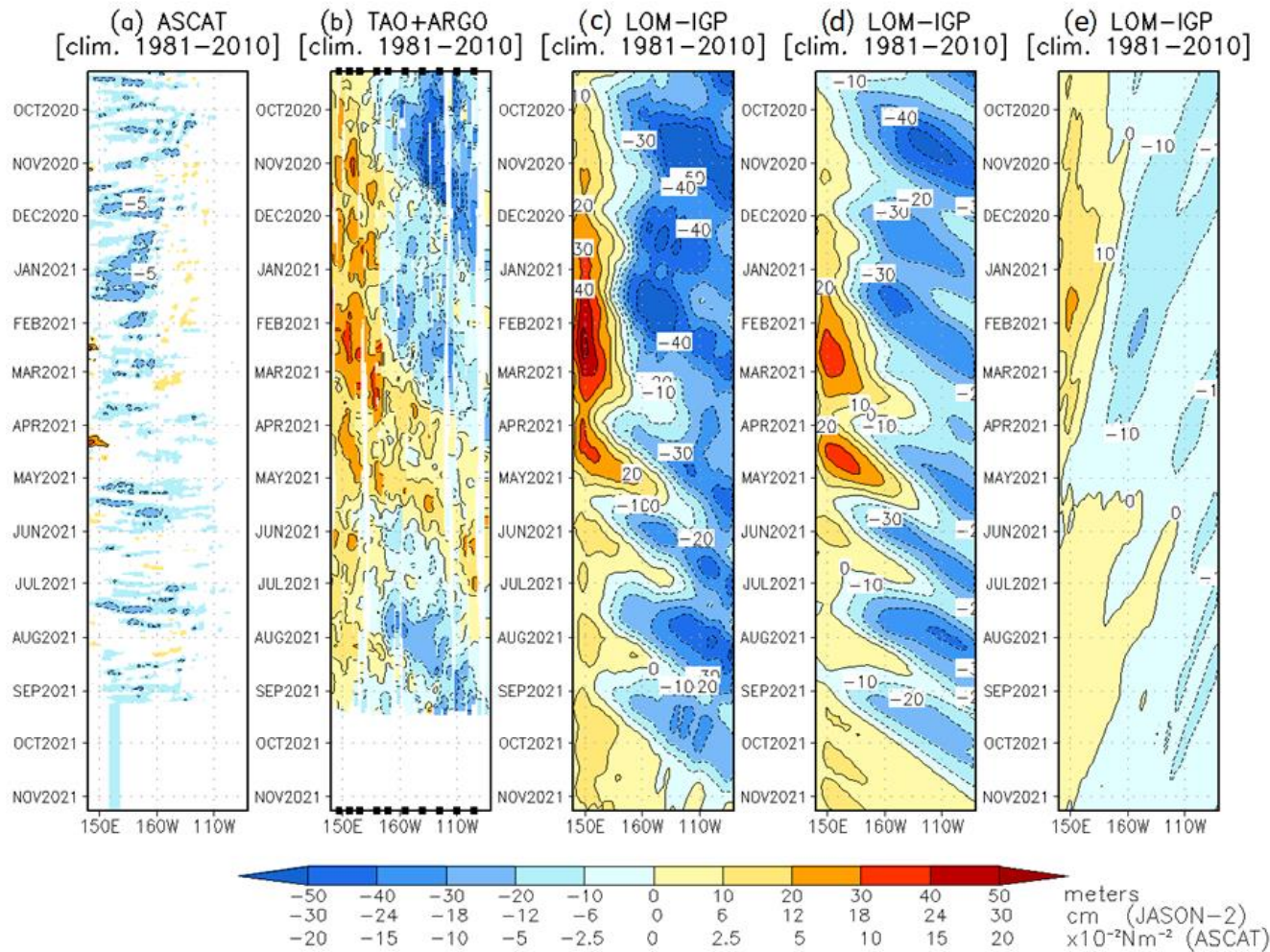


Figura 27: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C con datos de TAO y los derivadores de Argo (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y 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. Procesamiento: IGP

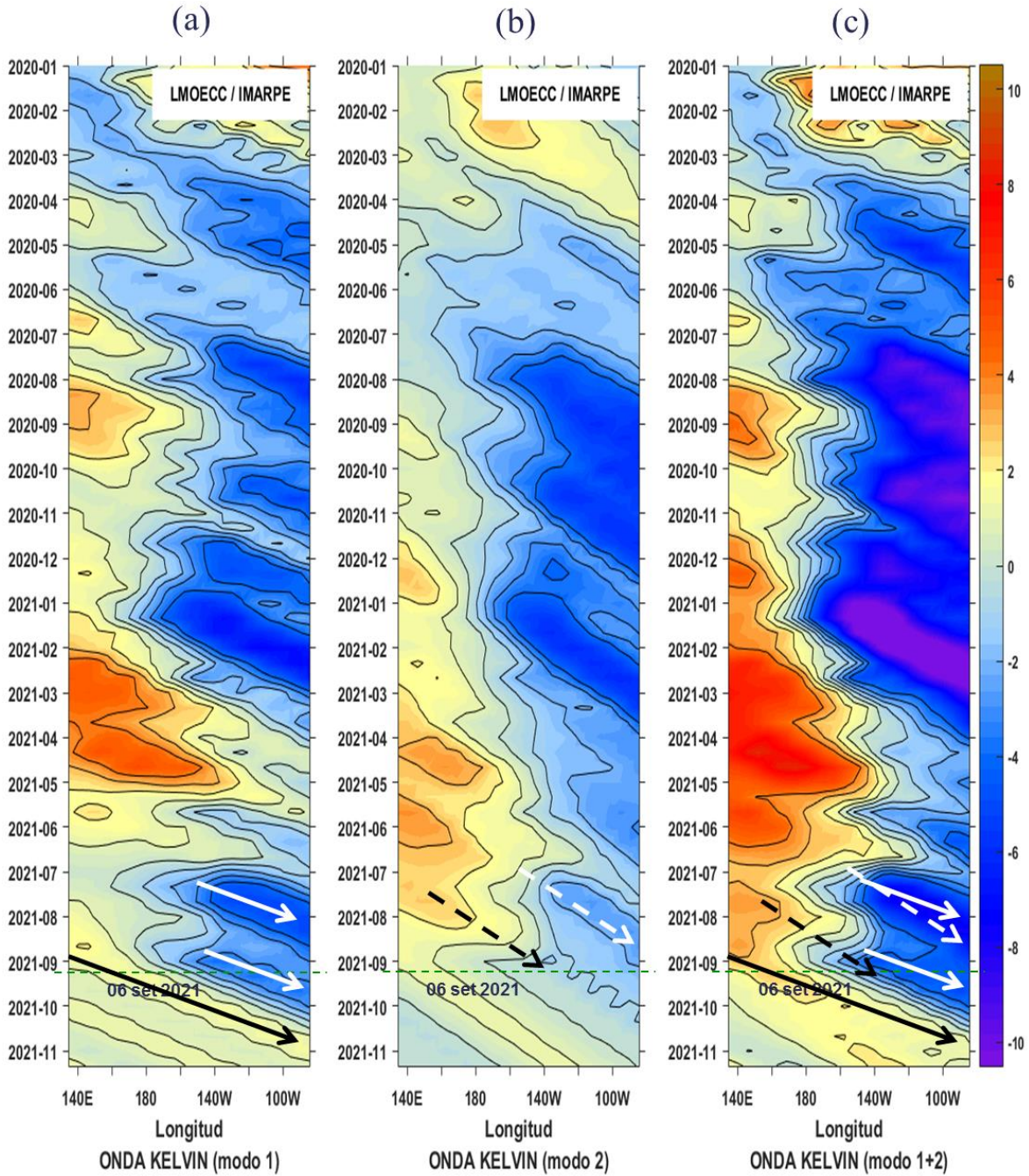


Figura 28: Figura X13. Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento; fecha inicial del pronóstico: 06 de setiembre 2021. Fuente: IMARPE.

## Anomalía del nivel del mar [cm] - $\sum$ Modos -- [BLENDED]

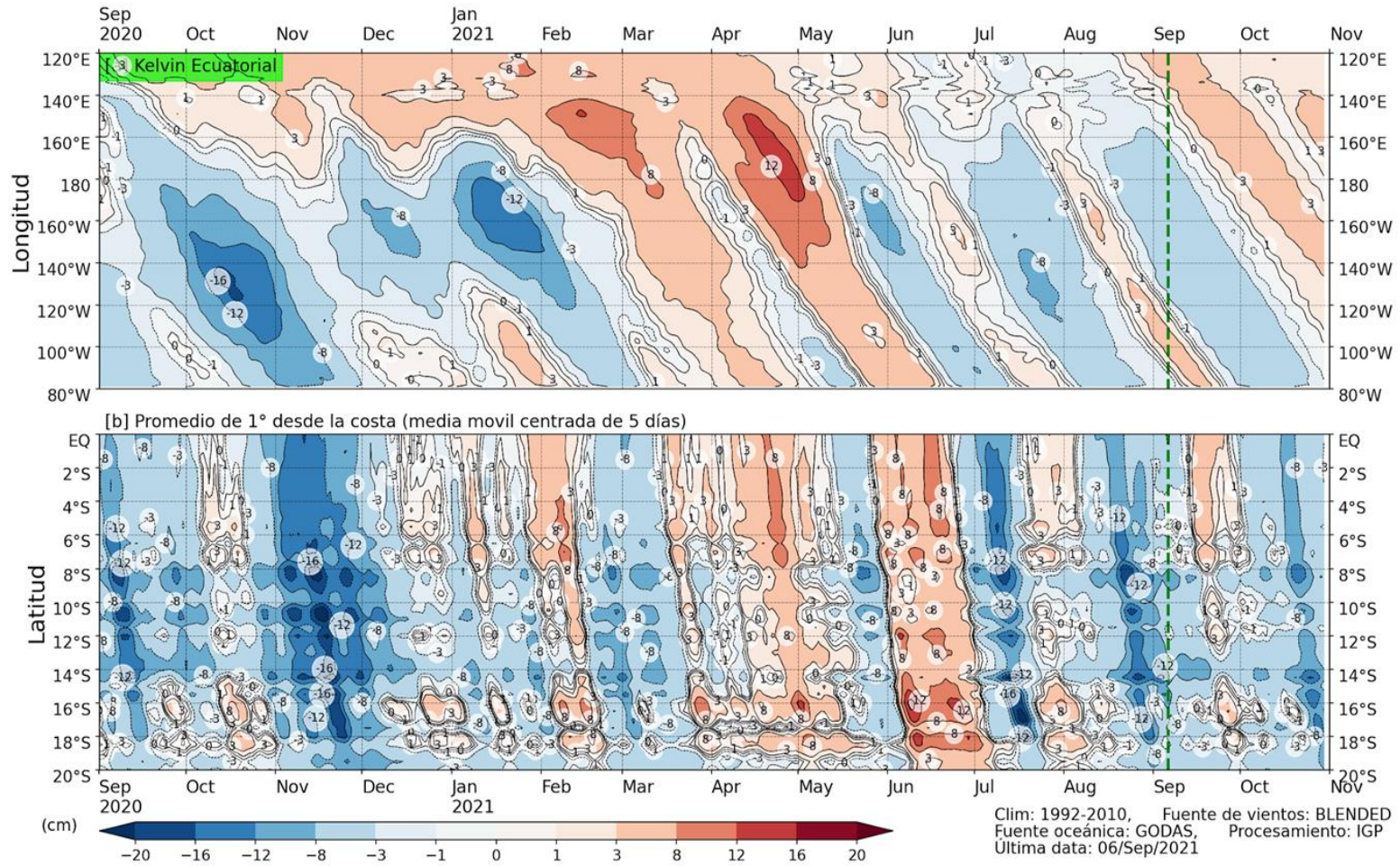


Figura 29: Anomalía del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada BLENDED (Bentamy et al., 2016), Fuente: IGP.

## IX. ANEXO

### VARIABLES UTILIZADAS

Tabla A,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
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																				
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	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																				
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,
Nivel medio del Mar	X																	X	DIHIDRONAV/IMARPE	*Disponible desde 1993 a la actualidad, Periodo climatológico: 1993-2012, Frecuencia diaria,

Salinidad	X	X	X																	X	DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s, Periodo climatológico: 1981-2010.
Corrientes Marinas	X																				IMARPE	*Disponible desde los 60s, Frecuencia mensual.
Oxígeno y Nutrientes	X	X	X																		IMARPE	*Cruceros disponibles desde los 60s, otras observaciones disponibles desde 2015, Periodo climatológico: 1981-2010.
Clorofila																				X	IMARPE	* Promedio mensual y pentadal corresponden a MODIS y SeaWiFS+MODIS corregido, respectivamente, *Cobertura nubosa de MODIS,
<b>VARIABLES BIOLOGICO-PESQUERAS</b>																						
Desembarques pesqueros											X										IMARPE	*Disponible desde 1959 con frecuencia diaria y mensual.
Distribución espacial de recursos				X		X															IMARPE	*El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana.
Biometría e indicadores				X		X															IMARPE	*Información par anchoveta disponible desde 1959 con frecuencia variable (diaria, mensual, semestral).
<b>VARIABLES DE RECURSOS HIDRICOS Y AGROMETEOROLÓGICAS</b>																						
Caudal de ríos			X																		ANA	
Reservorios y embalses			X																		ANA	
Desarrollo de cultivos										X											SENAMHI	