

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



**INFORME TÉCNICO ENFEN**

**Año 7 N°10**

**OCTUBRE 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. Patricio Alonso Valderrama Murillo

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

Ing. Roberto Salazar Gonzales)

*Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)*

General de Brigada (r) Carlos Manuel Yáñez Lazo

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

General (r) EP Marco Antonio Jaymez Rebosio

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

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

**Coordinación Grupo Técnico del ENFEN:** Grinia Avalos Roldán

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

**SENAMHI:** Grinia Avalos, Nelson Quispe, Andrés Rodríguez, Yury Escajadillo, Glicerio Canchari, Tania Ita, Vannia Aliaga y Félix Cubas

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

**IGP:** Kobi Mosquera y Jorge Reupo

**ANA:** Sigfredo Fonseca

**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° 10, octubre de 2021, 42 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).



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

## Octubre 2021

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	5
II.	MÉTODOS.....	5
2.1.	Variables .....	5
2.2.	Índices.....	6
2.3.	Modelos y Pronósticos .....	7
III.	CONDICIONES OBSERVADAS EN OCTUBRE DE 2021 .....	9
3.1.	Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical .....	9
3.2.	Condiciones océano atmosféricas locales .....	13
3.3.	Productividad marina y condiciones biológico pesqueras .....	23
3.4.	Condiciones hidrológicas .....	28
3.5.	Condiciones agrometeorológicas .....	31
IV.	PERSPECTIVAS.....	32
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
VI.	REFERENCIAS.....	38
VII.	ANEXO.....	41

## **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, donde el efecto en las precipitaciones puede darse en gran parte del territorio nacional. Por ejemplo, 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, considerando los informes mensuales de cada entidad integrante de esta comisión que participa en el monitoreo y pronóstico de las condiciones océano-atmosféricas, así como de sus manifestaciones e impactos en el mar peruano y en el territorio nacional.

## **II. MÉTODOS**

### **2.1. Variables**

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

## Temperatura Superficial del Mar (TSM)

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

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

Otra fuente relevante para el monitoreo de la TSM es el *Extended Reconstructed Sea Surface Temperature* (ERSST), es un conjunto de datos de la TSM derivado de *International Comprehensive Ocean–Atmosphere Dataset* (ICOADS) con información desde 1854 hasta la actualidad. La versión más reciente de ERSST, versión 5(v5), con una resolución horizontal de  $2^\circ \times 2^\circ$ , incorpora información la TSM proveniente de los flotadores Argo, la concentración de hielo Hadley Centre Ice-SST versión 2 (HadISST2) y los datos recientes desde ICOADS. Para mayor información: <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.ersst.v5.html>

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

## 2.2. Índices

### Índice Costero El Niño (ICEN)

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

de los pronósticos de la ATSM de los modelos de North American Multi-Model Ensemble (NMME, Kirtman et al., 2014) de un mes y dos meses para el primer y segundo ICENTmp, respectivamente.

### **Índices reproductivos de anchoveta**

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

### **2.3. Modelos y Pronósticos**

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

El modelo se utiliza para representar la dinámica superior en el Pacífico ecuatorial y se 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 (Mosquera, 2009 y 2014; Mosquera et al., 2011).

#### **Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia**

El modelo se utiliza para representar la propagación de la onda Kelvin ecuatorial (OKE) en 3 modos baroclínicos, forzado con 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 consultar 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**

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 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 OCTUBRE DE 2021

#### 3.1. Condiciones océano atmosféricas en el Pacífico tropical

En el Pacífico ecuatorial, la TSM en el extremo occidental se mantuvo en promedio con una anomalía de +0,5 °C; en tanto que, en la región occidental-central, con anomalías negativas hasta de -1 °C; y, por otro lado, en la región oriental se mantuvo cerca de su valor normal. En la región Niño 3.4 la anomalía promedio fue de -0,95 °C para octubre y -1,0 °C para la primera semana de noviembre; y en la región Niño 1+2, de -0,79 °C y -0,8 °C para los mismos periodos. (Tabla 1 y Figura 1)

Tabla 1: Valores promedio de la TSM y sus anomalías (ATSM) en las regiones El Niño en el Pacífico durante los últimos 4 meses. Fuente: DIHIDRONAV.

TSM-ATSM Mensual 2021 (ERSSTv5)				
R. Niño	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Mayo	23.78 -0.68	26.76 -0.42	27.62 -0.34	28.82 -0.13
Junio	22.76 -0.36	26.33 -0.29	27.48 -0.25	28.83 -0.14
Julio	21.80 -0.16	25.56 -0.24	26.97 -0.33	28.68 -0.22
Agosto	20.72 -0.28	24.67 -0.44	26.40 -0.45	28.62 -0.17
Setiembre	20.08 -0.65	24.50 -0.40	26.21 -0.56	28.25 -0.51
Octubre	20.23 -0.79	24.23 -0.75	25.77 -0.95	28.03 -0.73

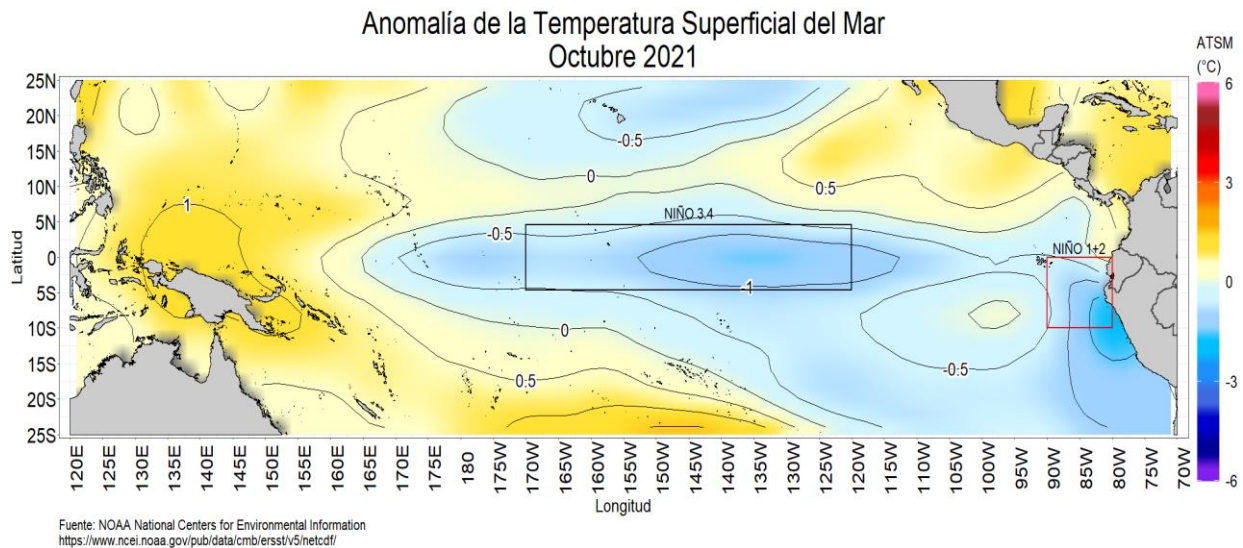


Figura 1: Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante (a) octubre y (b) noviembre de 2021, La región Niño 3,4 está delimitada con el recuadro rojo, Fuente: CMEMS v,3,0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

Los valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de setiembre de 2021 y el ICEN temporal (ICEN-tmp) de octubre continúan dentro del rango de las condiciones neutras. Por otro lado, los valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de setiembre y el ONI temporal (ONI-tmp) de octubre indican condiciones frías débiles<sup>3</sup> (Tabla 2).

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

Valores del índice Costero El Niño			ONI	
Mes	ICEN	Magnitud	ONI	Magnitud
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
ago-21	-0,36	Neutro	-0,46	Neutro
set-21	-0,59	Neutro	-0,67	Fría Débil
Mes	ICENtmp	Mes	ICENtmp	Mes
Oct-21	-0,80	Neutro	-0,90	Fría Débil
Nov-21	-0,94	Neutro	-1,22	Fría Moderada

Según la información observada y de los modelos numéricos de ondas, continúa el paso del paquete de ondas de Kelvin frías en el Pacífico ecuatorial. A la fecha se localizan en la región oriental. Asimismo, la onda de Kelvin cálida que se generó en octubre en la región occidental, continúa su desplazamiento hacia la costa americana, la cual se ubica en 150°W (Figura 2).

<sup>3</sup> Los valores del ICEN caracterizan la región centro y norte del mar peruano, mientras que los del ONI, la región

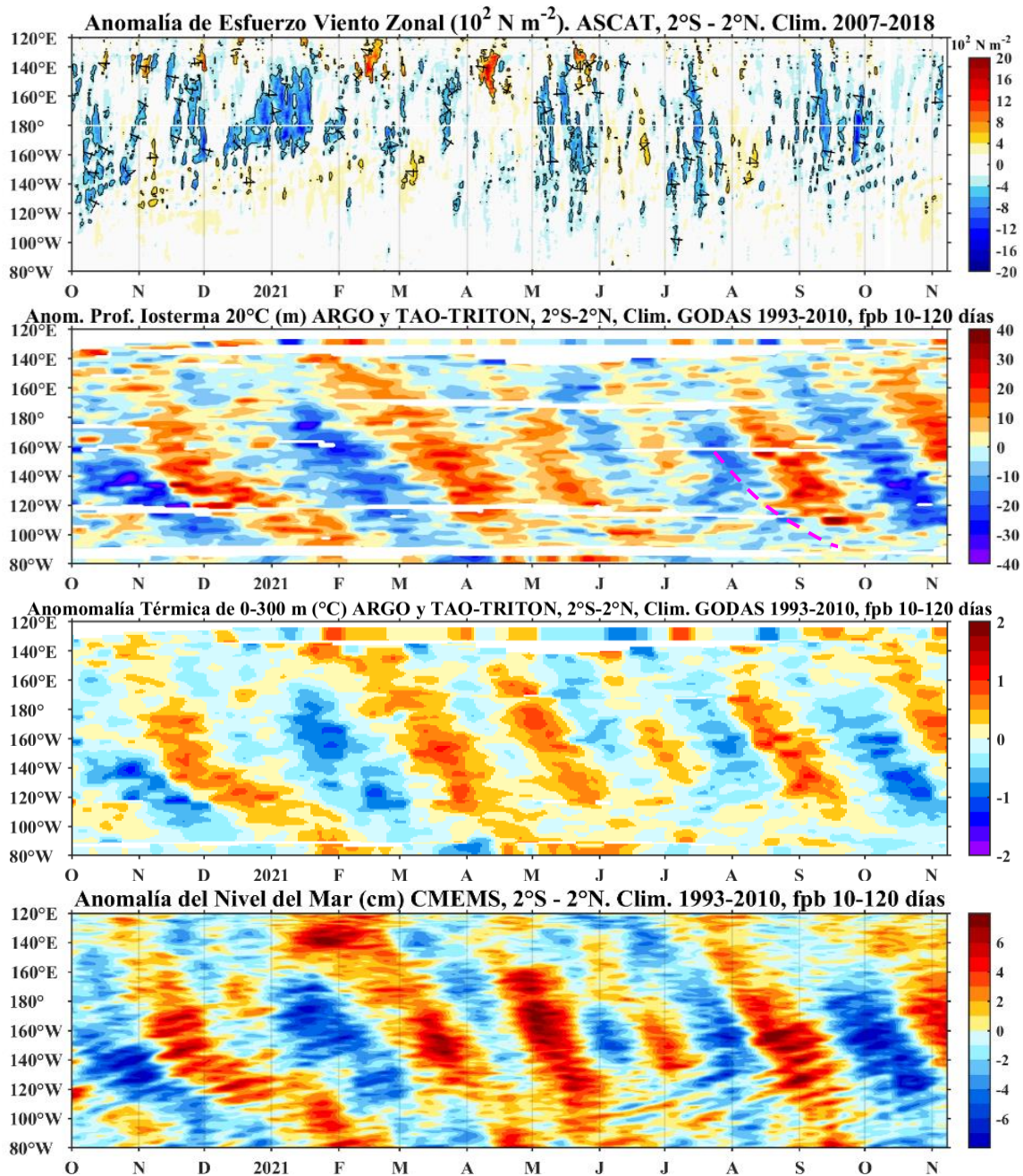


Figura 2: Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal ( $10^2 \text{ Nm}^{-2}$ ), b) Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) Anomalia de temperatura de 0 a 300 m de profundidad (°C) con filtro pasa banda de 10 a 120 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, d) anomalia del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasa banda de 10 - 120 días, fuente: CMEMS v3.0, climatología: 1993-2010; en el Pacifico ecuatorial (120°E-80°W y 2°N-2°S). Procesamiento: AFIOQG/DGIOCC/IMARPE



Sobre la franja ecuatorial, el patrón de subsidencia continuó al oeste de la línea de cambio de fecha. Asimismo, la subsidencia sobre el continente favoreció la convección anómala (continúa debilitada). En niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico ecuatorial oriental, persistió un patrón cuasi continuo del oeste y en menor grado del este, lo cual favoreció principalmente condiciones secas en continente. Por otro lado, en la baja tropósfera (850 hPa), al oeste de 180°, los vientos anómalos del este continuaron favoreciendo a la persistencia del enfriamiento oceánico (Figura 3).

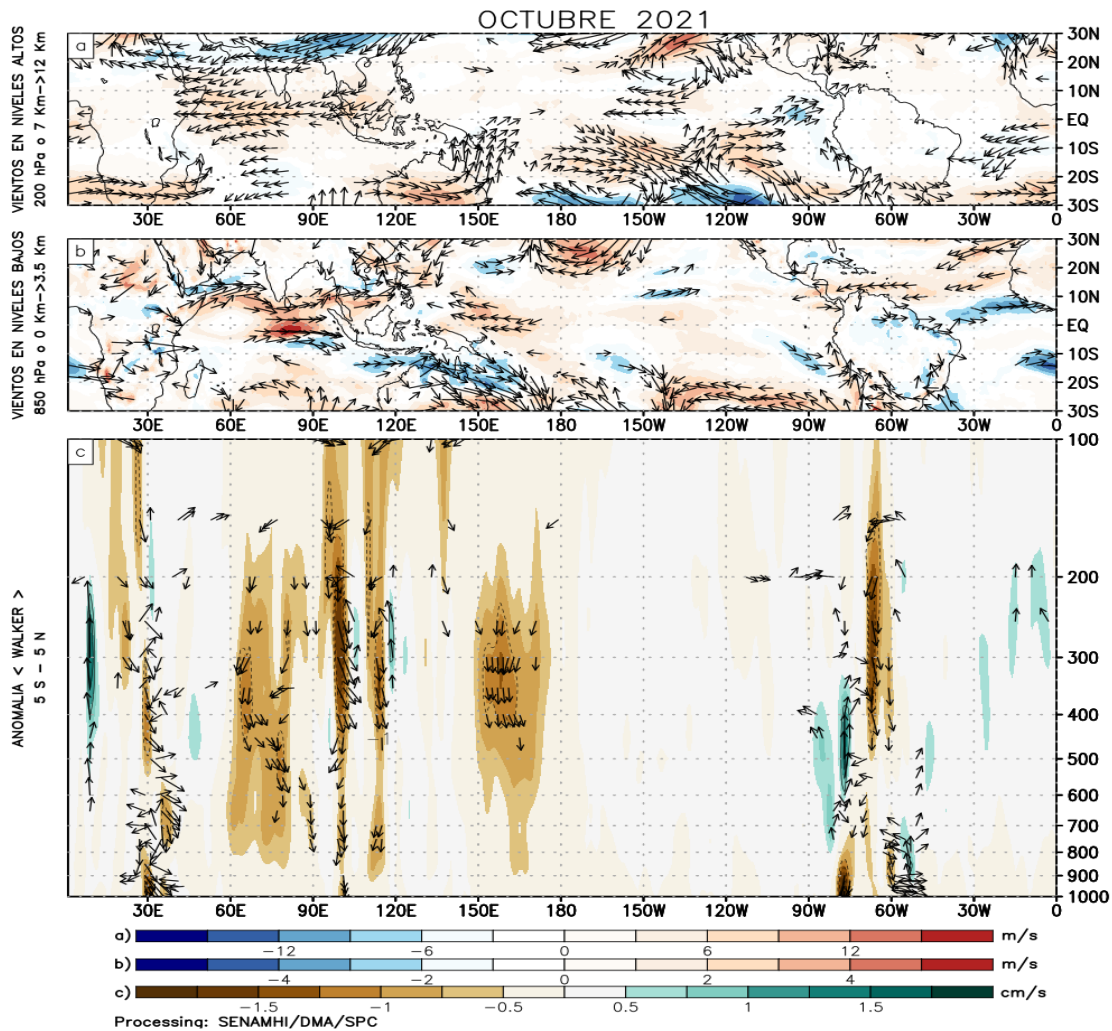


Figura 3: (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para octubre de 2021, (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para octubre de 2021. Fuente: GFS. Procesamiento: SENAMHI.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), durante octubre, se mantuvo en promedio, con una configuración zonal y un núcleo de hasta 1026 hPa desplazado al sur de su

posición habitual y con una anomalía de hasta 3hPa. Esta configuración favoreció la persistencia de los alisios hacia la cuenca del Pacífico central, aunque con menor intensidad respecto al mes anterior (Figura 4).

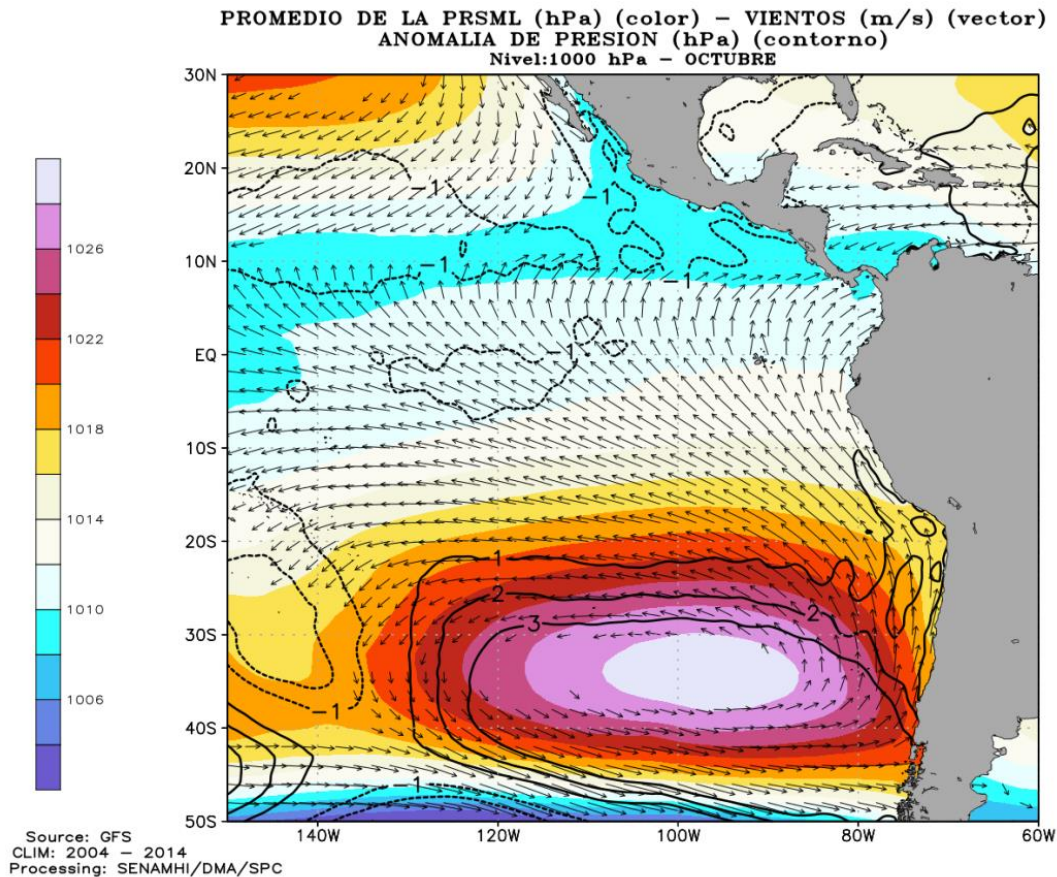
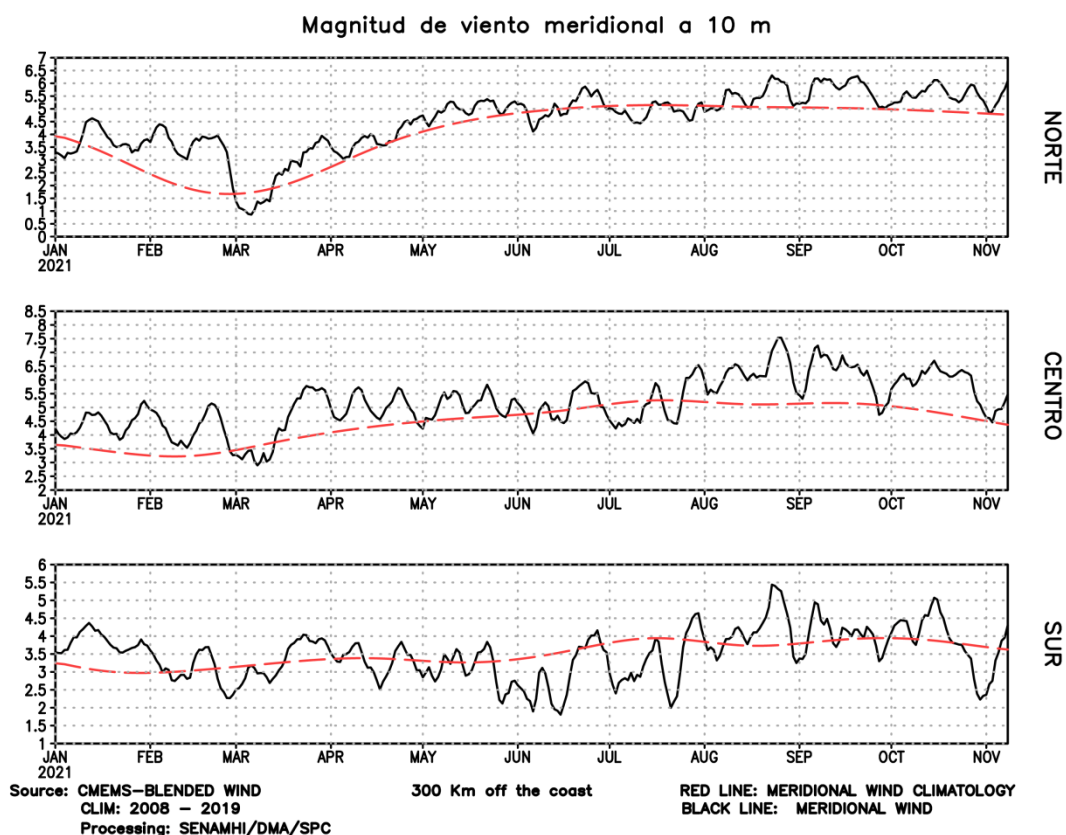


Figura 4: Promedio mensual de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) con su anomalía (línea de contorno) y vientos (flechas) para octubre 2021, Procesamiento: SENAMHI

### 3.2. Condiciones océano atmosféricas locales

La configuración del APS propició el incremento de los vientos del sur frente a la costa peruana durante los primeros veinte días de octubre; sin embargo, en los últimos días del mes se observó una disminución de la intensidad de los vientos, la cual viene recuperándose durante los primeros de noviembre (Figura 5).



**Figura 5:** Magnitud (línea negra) y climatología (línea roja) de viento meridional, promediada a los 300 Km fuera costa peruana en tres secciones, costa norte, centro y sur desde enero 2021 hasta el 08 noviembre 2021 Fuente: CMEMS - BLENDED WIND. Procesamiento: SENAMHI.

Esta misma variabilidad se manifestó en los vientos de la franja adyacente a la costa, incidiendo en el debilitamiento del afloramiento costero hacia fines de mes e inicios de noviembre.

Durante octubre, las temperaturas máximas del aire en la costa norte y centro oscilaron, en promedio, dentro de su variabilidad climática normal, mientras que la costa sur presentó anomalías negativas de  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas mínimas en la costa norte y sur variaron, en promedio, dentro de sus rangos normales, en tanto que, la costa sur presentó una anomalía negativa de  $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En lo que va de noviembre las temperaturas extremas del aire (máxima y mínima) vienen presentando un comportamiento similar al mes anterior; es decir, con anomalías negativas a lo largo del litoral (Figura 6).

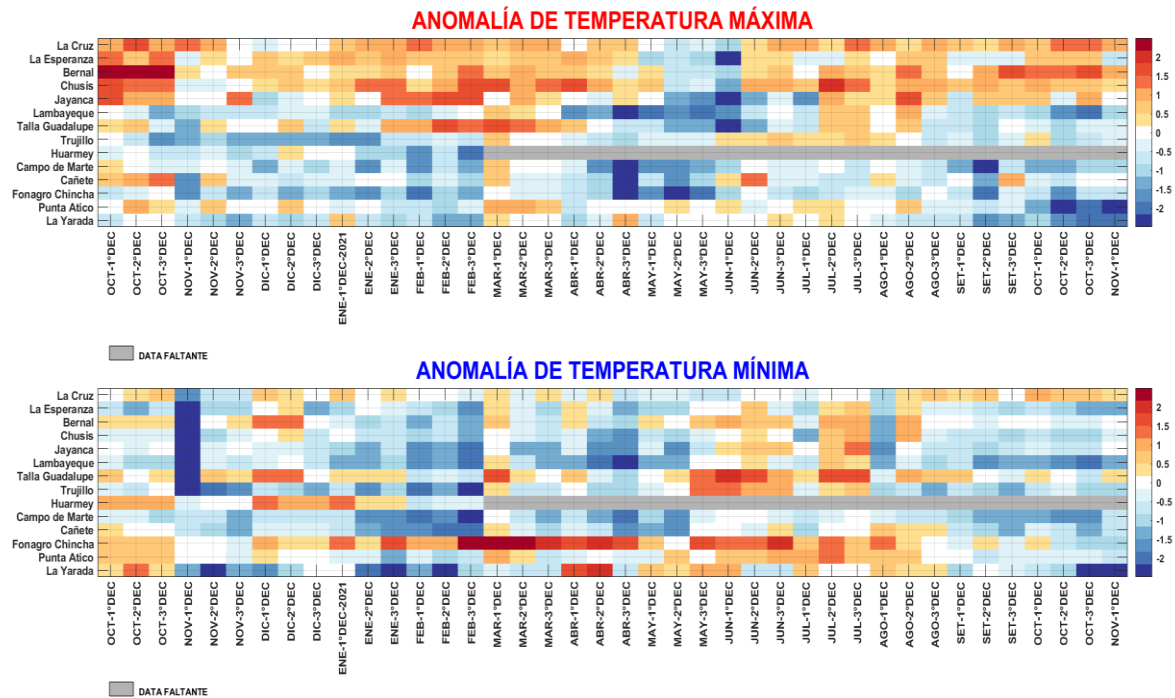


Figura 6: Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI desde octubre 2020 hasta noviembre del 2021 Fuente: SENAMHI.

En el mar de Perú, la temperatura superficial promedio de octubre se ubicó en el rango de 15 °C a 20 °C, con valores mayores de 18 °C en la zona norte y menores de éste en el centro y sur. La anomalía promedio estuvo en el orden de -0.5 °C a -2 °C, siendo mayor en zonas cercanas de la costa, especialmente frente a San Juan de Marcona. Sólo frente a Tumbes la anomalía fue positiva, entre +0,5 °C y +1,5 °C. Asimismo, en todo el litoral la TSM predominó con anomalías negativas, con valores diarios hasta de -1 °C; sólo de Talara hacia el norte la temperatura fue superior a lo normal (+0,5 °C). En lo que va de noviembre, todo el mar de Perú se mantiene con anomalías negativas, mayores respecto al mes de octubre, en promedio (Figuras 7 y 8).



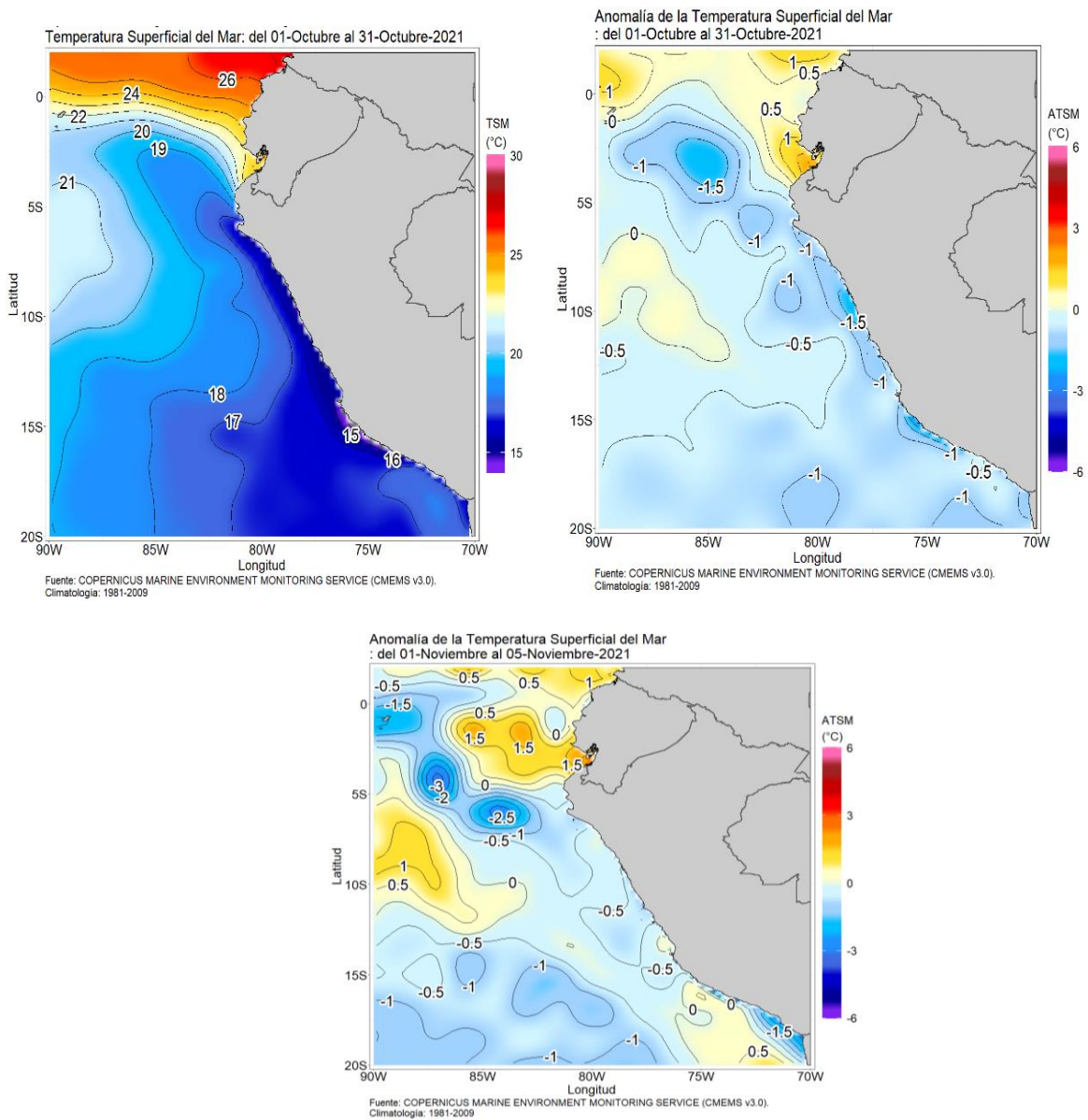


Figura 7: a) TSM promedio mensual (octubre 2021); b) Anomalia de TSM promedio mensual. Octubre 2021 y c) b) Anomalia de TSM promedio mensual. Del 1-5 noviembre 2021 Fuente: Ostia. Climatología 1981 – 2010. Procesamiento: DIHIDRONAV



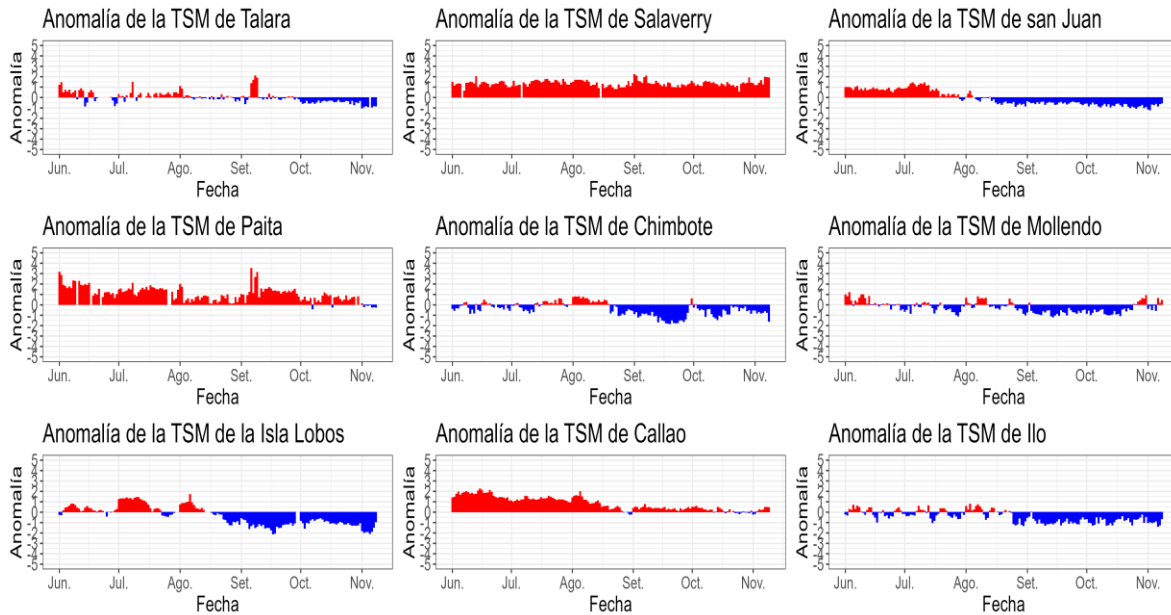


Figura 8: Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 6 meses, Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV.

El nivel del mar (NM) disminuyó en todo el litoral, hasta de 15 cm por debajo del nivel medio. Las mayores anomalías se registraron en el sur y en la segunda quincena de octubre. En lo que va de noviembre el NM se mantienen las anomalías negativas del NM en todo el litoral, con valores de hasta -10 cm. Estos cambios marcados se asocian principalmente al paso de una onda Kelvin fría y también al efecto de los vientos costeros del sureste. Un patrón similar fue observado dentro de la franja de las 60 millas náuticas, aunque aquí se registró un leve ascenso de las anomalías del NM a inicios de noviembre, asociado al debilitamiento del afloramiento costero (Figuras 9 y 10).

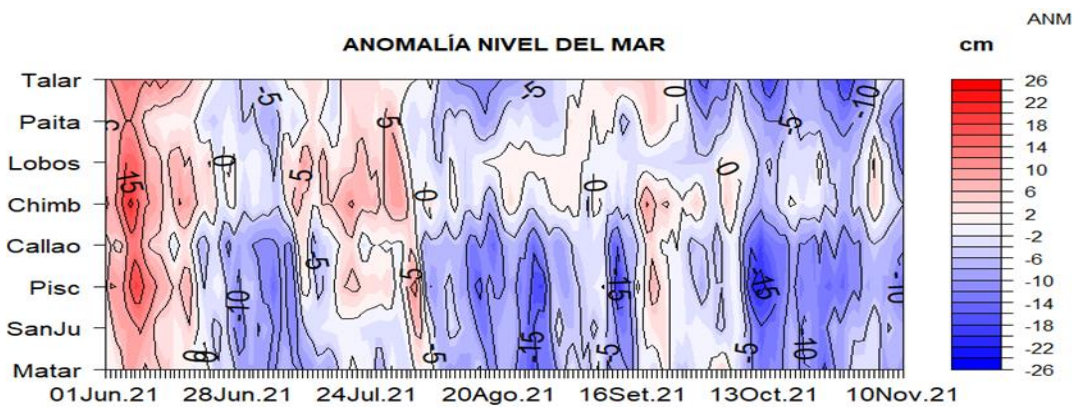


Figura 9: Anomalia de NM diaria a lo largo de la costa peruana, de mayo a noviembre de 2021. Actualizado al 10 de noviembre de 2021. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV.

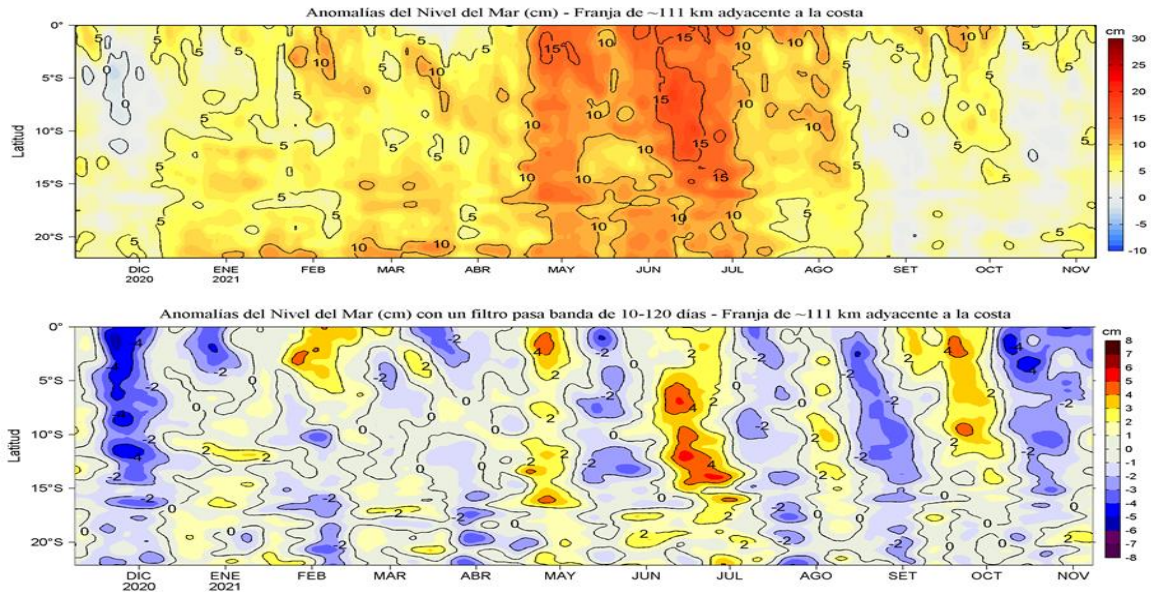
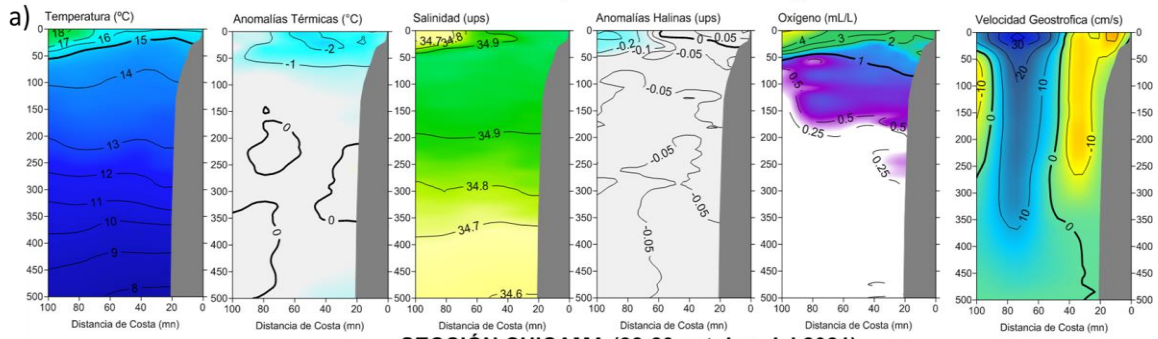


Figura 10: Diagrama Hovmöller de las a) anomalías del nivel del mar (cm) y b) anomalías del nivel del mar (cm) con un filtro pasa banda de 10-120 días, para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses al 08 de noviembre de 2021. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE

La temperatura subsuperficial frente a la costa norte peruana, durante el mes de octubre y lo que va del mes de noviembre, predominio con anomalías negativas dentro de las 100 millas náuticas, con valores de hasta  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  en promedio, sobre los 60 m de profundidad, y debajo de esta se detectaron ligeras anomalías negativas de hasta  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , características asociadas al paso de una onda Kelvin fría y a los procesos de afloramiento en la zona costera (Figura 11 y 12). Asimismo, la termoclina y la oxiclina, en promedio, exhibieron en octubre una ligera superficialización frente a Paita y a Chicama (Figura 13). Frente a Paita se detectaron flujos de corriente hacia el norte y sur, mientras que, de Chicama hacia el sur, predominaron los flujos hacia el norte (Figura 14).

**SECCIÓN PAITA (30-31 octubre del 2021)**



**SECCIÓN CHICAMA (28-29 octubre del 2021)**

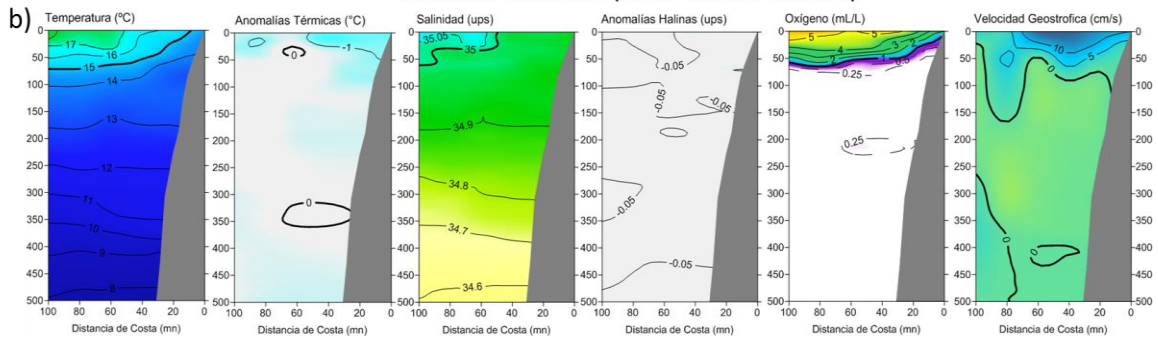


Figura 11. Sección vertical de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), anomalías térmicas ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (ups), anomalías halinas (ups), oxígeno ( $\text{mL L}^{-1}$ ) y velocidad geostrofica ( $\text{cm s}^{-1}$ ) (de izquierda a derecha) frente a (a) Paita, 30-31 de octubre y (b) Chicama, 28-29 de octubre.

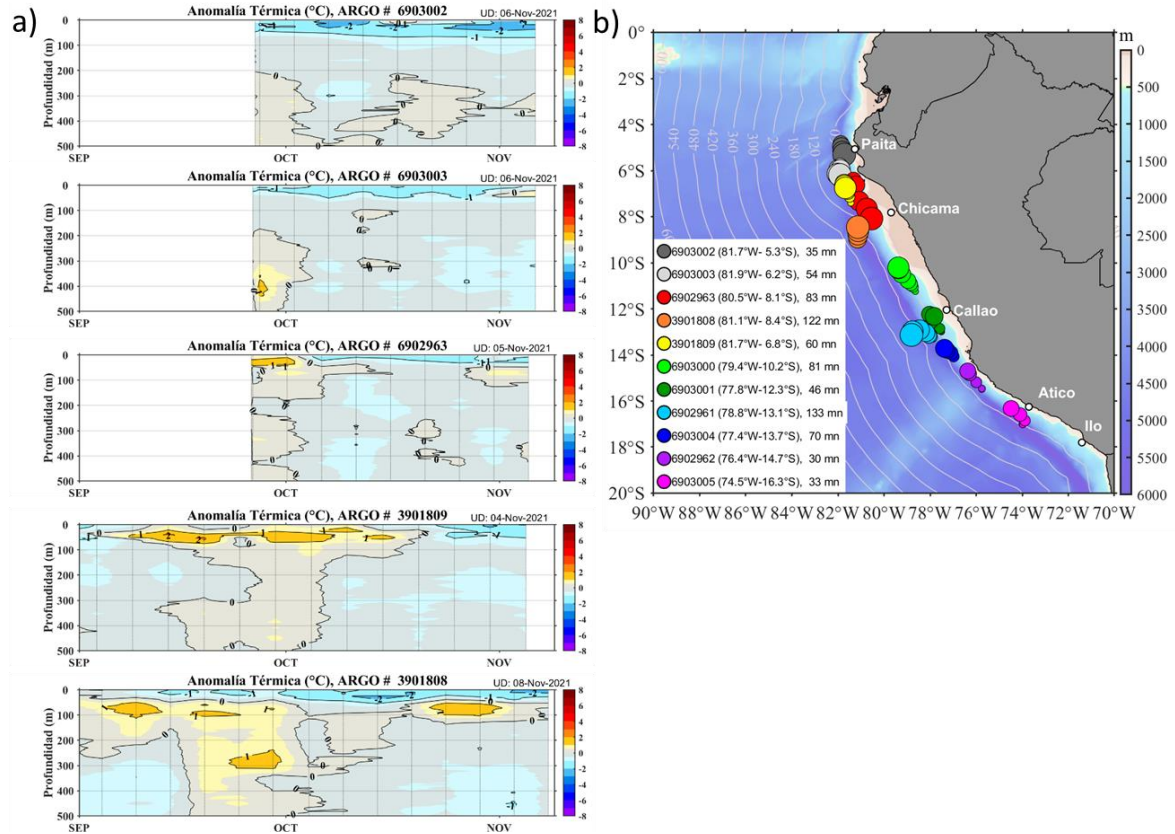


Figura 12. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en a) flotadores ARGO en la zona costera y b) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas para el mes de setiembre donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.



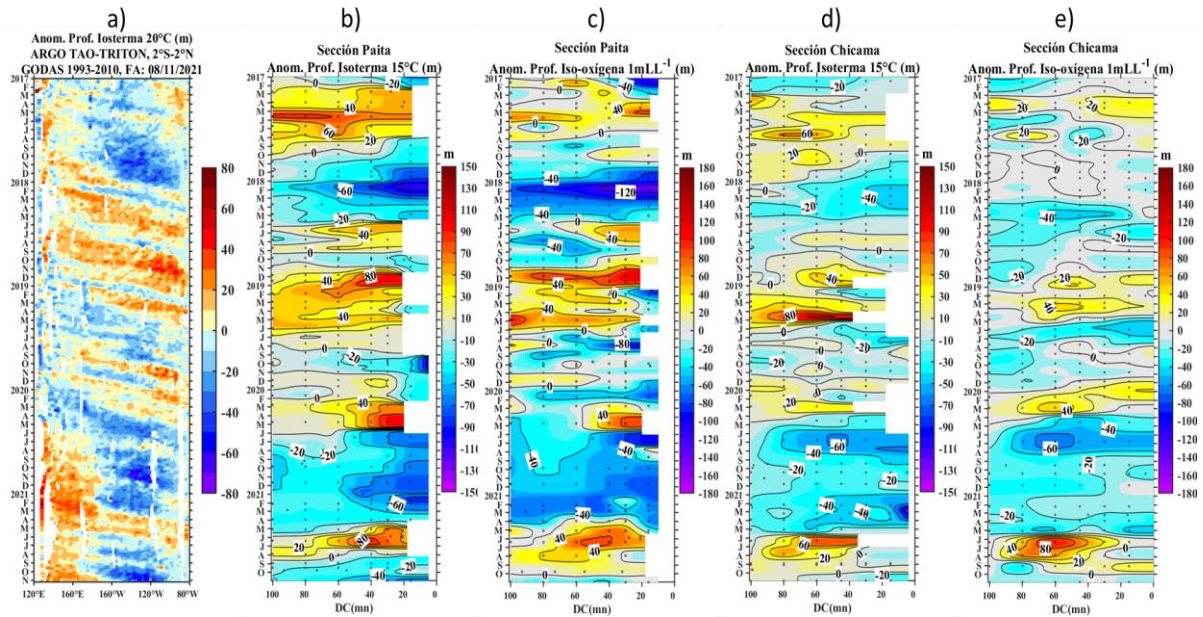


Figura 13. Diagrama Hovmöller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico Ecuatorial (120°E – 80°W y 2°N – 2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Paita (0-100 millas náuticas), c) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L<sup>-1</sup> frente a Paita (0-100 millas náuticas), d) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C frente a Chicama (0-100 millas náuticas), y e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígeno de 1 mL L<sup>-1</sup> frente a Chicama (0-100 millas náuticas). Climatología de 1981 a 2010.

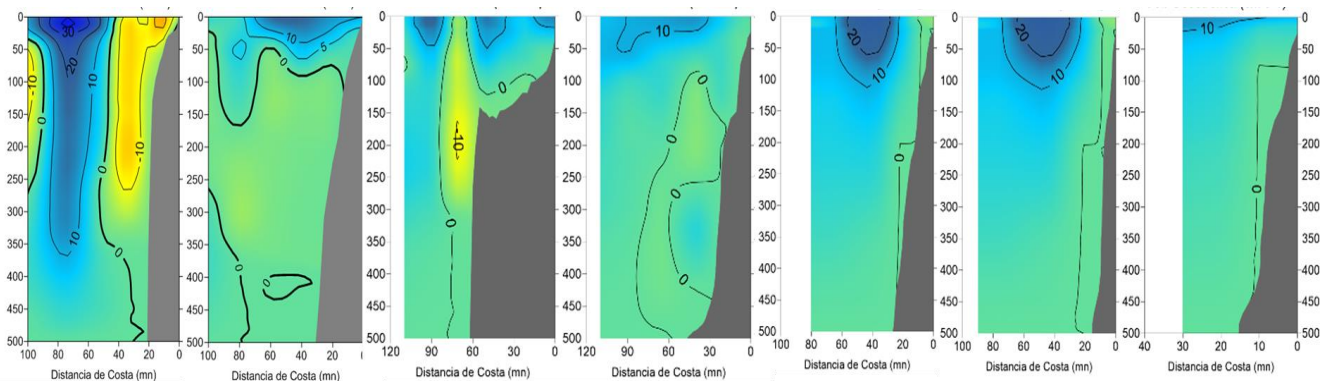


Figura 14. Sección vertical de velocidad geostrofica (cm s<sup>-1</sup>) de Paita (30-31 de octubre), Chicama (28-29 de octubre), Chimbote (4-5 de octubre), Callao (12-13 de octubre), Pisco (15-19 de octubre), San Juan (22-23 de octubre), e Ilo (30 de octubre), de izquierda a derecha.

La salinidad superficial del mar (SSM) durante octubre y lo que va de noviembre evidencian un incremento de la cobertura de las Aguas Costeras Frías (ACF), en promedio hasta 40 m de profundidad desde Paita hacia el sur, provocando el repliegue de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) por fuera de las 80 millas

náuticas. Al sur de Pisco, la proyección de ACF alcanzó más allá de las 100 millas náuticas (Figura 15). Además, se observó la proyección Aguas Tropicales Superficiales (ATS) hasta Talara, según el modelo MERCATOR, y de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) por fuera de las 80 millas náuticas de Paita (Figura 16).

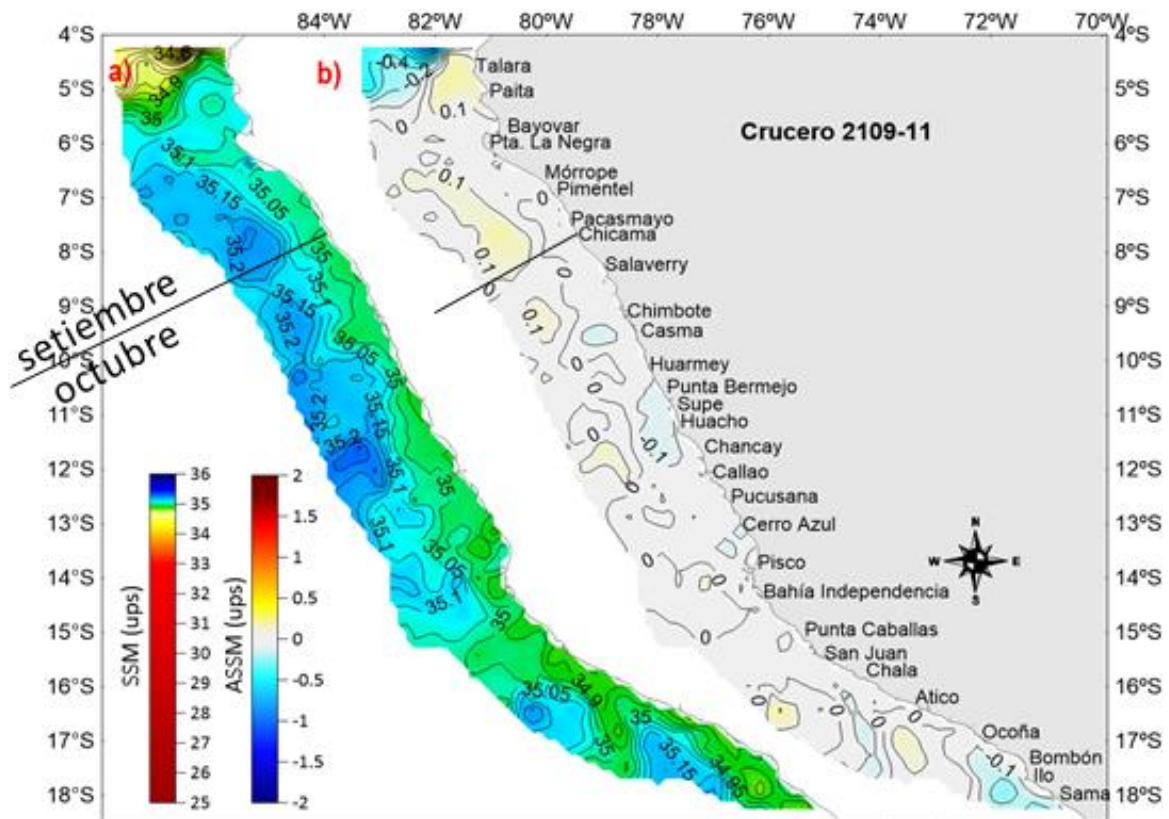


Figura 15. Distribución de la salinidad superficial del mar (SSM) y anomalías de salinidad superficial del mar (UPS), Cr. Pelágico 2021-0911, 23 de setiembre al 31 de octubre. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE

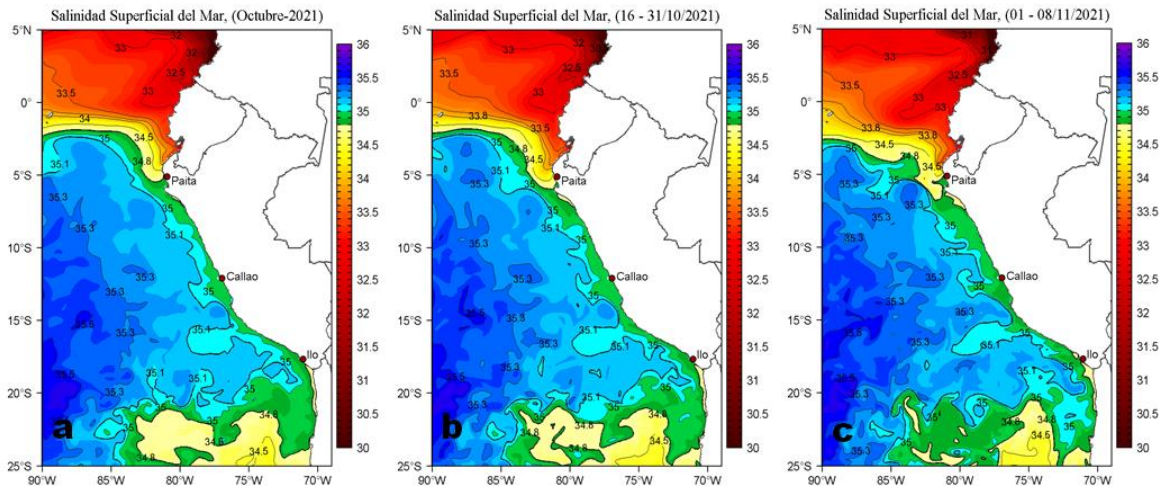


Figura 16. Distribución espacial promedio de la salinidad superficial del mar (SSM, °C) durante: a) el mes de octubre, b) la segunda quincena de octubre y c) del 01 al 08 de noviembre del 2021; en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

### 3.3. Productividad marina y condiciones biológico pesqueras

De acuerdo a la información satelital, la concentración de clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, registró en promedio valores que fluctuaron entre 1 a 5  $\mu\text{g L}^{-1}$  dentro de las 60 millas náuticas, con núcleos de hasta 12  $\mu\text{g L}^{-1}$  entre Callao y Pisco, asociado a anomalías de hasta +8  $\mu\text{g L}^{-1}$ , además de otros núcleos más pequeños entre San Juan y Atico. Estos valores altos de clorofila-a posiblemente este asociado a procesos de afloramiento intenso entre la costa centro y sur (Figura 17).



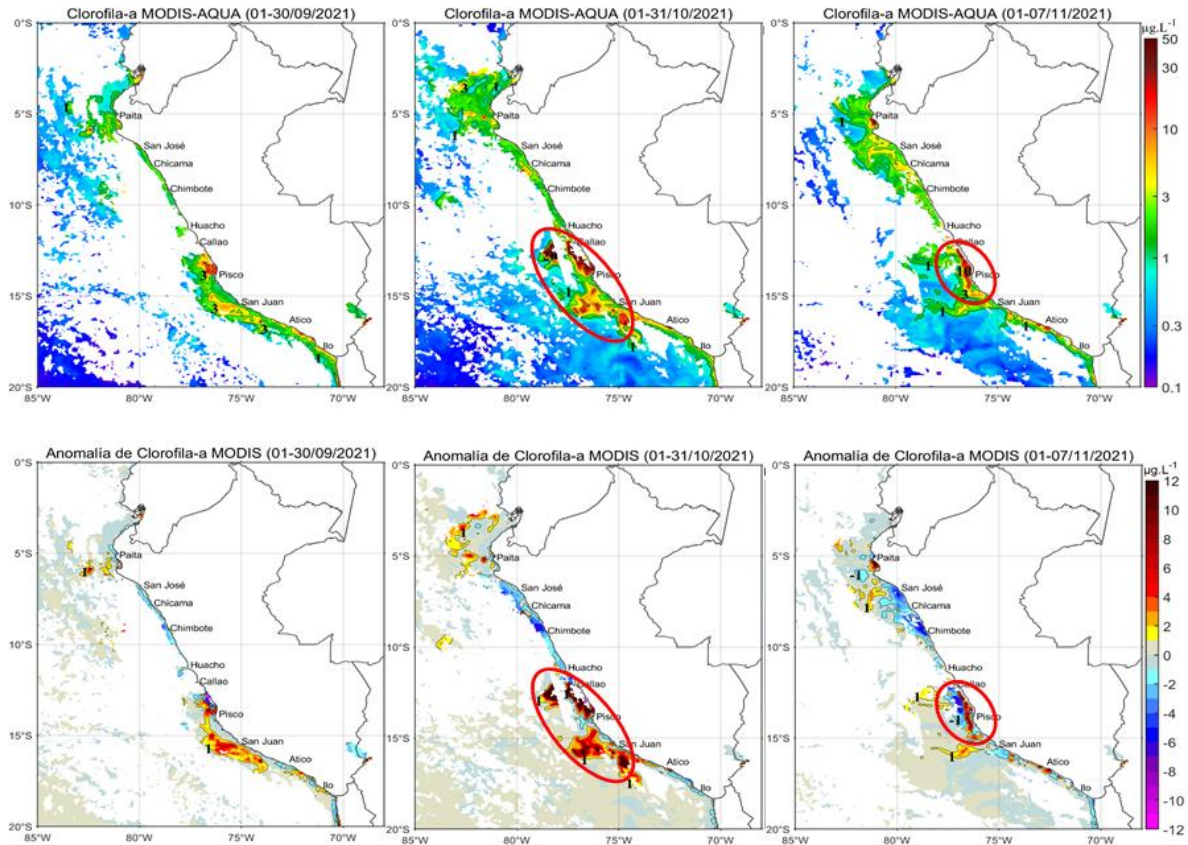


Figura 17. Distribución de la concentración de clorofila-a superficial satelital (a) y su anomalía (b) durante setiembre, octubre y noviembre de 2021, proveniente de MODIS-AQUA ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Fuente: Fuente: Satélite MODIS. Procesamiento: LHQ/AFIOQG/DGIOCC/IMARPE

La flota industrial de cerco dirigida a la pesca del stock sur de la anchoveta, operó en la zona costera dentro de las 30 millas náuticas frente a Morro Sama, asociada a la extensión de las ACF (Figura 18). La estructura de tallas, fue principalmente adulta con una moda de 12,5 cm de longitud total (LT), y con una presencia del 14% de juveniles. Para el stock norte-centro, los indicadores reproductivos de la anchoveta mostraron una disminución de los procesos de maduración gonadal y desove, indicando la declinación de su periodo principal de desove (Figura 19).



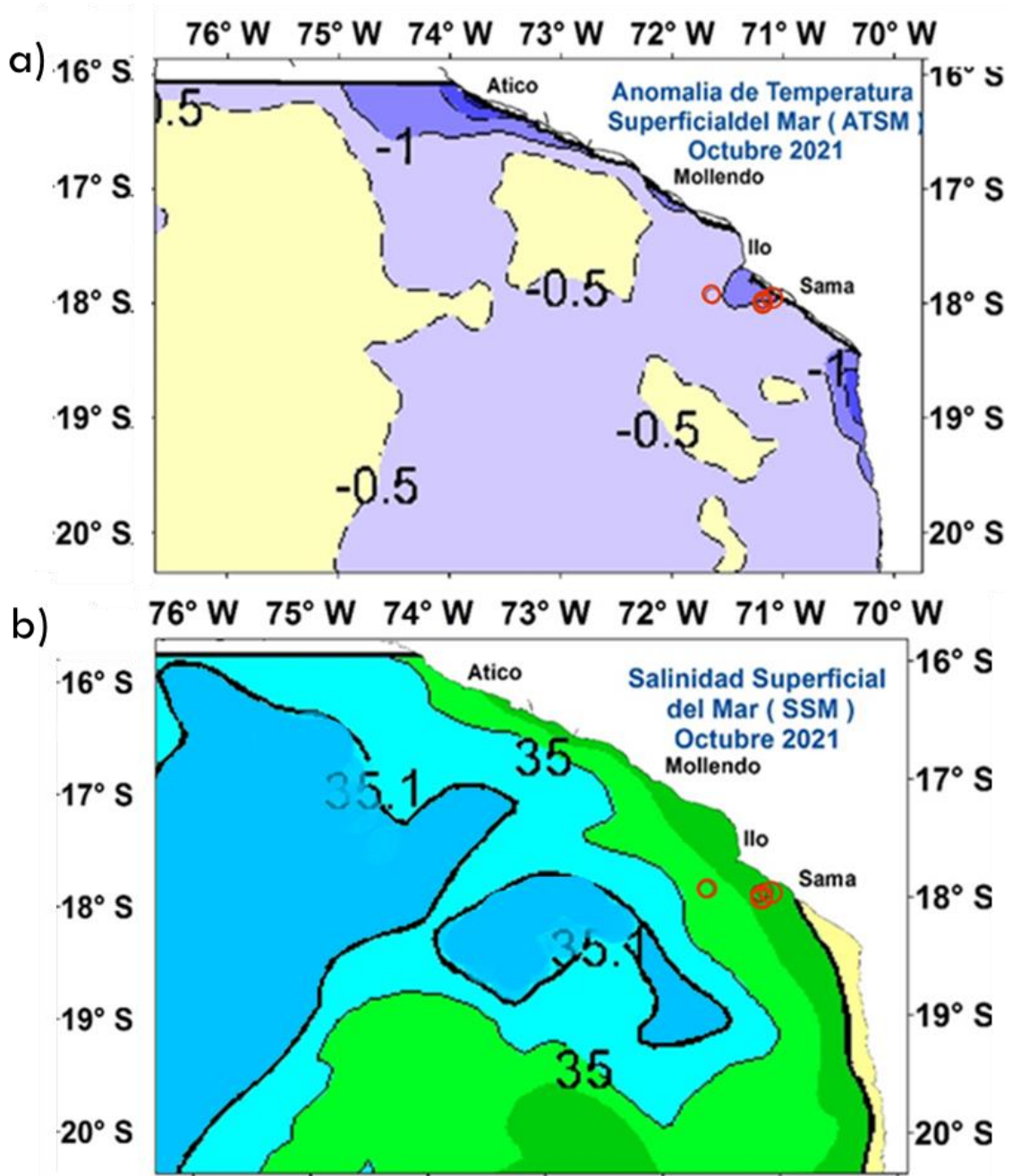
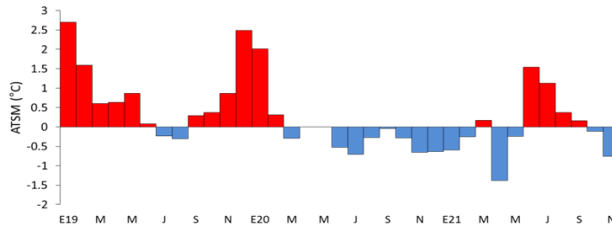
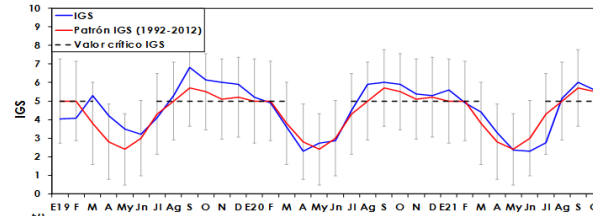


Figura 18. Distribución de lances de pesca con capturas de anchoveta (círculos rojos) asociados a) Anomalia de la temperatura superficial del mar (ATSM) y b) Salinidad superficial del mar (SSM). Periodo octubre 2021.

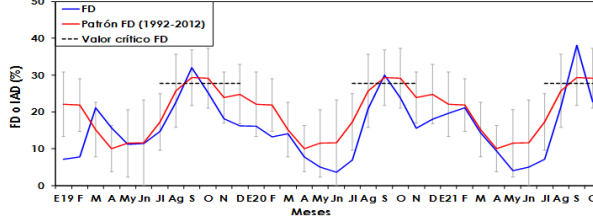
**a) ANOMALÍA ATSM (°C) DE CHICAMA**  
Indicador de la condición ambiental



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



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



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

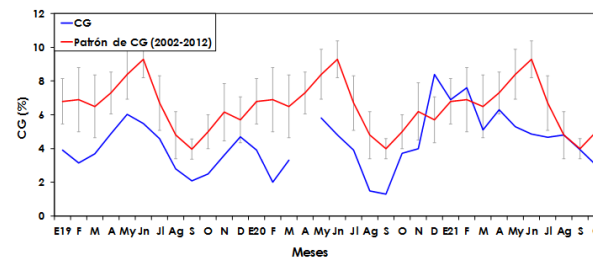


Figura 19. Serie mensual de a) ATSM de Chicama, y de los indicadores de la condición reproductiva b) Índice gonadosomático y c) Fracción desovante, y de condición somática d) Contenido graso. Periodo: enero 2019 – octubre 2021.

Las especies transzonales como jurel, caballa y bonito, se distribuyeron dentro de las 100 millas náuticas de costa; en el caso del jurel y la caballa principalmente al sur de Pisco hasta Morro Sama, asociados a los frentes halinos de las ACF y a las aguas de mezcla (Figura 20). En el caso del bonito, presentó una distribución amplia desde Paita hasta el extremo sur. Respecto a la actividad reproductiva, estos recursos presentaron importantes procesos de maduración con un aumento del índice gonadosomático IGS, siendo el recurso bonito, la especie que se encuentra en un importante periodo reproductivo.

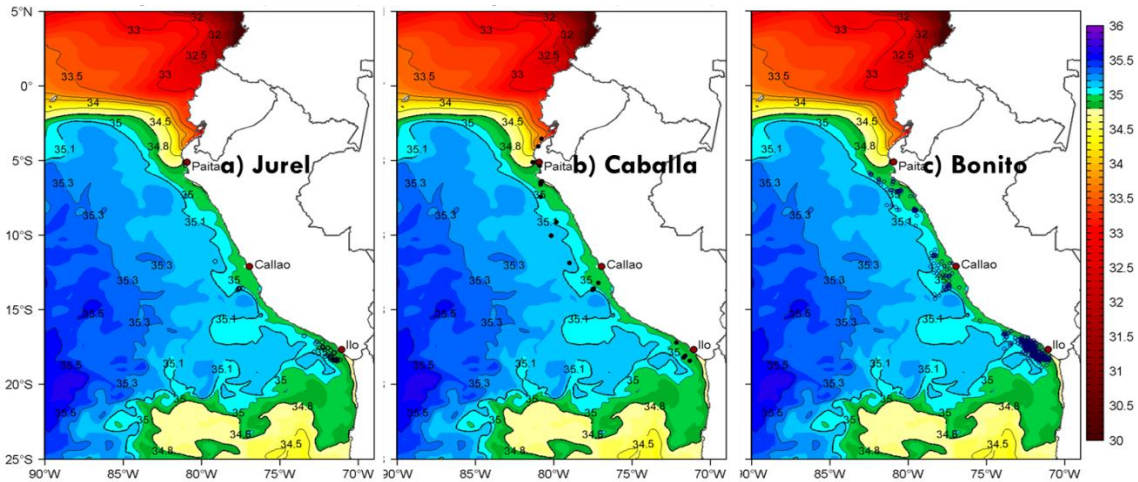


Figura 20. Distribución de lance, realizados por la pesca artesanal, de a) jurel, b) caballa y c) bonito en relación a las masas de agua. Periodo: octubre 2021.

La merluza se distribuyó entre Puerto Pizarro y Punta la Negra. Se observó una disminución en las modas de talla respecto a los meses anteriores posiblemente debido a la presencia de flujos en dirección norte que han desplazado la presencia de ejemplares juveniles (Figura 21). Las capturas del calamar gigante o pota se realizaron dentro de las 100 millas náuticas, presentando su mayor abundancia frente a Paita y su mayor extensión frente a Pisco, lo cual está asociada los frentes halinos (Figura 22).

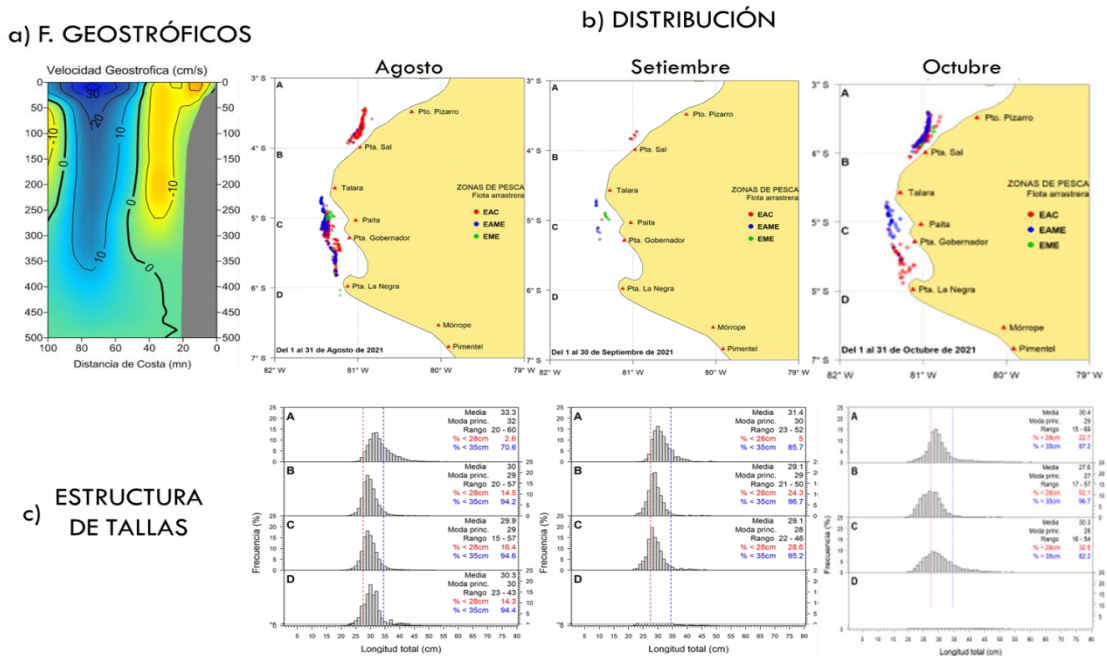


Figura 21. a) Flujos geostróficos en el perfil Paita (30 – 31 de octubre), b) distribución de los lances y c) estructura de talla de merluza. Periodo: octubre 2021.

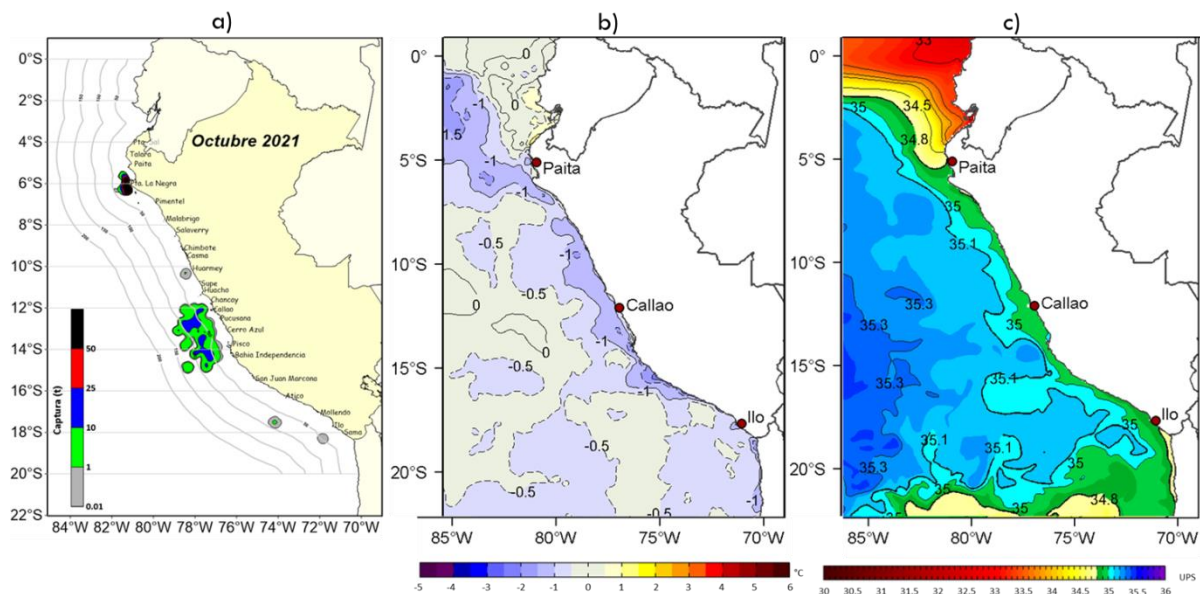


Figura 22. a) Distribución de lances con calamar gigante o pota, b) anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y c) salinidad superficial del mar (SSM). Periodo octubre 2021.

### 3.4. Condiciones hidrológicas

Los caudales de los ríos de la costa norte tuvieron valores predominantemente sobre lo normal, especialmente en los ríos de Chancay-Lambayeque, Zaña, Jequetepeque y Chicama mientras que en los ríos de la costa centro y sur se observaron flujos de agua sobre lo normal durante gran parte de los días del mes de octubre y en los primeros días de noviembre. En el Altiplano predominaron caudales por debajo de lo normal, a excepción del río Coata que tuvo valores sobre lo normal (Tabla 3).

Tabla 3: Caudales de los principales ríos del país setiembre – octubre 2021

Zona	Ríos	Pentadiarios (m3/s)								Promedio (m3/s)	Anomalía (%)
		Octubre						Noviembre			
Pacífico Norte	Tumbes	18.8	19.6	18.5	22.0	29.8	24.2	26.2	27.6	23.3	46.5
	Chira	13.8	15.5	15.1	24.6	52.8	43.2	38.3	51.9	31.9	53.6
	Chancay Lambayeque	22.2	78.1	50.7	53.5	59.4	46.8	47.2	48.2	50.8	295.4
	Zaña	4.7	10.1	15.2	9.4	10.9	7.0	7.1	7.1	8.9	207.4
	Jequetepeque	3.3	10.5	8.6	35.8	74.4	26.9	25.8	29.8	26.9	455.9
	Chicama	2.3	6.3	6.4	19.8	30.5	14.1	8.7	S/D	12.6	816.3
	Santa	44.9	89.6	71.4	115.2	125.1	80.2	90.2	107.3	90.5	34.6

Pacífico Centro	Pativilca	19.5	30.9	22.6	26.4	34.1	S/D	S/D	S/D	26.7	74.5
	Chillon	2.1	2.6	1.8	2.7	3.9	3.2	3.1	2.8	2.8	2.1
	Rímac	21.0	22.8	21.7	22.8	22.1	22.3	22.3	22.1	22.1	-1.7
	Cañete	18.4	19.0	19.9	18.8	21.2	18.5	17.7	15.5	18.6	57.6
	Pisco	3.8	4.4	4.2	3.7	3.7	3.7	5.1	6.1	4.3	66.4
Pacífico Sur	Ocoña	38.1	38.9	40.4	38.4	36.4	35.3	38.1	36.4	37.7	18.9
	Tambo	9.0	8.4	8.7	8.0	7.2	6.7	7.1	8.6	8.0	22.7
	Sama	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	S/D	0.7	44.5
Titicaca	Huancane	1.3	1.6	1.7	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	-48.5
	Ramis	8.2	8.4	9.0	8.5	7.9	6.7	6.4	6.3	7.7	-32.6
	Coata	9.6	15.5	14.3	9.2	7.5	7.2	8.1	7.6	9.9	57.9
	Ilave	4.8	5.9	6.1	4.8	4.3	3.6	3.6	3.5	4.6	-14.4

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

Por otro lado, continúa el uso intensivo de los reservorios a nivel nacional, razón por la cual se observaron descensos acelerados en los volúmenes de almacenamiento, a excepción de Tinajones que nuevamente llegó a cubrir su capacidad máxima al 100%, mientras que Gallito ciego se encuentra con una tendencia ascendente. En la Tabla 4 se observa el estado de los reservorios al 8 de noviembre de 2021.

Tabla 4: Estado situacional de los reservorios al 08 de noviembre del 2021

Zona	Reservorio	Fecha	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm <sup>3</sup> )		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	8-Nov	Piura	445.5	201.4	45.2
Costa - Norte	San Lorenzo	8-Nov	Piura	195.6	84.1	43.0
Costa - Norte	Tinajones	8-Nov	Lambayeque	331.6	331.6	100 %
Costa - Norte	Gallito Ciego	8-Nov	La Libertad	366.6	310.2	84.6
Costa - Centro	Viconga	23-Oct	Lima	30.0	2.6	8.7
Costa - Centro	Choclococha	8-Nov	Ica	131.1	90.1	68.7
Costa - Centro	Ccaracochoa	8-Nov	Ica	40.0	30.1	75.3
Costa - Sur	Condorama	8-Nov	Arequipa	259.0	125.7	48.5
Costa - Sur	El Pañe	8-Nov	Arequipa	99.6	49.2	49.4
Costa - Sur	Dique Los Españoles	8-Nov	Arequipa	9.1	1.7	18.7
Costa - Sur	Pillones	8-Nov	Arequipa	78.5	56.9	72.5
Costa - Sur	El Frayle	8-Nov	Arequipa	127.2	93.4	73.4
Costa - Sur	Aguada Blanca	8-Nov	Arequipa	30.4	22.8	74.9

Costa - Sur	Chalhuanca	8-Nov	Arequipa	25.0	2.2	8.8
Costa - Sur	Bamputañe	8-Nov	Arequipa	40.0	12.2	30.5
Costa - Sur	Pasto Grande	8-Nov	Moquegua	200.0	163.6	81.8
Costa - Sur	Paucarani	8-Nov	Tacna	10.5	4.8	45.7
Costa - Sur	Laguna Aricota	8-Nov	Tacna	280.0	200.4	71.6
Costa - Sur	Jarumas	8-Nov	Tacna	13.0	10.8	83.1
Sierra - Centro	Cuchoquesera	8-Nov	Ayacucho	80.0	27.5	34.4
Sierra - Centro	Lago Junin	8-Nov	Junin	441.0	71.1	16.1
Sierra - Sur	Lagunillas	8-Nov	Puno	585.1	429.0	73.3
Sierra - Sur	Sibinacocha	8-Nov	Cusco	110.0	43.2	39.3
Situación Nacional				3,487.9	2,293.2	65.7

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



### 3.5. Condiciones agrometeorológicas

En la costa norte, las temperaturas diurnas de normales a ligeramente cálidas favorecieron la fructificación y maduración del mango, en tanto, en las zonas arroceras como Puchaca (Lambayeque), las temperaturas máximas y mínimas, alrededor de lo normal, promovieron el crecimiento vegetativo del cultivo. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas máximas y mínimas ligeramente frías favorecieron la floración y fructificación del olivo. (Figura 23).

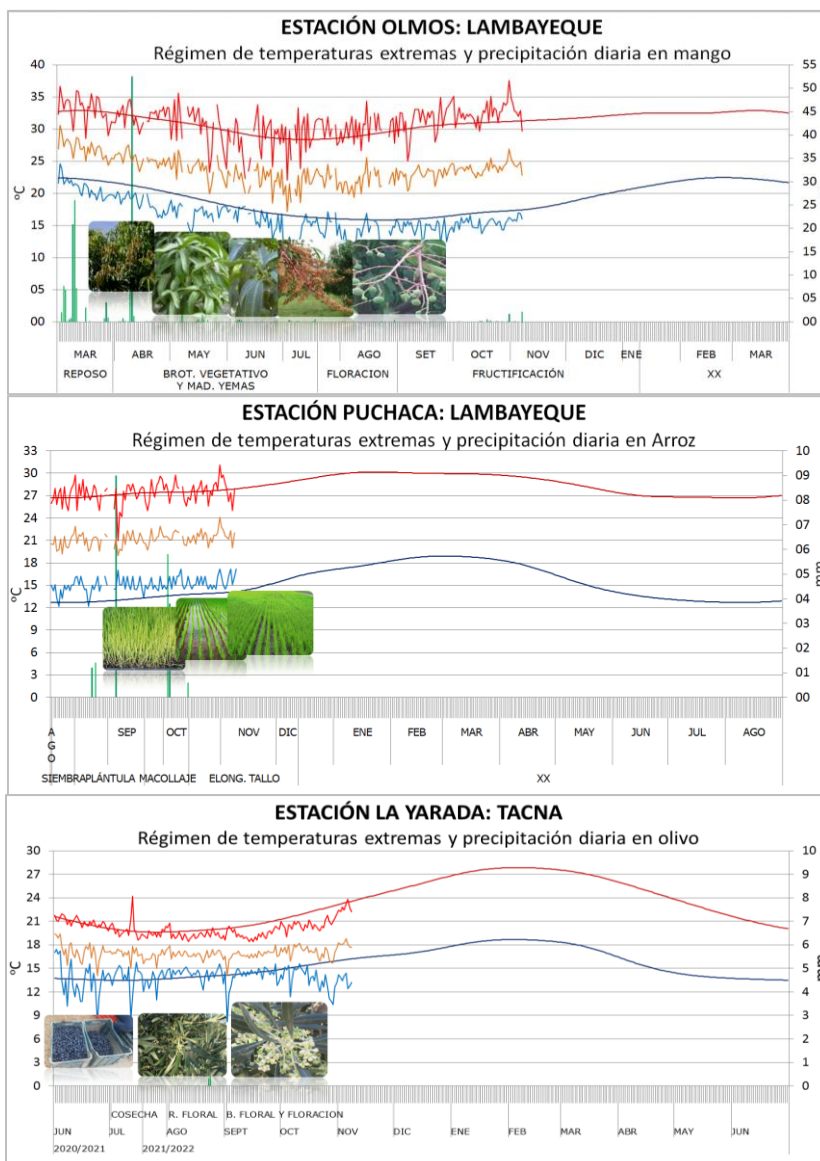


Figura 23. Monitoreo agrometeorológico del mango, arroz y olivo campaña agrícola 2021/2022. Fuente: SENAMHI.

## IV. PERSPECTIVAS

Los modelos numéricos internacionales continúan presentando el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central (región Niño 3.4) y prevén su presencia por lo menos hasta mayo de 2022, alcanzando su máxima intensidad en enero de 2022; mientras que para la región Niño 1+2, en promedio, se pronostican anomalías térmicas negativas, pero dentro del rango normal (Tablas 5 y 6).

Tabla 5: 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	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2		-1,4	-1,78	-1,86	-1,66	-1,26	-0,94	-0,73	-0,5
CanCM4i		-1,06	-1,14	-1,1	-0,91	-0,69	-0,55	-0,43	-0,27
GEM_NEMO		-1,06	-1,14	-1,11	-1	-0,8	-0,64	-0,5	-0,42
GFDL_SPEARE		-0,89	-0,82	-0,68	-0,53	-0,33	-0,14	0,02	0,13
NASA		-1,75	-2,37	-2,62	-2,33	-1,87	-1,46	-1,17	-0,87
NCAR_CCSD4		-1,15	-1,35	-1,46	-1,41	-1,11	-0,72	-0,44	-0,26
NMME		-1,22	-1,43	-1,47	-1,31	-1,01	-0,74	-0,54	-0,37
ONItmp	-0,9								

Tabla 6: 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	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2		-0,99	-1,03	-0,94	-0,78	-0,67	-0,52	-0,21	0,2
CanCM4i		-0,72	-0,63	-0,54	-0,42	-0,44	-0,48	-0,4	-0,17
GEM_NEMO		-0,87	-0,87	-0,75	-0,57	-0,41	-0,36	-0,25	-0,2
GFDL_SPEARE		-0,86	-0,86	-0,75	-0,52	-0,37	-0,22	-0,03	0,21
NASA		-1,25	-1,51	-1,56	-1,45	-1,27	-0,88	-0,42	0,04
NCAR_CCSD4		-0,93	-0,97	-0,9	-0,68	-0,45	-0,19	0,21	0,55
NMME		-0,94	-0,98	-0,91	-0,74	-0,6	-0,44	-0,18	0,11
ONItmp	-0,8								



Para la región Niño 3.4, los patrones atmosféricos en desarrollo y proyectados por los modelos numéricos internacionales muestran una configuración típica de un evento La Niña en el Pacífico central para los próximos tres meses. 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 en niveles altos sobre el Pacífico central y oriental tropical. Posteriormente se espera que el evento entre en fase de declinación, de acuerdo a la dinámica típica de la oscilación del ENSO.

Para la región Niño 1+2, se espera que los valores de la TSM se mantengan dentro de su rango normal, a pesar de la llegada de la onda Kelvin fría en noviembre y la cálida a fines de diciembre (Figura 24). Asimismo, se prevé que los vientos a lo largo de la costa se presenten dentro de su variabilidad normal.

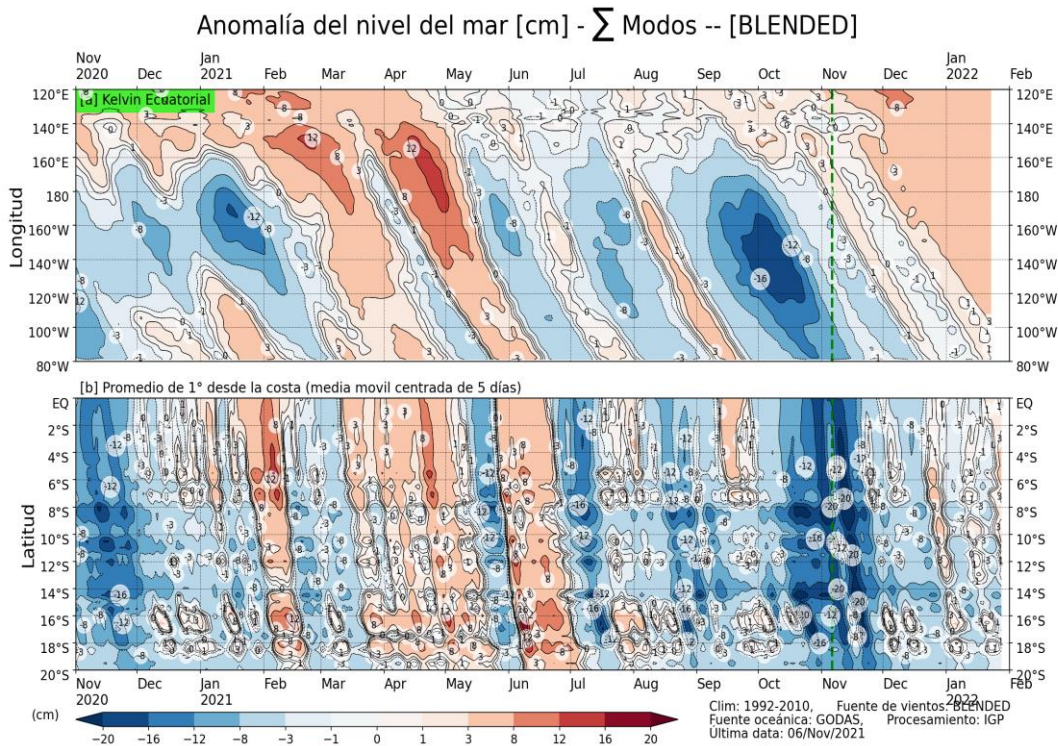


Figura 24: Anomalia del nivel del mar (en cm) para la sumatoria de los modos (modo 1, 2 y 3) simulado a partir del Modelo Oceánico Multimodal (MOMM-IGP; Urbina y Mosquera, 2020) en la franja ecuatorial (superior) y costera (inferior), La línea verde representa el inicio del pronóstico, el modelo fue forzado con la fuente de datos de viento denominada BLENDED (Bentamy et al., 2016), Fuente: IGP.

En base a lo expuesto, considerando el análisis de los datos observados y el juicio experto de la Comisión Multisectorial del ENFEN, se estima que para el Pacífico central exista una mayor probabilidad de condiciones Frías Moderadas desde

noviembre hasta enero y Frías Débiles en febrero de 2022 (Tabla 7 y Figura 25), lo cual manifiesta el desarrollo del evento La Niña en esta región. Por otro lado, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de condiciones neutras para todo el período (65 % - 74 %), aunque seguida de condiciones frías débiles<sup>4</sup> en noviembre y diciembre (35 % - 37 %) (Tabla 8 y Figura 25).

Tabla 7: Probabilidades mensuales estimadas de las condiciones cálidas y frías anómalas en el Pacífico central (región 3,4) entre noviembre de 2021 y febrero de 2022.

Pacífico central	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)
Fría fuerte	5	6	6	1
Fría moderada	48	55	57	44
Fría débil	44	37	36	51
Neutro	3	2	1	4
Cálida débil	0	0	0	0
Cálida moderado	0	0	0	0
Cálida fuerte	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0

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 noviembre de 2021 y febrero de 2022.

Pacífico oriental	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)
Fría fuerte	0	0	0	0
Fría moderada	0	0	0	0
Fría débil	35	37	25	12
Neutro	65	62	70	74
Cálida débil	0	1	5	13
Cálida moderado	0	0	0	1
Cálida fuerte	0	0	0	0
Cálida extremo	0	0	0	0

---

<sup>4</sup> Para la clasificación de las condiciones mensuales cálidas, neutras y frías se emplean los mismos umbrales del ICEN (Nota técnica ENFEN, 2012), que identifican las condiciones cálidas para valores por encima de +0,4 °C y las frías para valores inferiores a -1,0 °C.

### PROBABILIDADES MENSUALES DE LAS CONDICIONES CÁLIDAS, FRÍAS Y NEUTRAS

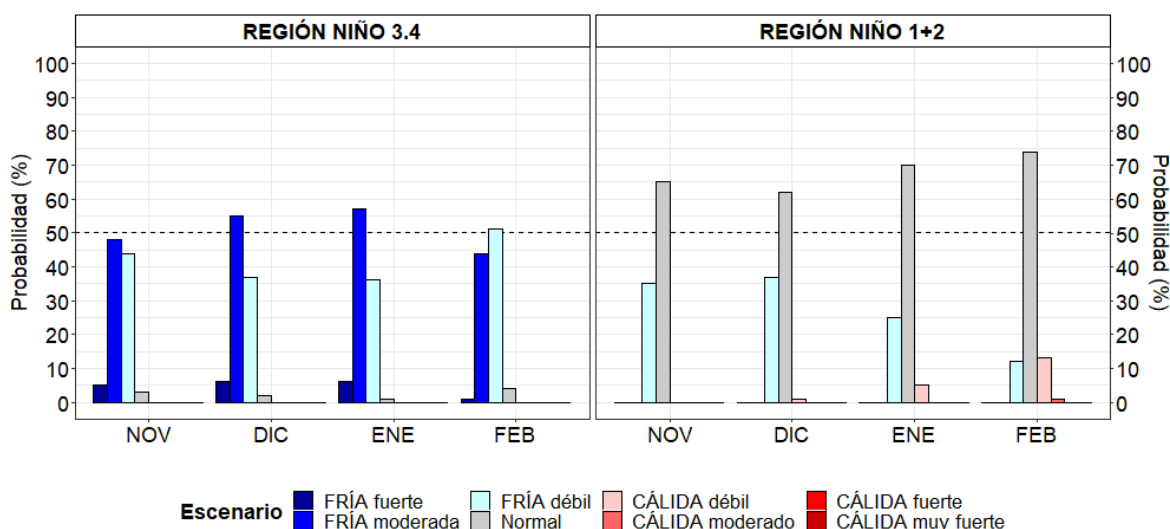


Figura 25. Probabilidades estimadas mensuales de las condiciones cálidas, neutras y frías en el Pacífico central (región Niño 3.4, izquierda) y en el Pacífico oriental (región Niño 1+2, frente a la costa del Perú, derecha) entre noviembre y febrero de 2022.

En cuanto al verano 2021-2022, según juicio experto, para el Pacífico central se estima una mayor probabilidad de condiciones La Niña (90 %), siendo las categorías más probables La Niña Débil (49 %) y La Niña Moderada (40 %). En la región Niño 1+2, que incluye la costa peruana, la mayor probabilidad corresponde a condiciones neutras (78 %) (Tablas 9 y 10).

Tabla 9: Probabilidades de las magnitudes de El Niño – La Niña en la región Niño 3.4 (Pacífico central) en el verano diciembre 2021 – marzo 2022.

Magnitud del evento diciembre 2021 - marzo 2022	Probabilidad de ocurrencia (%)
La Niña Fuerte	1
La Niña moderada	40
La Niña débil	49
Neutro	10
El Niño débil	0
El Niño moderado	0
El Niño fuerte	0
El Niño muy fuerte	0

Tabla 10: Probabilidades de las magnitudes de El Niño – La Niña costeros en la 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 (%)
La Niña Fuerte	0
La Niña moderada	0
La Niña débil	9
Neutro	78
El Niño débil	12
El Niño moderado	1
El Niño fuerte	0
El Niño extraordinario	0

La actualización del pronóstico de lluvias para el próximo verano 2022 muestra una mayor probabilidad de lluvias por encima de lo normal en gran parte de la región andina y amazónica del país, mientras que en la costa norte se esperan condiciones bajo lo normal, sin descartar posibles eventos de lluvias localizadas de corta duración.

Por otro lado, desde el punto de vista biológico y de acuerdo al escenario oceanográfico neutral que se prevé en los siguientes meses frente a la costa peruana, la anchoveta presentaría una distribución espacial dispersa en la región norte - centro, mientras que su actividad desovante continuaría disminuyendo de acuerdo al patrón histórico.

## 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 espera que continúe el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central hasta el verano de 2022, alcanzando su máxima magnitud en enero de 2022. El pronóstico de lluvias para el próximo verano 2022 indica una mayor probabilidad de lluvias por encima de lo normal en la región andina y amazónica del país,

mientras que en la costa norte se espera condiciones bajo lo normal, sin descartar posibles eventos de lluvias localizadas de corta duración<sup>5</sup>.

Actualmente se viene registrando deficiencias de precipitaciones en la sierra sur oriental e incremento de las mismas en la sierra norte occidental, lo cual está acorde a los escenarios históricos de La Niña en el Pacífico Central (Lagos et al, 2008; Lavado-Casimiro y Espinoza, 2014; Sulca et al, 2018).

---

<sup>5</sup> <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-5.pdf>

## VI. REFERENCIAS

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15 th Edition, USA.
- Behringer, D.W., and Y. Xue, 2004: Evaluation of the global ocean data assimilation system at NCEP: The Pacific Ocean. Eighth Symposium on Integrated Observing and Assimilation Systems for Atmosphere, Oceans, and Land Surface, AMS 84th Annual Meeting, Washington State Convention and Trade Center, Seattle, Washington, 11-15. Derber, J.C., and A. Rosati, 1989: A global oceanic data assimilation system. *J. Phys. Oceanogr.*, 19, 1333-1347.
- Bentamy A., Croize-Fillon D., Perigaud C. 2008. Characterization of ASCAT measurements based on buoy and QuikSCAT wind vector observations. *Ocean Science*, 4(4), 265-274. <https://doi.org/10.5194/os-4-265-2008>
- Bentamy A. S. A.Grodko, A. Elyouncha, B. Chapron, F. Desbiolle, 2016. Homogenization of Scatterometer Wind Retrievals, *Int. J. Climatol.* doi:10.1002/joc.
- 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. ANEXO

Anexo 1: Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe

VARIABLE	FUENTE													PROCESAMIENTO	OBSERVACIONES						
	Observaciones <i>in situ</i>						Satélite/Reanálisis						Modelos								
	Estaciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	Programa Bitácoras 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
<b>VARIABLES ATMOSFÉRICAS</b>																					
Radiación de Onda Larga										X										IGP	<a href="http://www.met.igp.gob.pe/variabci/m/yakifigs/olr170E_140W.gif">*http://www.met.igp.gob.pe/variabci/m/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		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,

