

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 6 N° 06

JUNIO de 2020

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

Producto: Estudios Para la estimación del Riesgo de Desastres

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

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

Conformación de la Comisión Multisectorial

Presidente:

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada

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

Vice-Presidente:

Calm. Jorge Manuel Paz Acosta

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. Amarildo Fernández Estela

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Dr. Luis Alberto Carranza Micalay

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Ing. Juvenal Medina Rengifo

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

Grupo de Trabajo Científico-Técnico

Coordinador Científico-Técnico: Dimitri Gutiérrez.

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

DIHIDRONAV: Rina Gabriel, Roberto Chauca.

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

IGP: Kobi Mosquera, Yamina Silva y Jorge Reupo

ANA: Benjamín Molina y Jairo Chunga.

INDECI: Jakie Rojas.

CENEPRED: Ena Jaimes.

Año: 6

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

Edición y Producción: Luis Pizarro (Secretaría Técnica ENFEN)

Diseño de carátula: IMARPE

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

Este documento se puede citar como:

Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) 2020.

Informe Técnico ENFEN. Año 6, N° 06, junio de 2020, 47 p.

El Informe Técnico ENFEN de junio de 2020 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web de las páginas electrónicas de las instituciones que conforman la Comisión Multisectorial. De tener inconveniente para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica ENFEN a la dirección electrónica: st_enfen@imarpe.gob.pe.

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, junio 2020



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



Instituto
Geográfico
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

<https://enfen.gob.pe>

PRESENTACIÓN

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



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

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo actualmente con la participación de algunas instituciones de la Comisión ENFEN en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”, en el producto denominado “Estudios para la estimación del riesgo de desastres” y actividad “Generación de información y monitoreo del fenómeno El Niño”, emitiendo como resultado una versión resumida denominada “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,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'JAGT'.

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

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo.....	6
I. Introducción.....	7
II. Métodos.....	8
III. Condiciones observadas	10
Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial.....	10
Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana.....	10
Condiciones oceanográficas en el mar peruano.....	11
Impactos biológico-pesqueros.....	12
Impactos hidrológicos.....	12
Impactos agrometeorológicos.....	12
IV. Pronóstico.....	13
V. Conclusiones.....	13
VI. Referencias.....	14
VII. Tablas.....	16
VIII. Figuras.....	20
Anexos	
1. Variables utilizadas	
2. Información suplementaria	

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú - junio de 2020

RESUMEN EJECUTIVO

En junio de 2020, las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) descendieron respecto a mayo, tanto en el Pacífico ecuatorial central (de $-0,2\text{ °C}$ a $-0,4\text{ °C}$), como en la región Niño 1+2 (de $+0,1\text{ °C}$ a $-0,7\text{ °C}$), que incluye la zona norte y centro del mar peruano. En niveles bajos de la tropósfera, sobre el Pacífico ecuatorial, se observó una intensificación de vientos del este, desde los 80°W hacia los 140°W . En la tropósfera alta sobre el continente sudamericano, persistieron flujos anómalos del este favoreciendo la presencia de lluvias sobre la vertiente oriental norte del Perú. En la columna de agua se continuó evidenciando la señal de la onda Kelvin fría, la cual está concentrada en la zona oriental del Pacífico ecuatorial, mientras que, en el nivel del mar la intensidad de la señal en esta región disminuyó en la segunda quincena de junio. A escala regional, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) tendió a presentar una configuración zonal y estuvo desplazado ligeramente al oeste de su posición habitual. Asimismo, el campo de presiones frente a la costa norte de Chile hasta la costa sur peruana favoreció un ligero incremento de los vientos meridionales en esa zona. En el norte del litoral peruano (Talara y Paita) se presentaron anomalías diarias de la TSM de hasta $-1,5\text{ °C}$, mientras que, en el centro y sur, las anomalías positivas tendieron a disminuir respecto a mayo hasta alcanzar el rango neutral. Hasta las 200 millas náuticas (m.n.) frente a la costa norte y centro se detectaron anomalías negativas de TSM de hasta -2 °C , en promedio; mientras que, dentro de las 100 m.n. frente a la costa centro y sur las condiciones se presentaron entre ligeramente cálidas a neutras. En la capa sub superficial y dentro de las 80 m.n. se observaron anomalías negativas hasta al menos los 350 m de profundidad frente a la costa norte, las cuales se asociaron a la desaparición de flujos con dirección al sur en la columna de agua dentro de las 50 m.n. En relación con la productividad marina, debido a su ciclo estacional y a un menor número de días sin nubes, la concentración de clorofila-a presentó una disminución respecto al mes de mayo, predominando anomalías negativas en la zona norte-centro dentro de las 30 m.n.; mientras que, entre San Juan de Marcona e Ilo, en la franja adyacente a la costa, se detectaron anomalías positivas. En el aspecto biológico pesquero, la distribución de la anchoveta se amplió hacia el norte respecto al mes anterior, por lo que en el mes de junio la presencia de cardúmenes se extendió desde Punta Falsa hasta Bahía Independencia dentro de las 40 m.n. de distancia a la costa, con una mayor presencia de juveniles al sur de Huarmey. De la misma forma, la merluza se desplazó al norte con una mayor abundancia de juveniles en las capturas, consistente con el debilitamiento de los flujos al sur. En el aspecto hidrológico, la mayoría de los ríos de la costa norte y centro presentaron caudales inferiores a lo normal, mientras que los ríos de la costa sur mostraron valores muy superiores a sus promedios históricos. En cuanto a los impactos agrometeorológicos, las condiciones climáticas continuaron promoviendo la floración del mango en Piura y la maduración de sus brotes vegetativos en Lambayeque. Asimismo, fueron propicias para el llenado de granos del arroz de la costa norte, además de favorecer la calidad de maduración de la aceituna negra en La Yarada (Tacna).

Las perspectivas señalan que, hasta la primera quincena de setiembre, debido al paso de ondas Kelvin frías y la intensificación esperada de los vientos del sureste, continuarían las anomalías negativas de la temperatura del mar y del aire frente a la costa del Perú. Hasta el fin de año estas condiciones frías se prolongarían, aunque dentro del rango neutral del Índice Costero El Niño (ICEN). Respecto al período que va de diciembre de 2020 a marzo de 2021, para el Pacífico central se prevé una mayor probabilidad de condiciones neutras (60 %), seguida de condiciones de La Niña (28 %), mientras que para la región Niño 1+2, la mayor probabilidad corresponde a las condiciones neutras (64 %), seguida de condiciones de El Niño (19 %) y La Niña (17 %).

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 sub-superficial 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, reporta 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.

II. MÉTODOS

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.

1.1. TSM de OSTIA

Para el océano global, el producto de la TSM de la fundación global OSTIA proporciona mapas diarios sin datos faltantes de: TSM de la fundación a una resolución horizontal de $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ ($1/20^\circ$), utilizando datos in situ y datos satelitales de radiómetros infrarrojos y de microondas; anomalías de la TSM en base a la climatología Pathfinder a una resolución horizontal de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ ($1/4^\circ$); y, estimaciones del sesgo de TSM en cada uno de los satélites que contribuyen al análisis OSTIA SST a una resolución horizontal de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ ($1/4^\circ$).

El Sistema Operativo de Análisis de la TSM y el Hielo (OSTIA, por sus siglas en inglés) está a cargo de la Oficina Meteorológica del Reino Unido. Para el océano global y algunos lagos, se producen tanto un análisis diario de alta resolución ($1/20^\circ$, aproximadamente 6 km) y de resolución reducida ($1/4^\circ$, aproximadamente 28 km) de la TSM. Como parte del procedimiento de análisis, se realiza una estimación del sesgo en cada uno de los sensores de satélite que contribuyen en el producto. 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://ghrssst-pp.metoffice.gov.uk/ostia-website/index.html>.

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

1.2. Índices

Índice Costero El Niño (ICEN): es calculado a partir de la media móvil de 3 meses de las anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 con respecto a la climatología de 1981-2010 usando, hasta enero de 2020, los datos de ERSST v3b *real-time*, 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 (Paíta, 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.

1.3. Modelos de Pronóstico

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 re-análisis NCEP-CDAS (Kalnay et al. 1996) y vientos observados remotamente de WindSAT (Wentzet et al., 2013) obtenidos de <http://www.remss.com/missions/windsat/>. Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger & Menkes (1995). Para el pronóstico el modelo continúa integrándose numéricamente en el tiempo usando dos artificios: 1) esfuerzo de viento igual a cero y 2) el promedio de los últimos treinta días de la anomalía del esfuerzo de viento. Ver más en Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014).

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia: El modelo se utiliza para representar la propagación de la onda Kelvin ecuatorial (OKE) en 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del *re-análisis* 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.

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).

Modelo Probabilístico de Juicio Experto: Para los pronósticos del período de lluvias (diciembre a marzo) se usa la información generada por las propias observaciones del ENFEN, así como la información basada en los Modelos Climáticos Globales (MCG), e información de diversos centros de investigación y agencias internacionales. Debido a las limitaciones comunes entre sí de estos modelos, se acude a la interpretación y el conocimiento experto de los científicos de la comisión multisectorial del ENFEN, quienes además de evaluar los resultados de los MCG aportan con sus modelos conceptuales y estudios retrospectivos que permiten inferir escenarios de pronóstico, los cuales son discutidos, consensuados y plasmados en probabilidades porcentuales de ocurrencia de las distintas categorías de El Niño y La Niña (ENFEN, 2015).

III. CONDICIONES OBSERVADAS EN JUNIO 2020

Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial

En el océano Pacífico ecuatorial, durante junio, las anomalías negativas de la temperatura disminuyeron gradualmente, principalmente en la región central-oriental, desde la superficie hasta los 100 m de profundidad. En promedio, la anomalía de la TSM en la región central (Niño 3.4), respecto a mayo, varió de $-0,2\text{ °C}$ a $-0,4\text{ °C}$ (Figura 1). Asimismo, en la región Niño 1+2 la anomalía de la TSM varió de $+0,1\text{ °C}$ a $-0,7\text{ °C}$ (Figura 2, Tabla 1).

El Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés; Trentberth, 1997) para el mes de mayo (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php), así como el valor temporal para junio, indicaron condiciones neutras para el Pacífico ecuatorial central. El Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de mayo y el temporal (ICEN-tmp) para junio, también indicaron condiciones neutras (Figura 3, Tabla 2).

En niveles bajos de la tropósfera, sobre el Pacífico ecuatorial, se observó una intensificación de vientos del este, desde los 80° hacia los 140°W , en tanto que disminuyeron ligeramente entre los 160°W hasta los 160°E . En la tropósfera alta (200 hPa) predominó un patrón de anomalías de vientos zonales del este, siendo las anomalías más intensas desde los 140°W hacia la línea de cambio de fecha (Figura 4); mientras que, sobre el continente, el patrón de anomalías de vientos del este se mantuvo durante el mes, favoreciendo la presencia de lluvias sobre la vertiente oriental norte del Perú (Figura 5).

En la franja ecuatorial se continuó observando, según los datos de altimetría satelital y de las boyas TAO TRITON y ARGO, la presencia de la onda Kelvin fría a lo largo de la franja ecuatorial pero concentrada en la zona oriental hasta la tercera semana, aunque su señal en el nivel del mar tendió a atenuarse en el extremo del Pacífico oriental en la segunda quincena de junio (Figuras 6 y 7). Asimismo, a finales de este mes y en la zona occidental, se desarrolló un pulso de viento del este (Figura 7), el cual, según los resultados de los modelos numéricos, se proyectaría en una nueva onda Kelvin fría.

Cerca de las islas Galápagos (02°S , 085°W) continuaron las anomalías negativas de temperatura del mar de hasta -3 °C , reflejando el paso de la onda Kelvin fría, sobre los 60 m de profundidad, disminuyendo gradualmente en intensidad y profundidad en los últimos días de junio (Figura 8).

Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) durante el mes de junio presentó, en promedio, una configuración zonal y su centro estuvo desplazado ligeramente al oeste de su posición habitual (Figura 9 a), presentando anomalías positivas de hasta $+2\text{ hPa}$. Asimismo, el campo de presiones presentó anomalías negativas de hasta -1 hPa frente a la región norte de Chile hasta la costa sur peruana, condición que favoreció el incremento del gradiente isobárico zonal y con ello, el ligero incremento de los vientos meridionales frente a la costa sur (Figura 9 b).

Las temperaturas extremas del aire (máximas y mínimas) a lo largo de la costa en junio, presentaron en promedio, valores entre normales a ligeramente superiores, a excepción de Lambayeque que reportó anomalías de $-1,1\text{ °C}$ (temperatura mínima) y en la costa sur como Fongro (Ica) que reportó anomalías de -2 °C (temperatura máxima) (Figura 10).

Condiciones oceanográficas en el mar peruano

En el litoral peruano, en Talara y Paita se mantuvieron las condiciones frías, con anomalías diarias de la TSM de hasta $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ debido a la presencia de la onda Kelvin fría. En Islas Lobos se registraron anomalías negativas débiles y en la región central se registraron anomalías cercanas a cero (rango de $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), con excepción de Chimbote donde las anomalías negativas se intensificaron. Las anomalías positivas en el sur disminuyeron hasta alcanzar condiciones normales a finales de junio (Figura 11).

La anomalía del nivel del mar (ANM) en todo el litoral disminuyó respecto a mayo en la primera quincena de junio, lo cual reflejó el paso de la onda Kelvin fría. Posteriormente se registró un incremento de la ANM en el litoral norte y la persistencia de valores negativos en el centro y sur, lo cual sería un reflejo de procesos de calentamiento locales y del afloramiento costero, respectivamente (Figura 12 a). Asimismo, en la franja de las 60 m.n. adyacentes a la costa, la disminución de la ANM persistió en la zona norte en la primera quincena de junio (Figura 12 b).

Frente a la costa peruana, hasta las 200 m.n., entre Talara y San Juan de Marcona continuó el descenso de la TSM, predominando anomalías negativas de hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por fuera de las 100 m.n. de la costa al norte de los 10°S , aunque la presencia de remolinos anticiclónicos (Figura 13) habría favorecido la persistencia de condiciones entre ligeramente cálidas y neutras dentro de las 100 m.n. en 08°S y 13°S . Al sur de San Juan de Marcona, la TSM presentó valores dentro de su rango normal, en promedio (Figura 14).

En la capa sub-superficial, a 70 m.n. frente a Talara, se observó el predominio de anomalías negativas hasta los 80 m de profundidad y por debajo de los 200 m (Figura 15). Frente a Paita, dentro de las 50 m.n. se detectaron condiciones frías anómalas encima de los 400 m, con núcleos con magnitud mayor a $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 80 m y a 300 m de profundidad, los cuales también fueron observados en la columna de agua frente a Zorritos por debajo de los 30 m de profundidad. Frente a Chicama, dentro de las 80 m.n., se registraron anomalías térmicas negativas mayores a $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 350 m de profundidad. Las anomalías térmicas negativas, en estas dos últimas áreas, estuvieron asociadas a la desaparición de flujos geostroficados con dirección al sur en la capa sub-superficial y a una elevación del borde superior de la zona de mínima de oxígeno (Figura 16).

La concentración de clorofila-a (indicador de la producción de fitoplancton) presentó una disminución respecto a mayo. Dentro de las 50 m.n. predominaron concentraciones de $1\text{ a }2\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ entre Paita y San Juan, mientras que desde este último punto hasta Ilo los valores estuvieron alrededor de $3\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$, generando anomalías positivas que persistieron durante el mes de junio. La disminución de la productividad frente a la costa central y norte estuvo asociada a su ciclo estacional, en el cual la cobertura por nubes aumenta significativamente, limitando la insolación. Por otro lado, la distribución costa-océano de la clorofila-a se vio influenciada por la actividad de mesoescala. Además, la proyección observada de anomalías positivas a la zona oceánica norte podría estar relacionada a una onda Rossby de afloramiento (Figura 17).

Impactos biológico-pesqueros

Desde la segunda quincena de mayo se observó un cambio en las condiciones ambientales en la zona norte y centro, con una mayor presencia de núcleos de anomalías frías de -1 a -2 °C frente a la costa norte. Este escenario favoreció en junio la mayor presencia de anchoveta, registrándose las mayores capturas frente a Pimentel, Malabrigo, Chimbote, y Callao, llegando a alcanzar, al 30 de junio, el 77,8 % de la cuota establecida para el stock norte-centro (Tabla 3). La distribución de la anchoveta se amplió hacia el norte respecto al mes anterior, con la presencia de cardúmenes desde Punta Falsa hasta Bahía Independencia dentro de las 40 mn de distancia a la costa. Al norte del Huarmey, se presentaron agrupaciones de individuos adultos con moda en 13,0 cm de longitud total (LT), mientras que, al sur, se registró estructuras polimodales en 12,0, 11,0 y 10,0 cm de longitud total (Figura 18). Respecto a la condición reproductiva y somática de la anchoveta del stock norte-centro, los valores del IGS mostraron el inicio del proceso de maduración gonadal, mientras que, el contenido graso mostró una disminución de la reserva energética, conforme a la condición reproductiva observada (Figura 19).

En junio se evidenció un cambio de la estructura de tallas por latitud de la especie *Merluccius gayi peruvianus* “merluza” respecto a mayo. Desde Punta Sal al extremo norte se presentó un mayor porcentaje de ejemplares juveniles, debido a un desplazamiento del recurso hacia esta área, como consecuencia del debilitamiento de los flujos subsuperficiales con dirección al sur (Figura 20).

Impactos hidrológicos

Durante el mes de junio, la mayoría de los ríos de la costa norte y centro presentaron caudales inferiores a lo normal, con mayor incidencia en los ríos de Jequetepeque y Chicama. Mientras que los ríos de la costa sur y el río Ramis en la vertiente del Titicaca mostraron valores muy superiores a lo normal. Todos con tendencias descendentes, como consecuencia de la época seca (Figura 21).

Igualmente, para el mes de junio, en la costa norte, los embalses de Poechos y San Lorenzo se encontraban al 100 % de su capacidad de almacenamiento. De otro lado, Tinajones y Gallito ciego alcanzan hasta el 49 % y 41,1 % de sus capacidades, respectivamente. En la costa centro y sur, los principales embalses superan el 72 % de sus volúmenes útiles totales (Figura 22 y Tabla 4).

Impactos agrometeorológicos

En la costa norte, la prevalencia de temperaturas diurnas de ligeramente cálidas a normales y las mínimas de normales a más frías de lo habitual, promovieron la floración del mango Edward en Piura, así como la maduración de brotes vegetativos del mango Kent en Lambayeque. Asimismo, estas variaciones térmicas fueron propicias para el llenado de granos del arroz en Piura. En la costa sur, en la localidad de la Yarada, las temperaturas diurnas, que fueron ligeramente frías, propiciaron la calidad de maduración de la aceituna negra (Tabla 5).

IV. PRONÓSTICO

Hasta la primera quincena de setiembre se espera que continúen las anomalías negativas de la temperatura del mar y del aire frente a la costa peruana, debido al arribo de ondas Kelvin frías y a la intensificación de los vientos frente a la costa (Figuras 23 y 24). Estas condiciones fortalecerían la proyección oceánica de las aguas frías del afloramiento costero, así como los flujos con dirección al norte de la circulación marina.

En la región Niño 1+2 (la cual incluye la zona norte y centro del mar peruano), de acuerdo con el análisis experto de las observaciones y los modelos por parte de la Comisión Multisectorial ENFEN, se espera que continúen las anomalías negativas de la temperatura del mar en el Pacífico oriental en lo que resta del año, aunque dentro del rango neutral del ICEN (Tabla 6).

En cuanto a la región Niño 3.4, el pronóstico de los modelos climáticos de centros internacionales para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) indica condiciones frías débiles entre los meses de agosto y enero de 2021 (Tabla 7). Sin embargo, es necesario observar la configuración de los patrones atmosféricos asociados al enfriamiento del Pacífico central en las próximas semanas para prever la evolución de un eventual evento La Niña en dicha región.

Respecto al período de lluvias (diciembre 2020 - marzo 2021), la Comisión Multisectorial ENFEN estima para el Pacífico central una mayor probabilidad de condiciones neutras (60 %), seguida de condiciones de La Niña (28 %) (Tabla 8), mientras que para la región Niño 1+2 que incluye la costa peruana, la mayor probabilidad corresponde a las condiciones neutras (64 %), seguida de condiciones de El Niño (19 %) y La Niña (17 %) (Tabla 9).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por lo expuesto, la Comisión Multisectorial ENFEN mantiene el Estado de Alerta de El Niño en “No Activo”. No obstante, el ENFEN recomienda que las entidades competentes consideren siempre la vulnerabilidad para la preparación ante el riesgo y adopten las medidas que correspondan frente a un evento El Niño o La Niña. Debe considerarse que en el periodo en el cual no se desarrolla El Niño o La Niña es oportuno que se realicen las labores de prevención.

VI. REFERENCIAS

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

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

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

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

VII. TABLAS

Tabla 1. Valores promedio de la TSM (en azul) y sus anomalías (en rojo) en las regiones El Niño en el Pacífico durante los últimos 6 meses. Fuente: DIHIDRONAV.

TSM - ATSM Mensual 2019-2020								
R. Niño	Niño 4		Niño 3.4		Niño 3		Niño 1+2	
Jun.	29.1	+0.2	27.3	-0.4	25.8	-0.7	22.1	-0.7
May.	29.0	+0.2	27.6	-0.2	26.9	-0.2	24.4	+0.1
Abr.	29.3	+0.8	28.3	+0.5	28.0	+0.5	26.0	+0.4
Mar.	29.2	+1.0	27.8	+0.6	27.4	+0.3	27.1	+0.5
Feb.	29.2	+1.1	27.1	+0.4	26.6	+0.2	26.6	+0.4
Ene.	29.3	+1.0	27.1	+0.5	25.8	+0.2	24.6	0.0

Tabla 2. Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de setiembre de 2019 hasta mayo de 2020, así como su valor temporal para junio de 2020. Fuente IGP.

Valores del Índice Costero El Niño							ONI	
Mes	ICEN v3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICEN v5	Categoría	ONI	Categoría
sep-19	-1.03	Fría Débil	-1.16	Fría Débil	-0.78	Neutro	0.14	Neutro
oct-19	-0.87	Neutro	-1.07	Fría Débil	-0.60	Neutro	0.30	Neutro
nov-19	-0.78	Neutro	-0.56	Neutro	-0.40	Neutro	0.46	Neutro
dic-19	-0.58	Neutro	-0.23	Neutro	-0.25	Neutro	0.56	C. Débil
ene-20	-0.58	Neutro	0.10	Neutro	-0.16	Neutro	0.53	C. Débil
feb-20	----	-----	0.26	Neutro	-0.15	Neutro	0.51	C. Débil
mar-20	----	-----	0.47	C. Débil	0.10	Neutro	0.50	C. Débil
abr-20	----	-----	0.33	Neutro	0.19	Neutro	0.28	Neutro
may-20	----	-----	-0.20	Neutro	0.02	Neutro	-0.01	Neutro
Mes	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
jun-20	-----	-----	-0.63	Neutro	-0.39	Neutro	-0.18	Neutro
jul-20	-----	-----	-0.85	Neutro	-0.72	Neutro	-0.32	Neutro

Tabla 3. Desembarque (t) diario de anchoveta Norte – Centro durante la Primera Temporada de Pesca 2020. Fuente: IMARPE.

Mes/Flota	Industrial	Ind. Madera	Total
Mayo	501 179	46 772	547 951
Junio	1 1019 227	309 662	1 328 889
Total	1 520 406	356 434	1 876 840
Alcance de cuota: 77,8 %			

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

Zona	Nombre Embalse	Operador	Fecha Registro	Departamento de Influencia	Volumen (hm³)		Porcentaje % Almacenado
					Útil/Total	Almacenado	
Costa - Norte	Poechos	PECHP	30-jun	Piura	438,30	444,90	100,00
Costa - Norte	San Lorenzo (Embalse)	JUSL	30-jun	Piura	195,60	195,60	100,00
Costa - Norte	Tinajones	PEOT	30-jun	Lambayeque	331,50	162,40	49,00
Costa - Norte	Gallito Ciego	PEJEZA	30-jun	La Libertad	366,60	150,60	41,10
Costa - Centro	Viconga	STATKRAFT PERU S.A.	28-jun	Lima	30,00	21,70	72,30
Costa - Sur	Ccaracocha	PETACC	30-jun	Ica	40,00	30,10	75,30
Costa - Sur	Choclococha	PETACC	30-jun	Ica	131,10	129,30	98,60
Costa - Sur	Condorama	AUTODEMA	30-jun	Arequipa	259,00	241,40	93,20
Costa - Sur	Pañe	AUTODEMA	30-jun	Arequipa	99,60	82,70	83,00
Costa - Sur	Dique Los Españoles	AUTODEMA	30-jun	Arequipa	9,10	5,80	63,70
Costa - Sur	Pillones	AUTODEMA	30-jun	Arequipa	78,50	70,70	90,10
Costa - Sur	El Frayle	AUTODEMA	30-jun	Arequipa	127,20	129,50	100,00
Costa - Sur	Aguada Blanca	AUTODEMA	30-jun	Arequipa	30,40	25,70	84,50
Costa - Sur	Chalhuanca	EGASA	30-jun	Arequipa	25,00	4,50	18,00
Costa - Sur	Bamputañe	EGASA	30-jun	Arequipa	40,00	27,50	68,80
Costa - Sur	Pasto Grande	PERPG	30-jun	Moquegua	200,00	175,40	87,70
Costa - Sur	Represa Paucarani	PET	30-jun	Tacna	10,50	9,10	86,70
Costa - Sur	Represa Jarumas	PET	30-jun	Tacna	12,50	13,10	100,00
Costa - Sur	Aricota	EGESUR	30-jun	Tacna	280,00	219,20	78,30
Sierra - Centro	Lago Junín	STATKRAFT PERU S.A.	29-jun	Junin	441,00	278,70	63,20
Sierra - Centro	Cuchoquesera	Proyecto Cachi	30-jun	Ayacucho	80,00	70,60	88,30
Sierra - Sur	Lagunillas	PELTC	30-jun	Puno	585,10	481,00	82,20
Sierra - Sur	Sibinacocha	EGEMSA	30-jun	Cusco	110,00	105,00	95,50
Situación Nacional					3 921,00	3 074,50	78,41

Tabla 5. Monitoreo fenológico de los principales cultivos de mango, arroz, olivo durante el mes de junio del 2020. Fuente: SENAMHI.

CULTIVO	REGIÓN	ESTACIÓN	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	FASE FENOLOGICA	ESTADO	OBSERVACIONES
MANGO	Tumbes	Cañaverál	Criollo		Floración	Bueno	
	Piura	Chulucanas	Edward		Floración	Bueno	
	Piura	Bigote	Criollo		Floración	Bueno	
	Lambayeque	Olmos	Edward		Brote Vegetativo	Bueno	En algunos campos se observó el inicio de floración; sin embargo, predominan plantaciones con brotes vegetativos en maduración.
	Lambayeque	Tongorrape	Kent		Brote Vegetativo	Bueno	
	Lambayeque	Jayanca	Kent		Brote Vegetativo	Bueno	
ARROZ	Piura	Bernal	IR-43	02703/2020	Maduración córnea	Bueno	
	Piura	Partidor	Tinajones	20/01/2020	Maduración córnea	Bueno	
	Piura	Morropon	Mallares				Terreno en descanso
	Lambayeque	Oyotun	El Valor				
	Lambayeque	Puchaca	El Valor				Terreno en descanso
	Lambayeque	Lambayeque	IR-43				
OLIVO	Moquegua	Ilo	Sevillana				
	Tacna	La Yarada	Sevillana		Maduración completa	Bueno	Riego por 7 horas el día 22/06/2020. Presencia de Orthezia olivicol, Margaronia y Barrinillo.

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	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		-0.79	-0.74	-0.50	-0.41	-0.55	-0.68	-0.69
CanCM4i		-0.60	-0.60	-0.56	-0.49	-0.44	-0.38	-0.30
GEM_NEMO		-0.79	-0.82	-0.74	-0.67	-0.74	-0.78	-0.71
GFDL		-0.63	-0.62	-0.52	-0.36	-0.24	-0.18	-0.10
NASA		-1.02	-1.17	-1.11	-1.02	-1.03	-1.01	-0.97
GFDL_FLOR		-0.38	-0.27	-0.19	-0.04	0.19	0.36	0.37
NCAR_CCISM4		-0.84	-0.79	-0.39	-0.23	-0.22	-0.36	-0.37
NMME		-0.72	-0.72	-0.57	-0.46	-0.43	-0.43	-0.40
ICENtmp	-0.39							

Tabla 7. 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	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		-0.24	-0.47	-0.83	-1.08	-1.20	-1.22	-1.13
CanCM4i		-0.45	-0.67	-0.86	-0.95	-1.00	-1.01	-0.92
GEM_NEMO		-0.30	-0.43	-0.60	-0.72	-0.79	-0.82	-0.79
GFDL		-0.30	-0.45	-0.57	-0.48	-0.25	-0.01	0.22
NASA		-0.68	-1.23	-1.68	-1.86	-1.92	-2.00	-1.85
GFDL_FLOR		-0.21	-0.17	-0.13	-0.04	0.03	0.12	0.23
NCAR_CCSM4		-0.11	-0.27	-0.61	-0.88	-1.02	-1.07	-1.05
NMME		-0.33	-0.53	-0.75	-0.86	-0.88	-0.86	-0.76
ONItmp	-0.18							

Tabla 8. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central en el verano diciembre 2020 – marzo 2021.

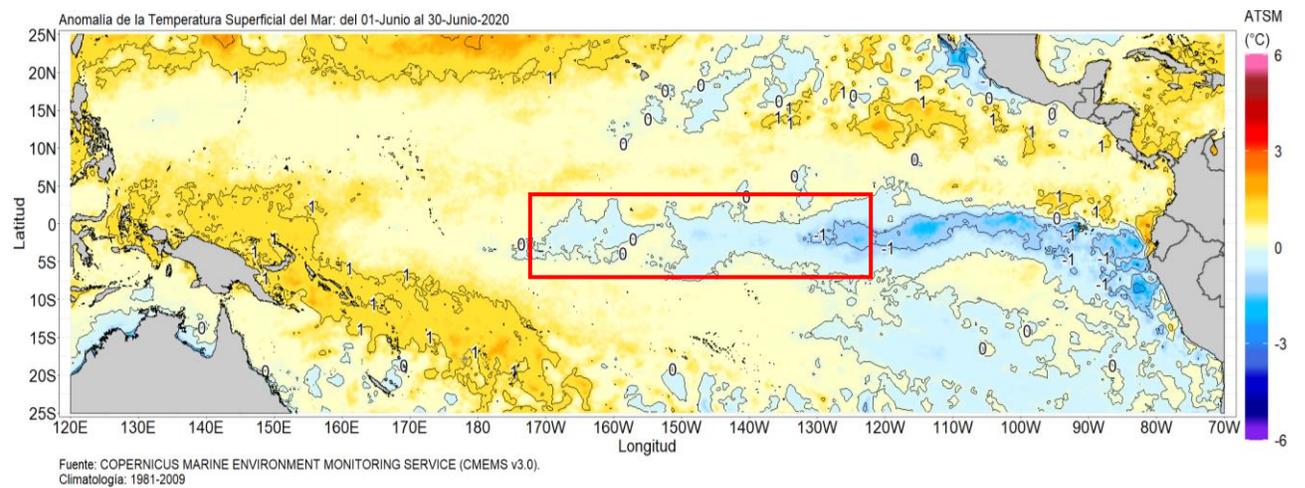
Magnitud del evento diciembre 2020 – marzo 2021	Probabilidad de Ocurrencia
El Niño moderado	2%
El Niño débil	10%
Neutro	60%
La Niña débil	24%
La Niña moderada	4%

Tabla 9. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico oriental en el verano diciembre 2020 – marzo 2021.

Magnitud del evento diciembre 2020 – marzo 2021	Probabilidad de ocurrencia
El Niño fuerte	1%
El Niño moderado	3%
El Niño débil	15%
Neutro	64%
La Niña débil	16%
La Niña moderada	1%

VIII. FIGURAS

a)



b)

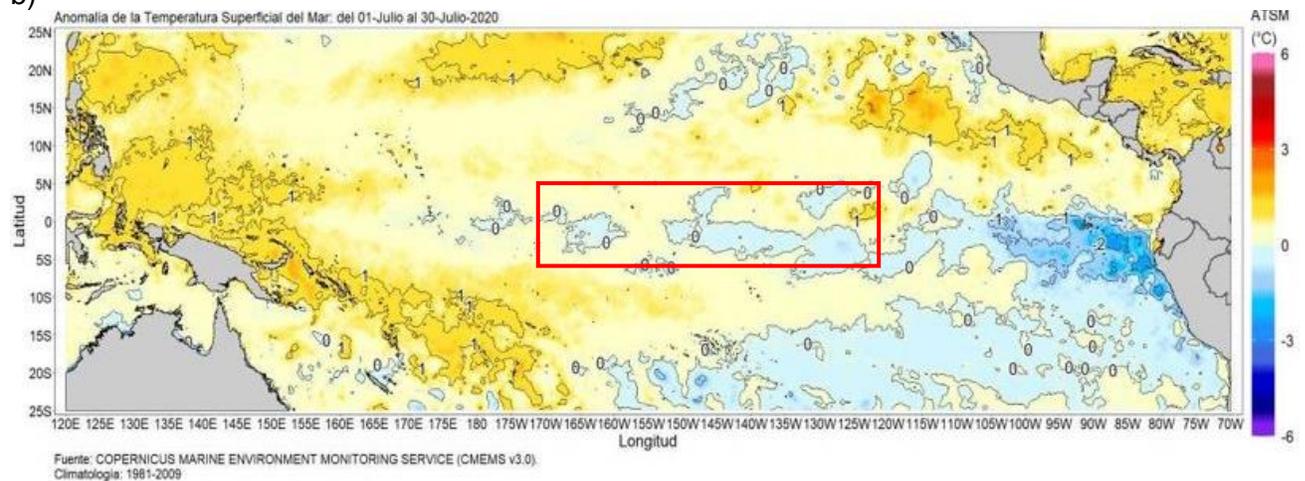


Figura 1. Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante mayo (a) y junio 2020 (b). Las regiones El Niño 3.4 están delimitada con el recuadro rojo. Fuente: CMEMS v.3.0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

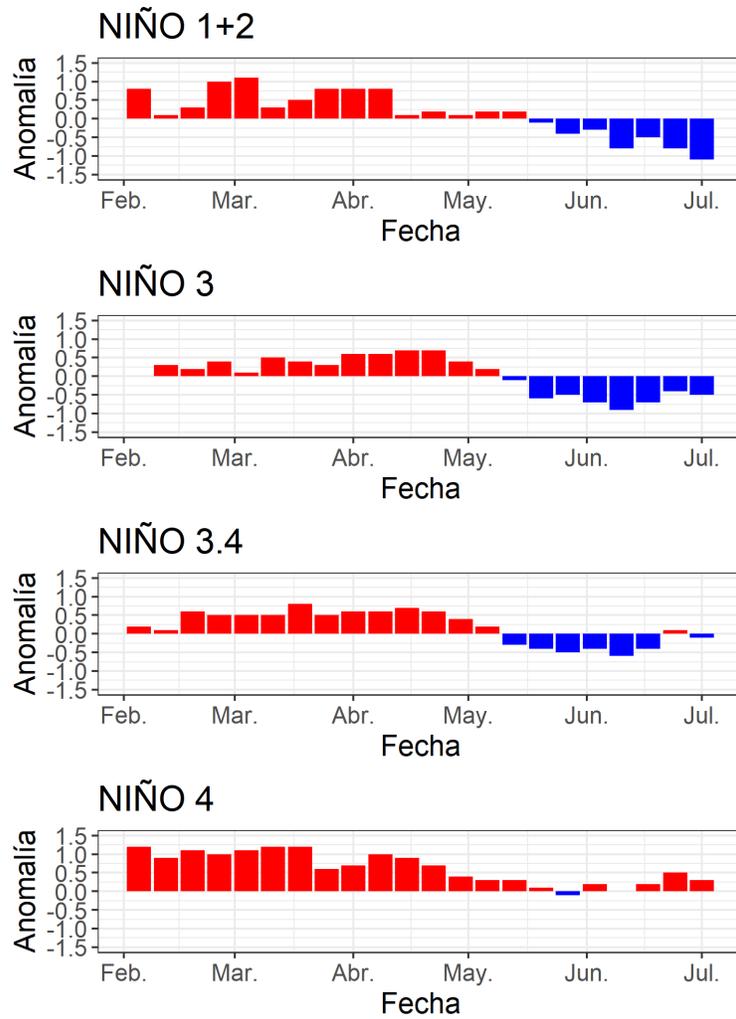


Figura 2. Series de tiempo de las anomalías semanales de la TSM (°C) en las regiones Niño, desde febrero hasta junio del 2020. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA; procesamiento: DIHIDRONAV.

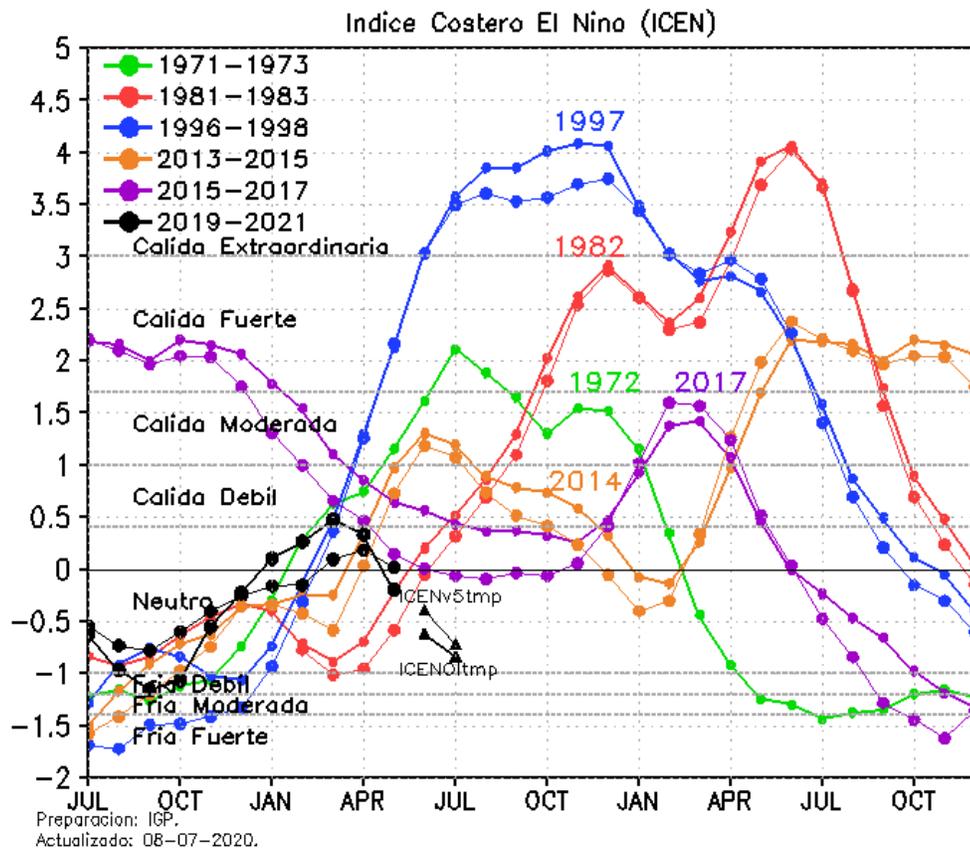


Figura 3. Variabilidad temporal del ICEN (líneas gruesas estimado con OISSTv2 y líneas delgadas con ERSSTv5) para los años 1971-1973 (verde), 1981-1983 (rojo), 1996-1998 (azul), 2013-2015 (anaranjado), 2015-2017 (morado), y 2020-2021 (negro). Fuente: IGP.

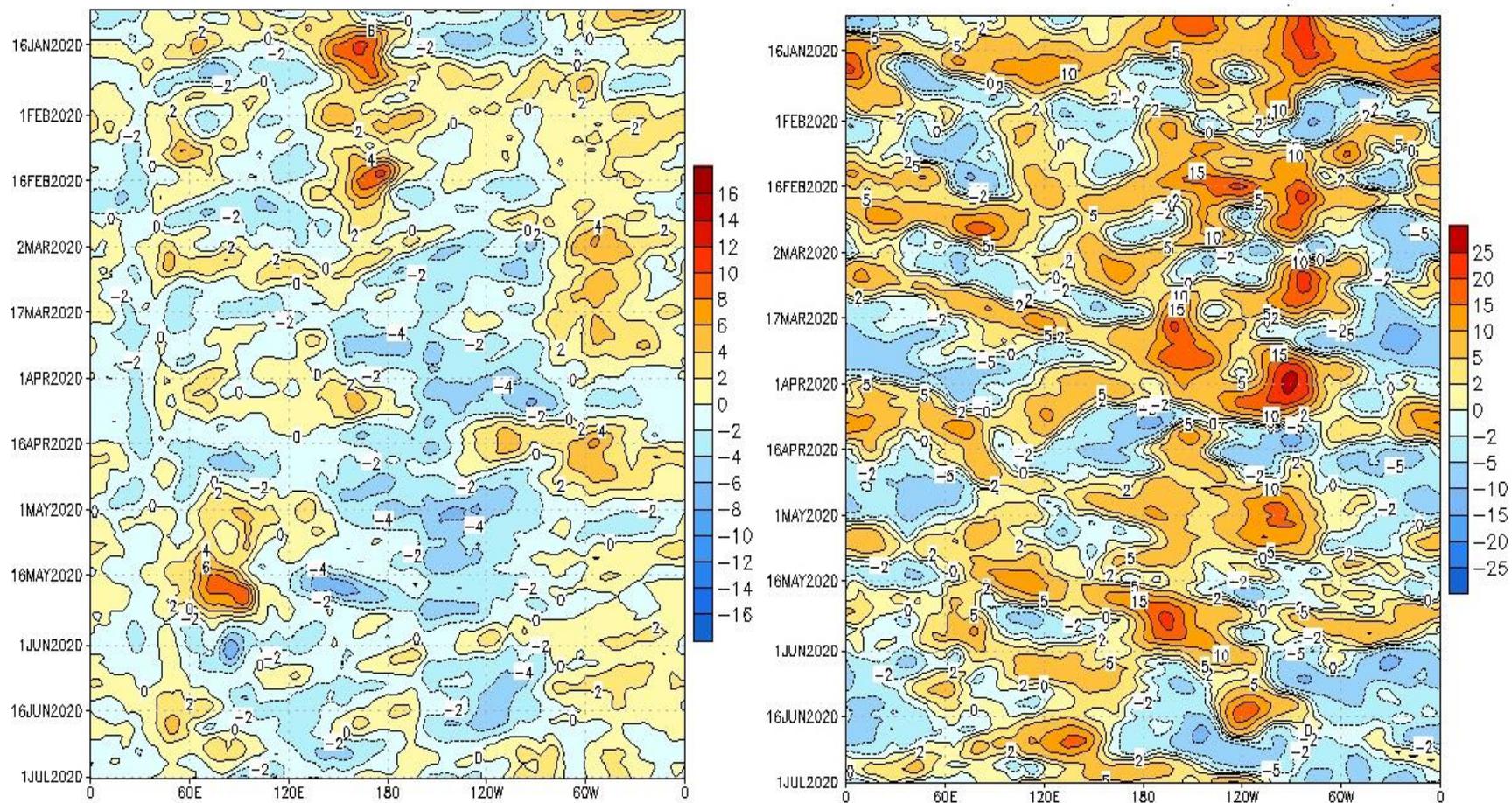


Figura 4. Anomalías de vientos zonales a 850 hPa (izquierda) y 200 hPa (derecha) promedio entre los 5°S y 5°N, aplicando una media móvil de 5 meses, desde el enero hasta junio del 2020. Procesamiento: SENAMHI.

JUNIO 2020

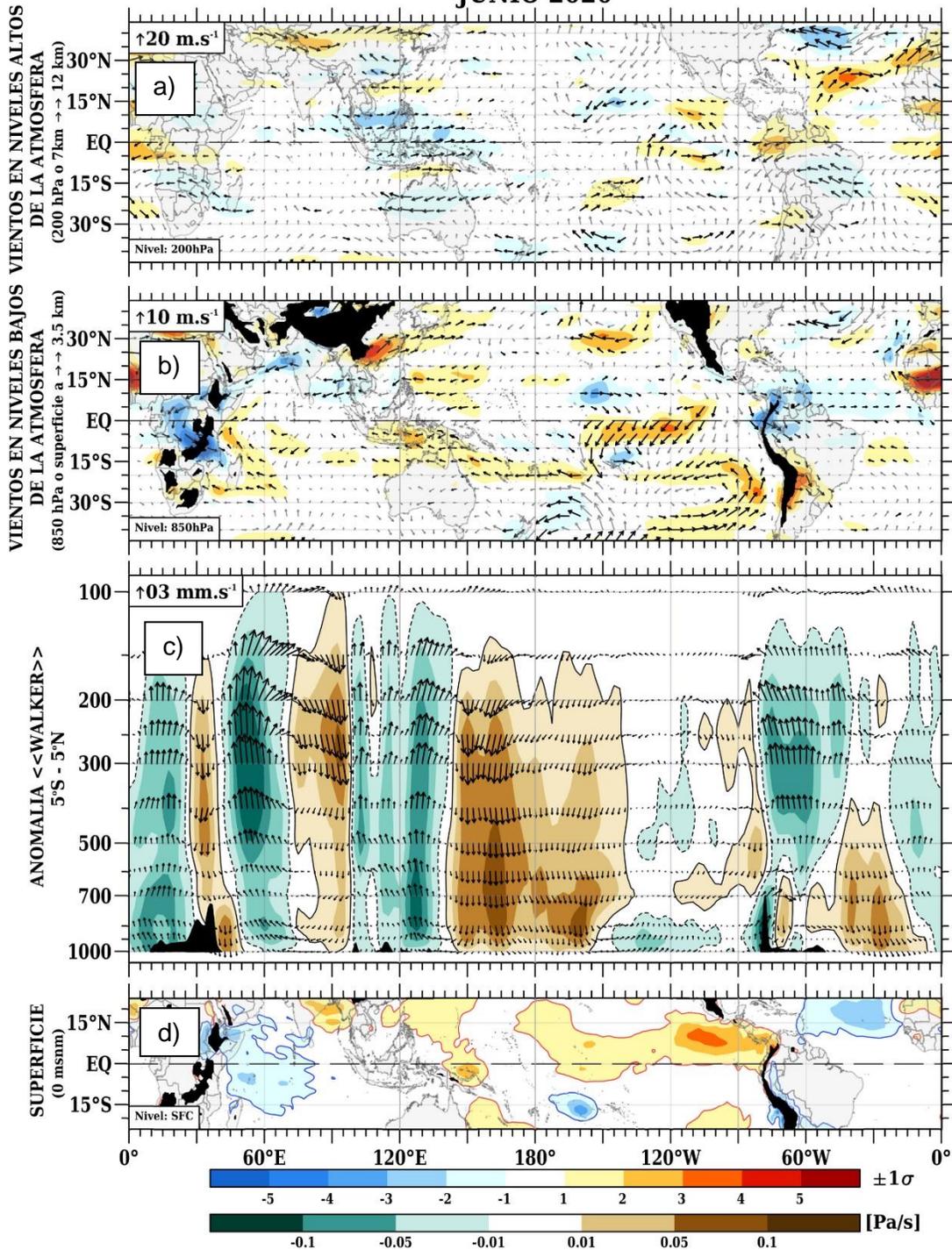


Figura 5. (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para el mes de junio del 2020. (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para el mes de junio de 2020. (d) Anomalías de presión a nivel del mar; a), b) y d) expresado en valores de desviación estándar. Fuente: SPC/SENAMHI.

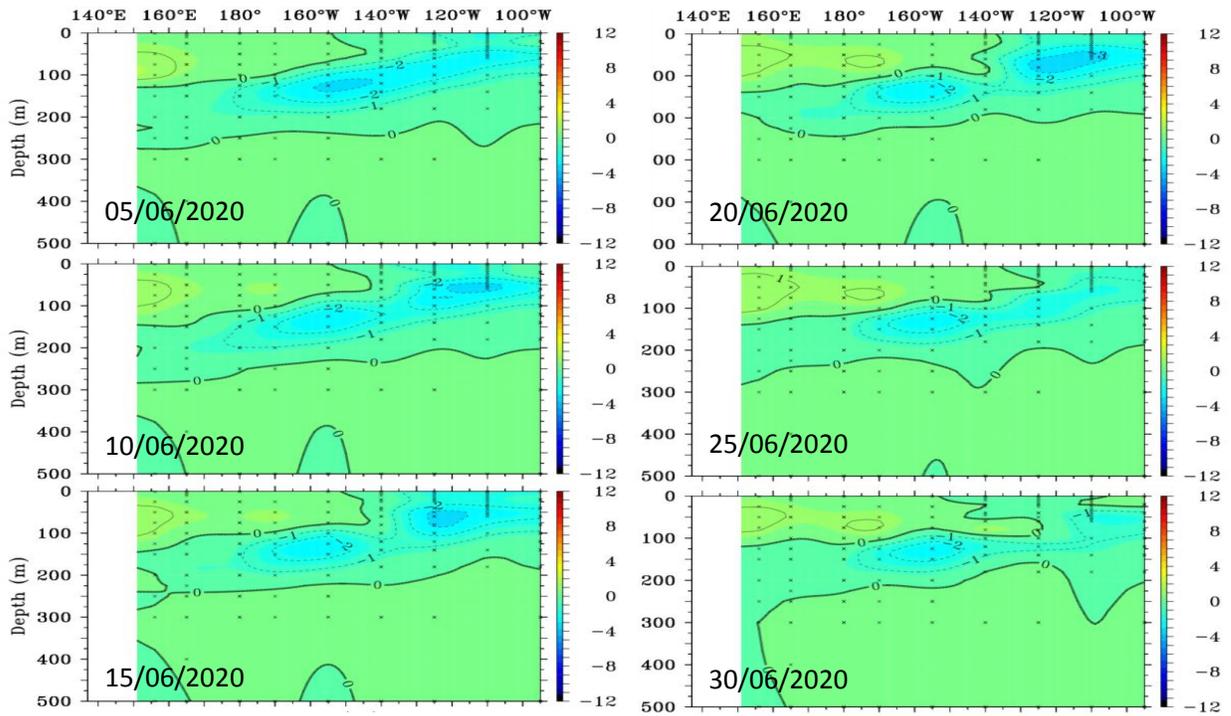


Figura 6. Anomalías de la temperatura (°C) en la capa de 0 a 500 m del Pacífico ecuatorial (2°S - 2°N), en promedios de cinco días durante junio de 2020 (las fechas indican el último día, los contornos están separados a 1 °C). Periodo base 1981-2010. Fuente TAO/TRITON, Adaptado PMEL/NOAA.

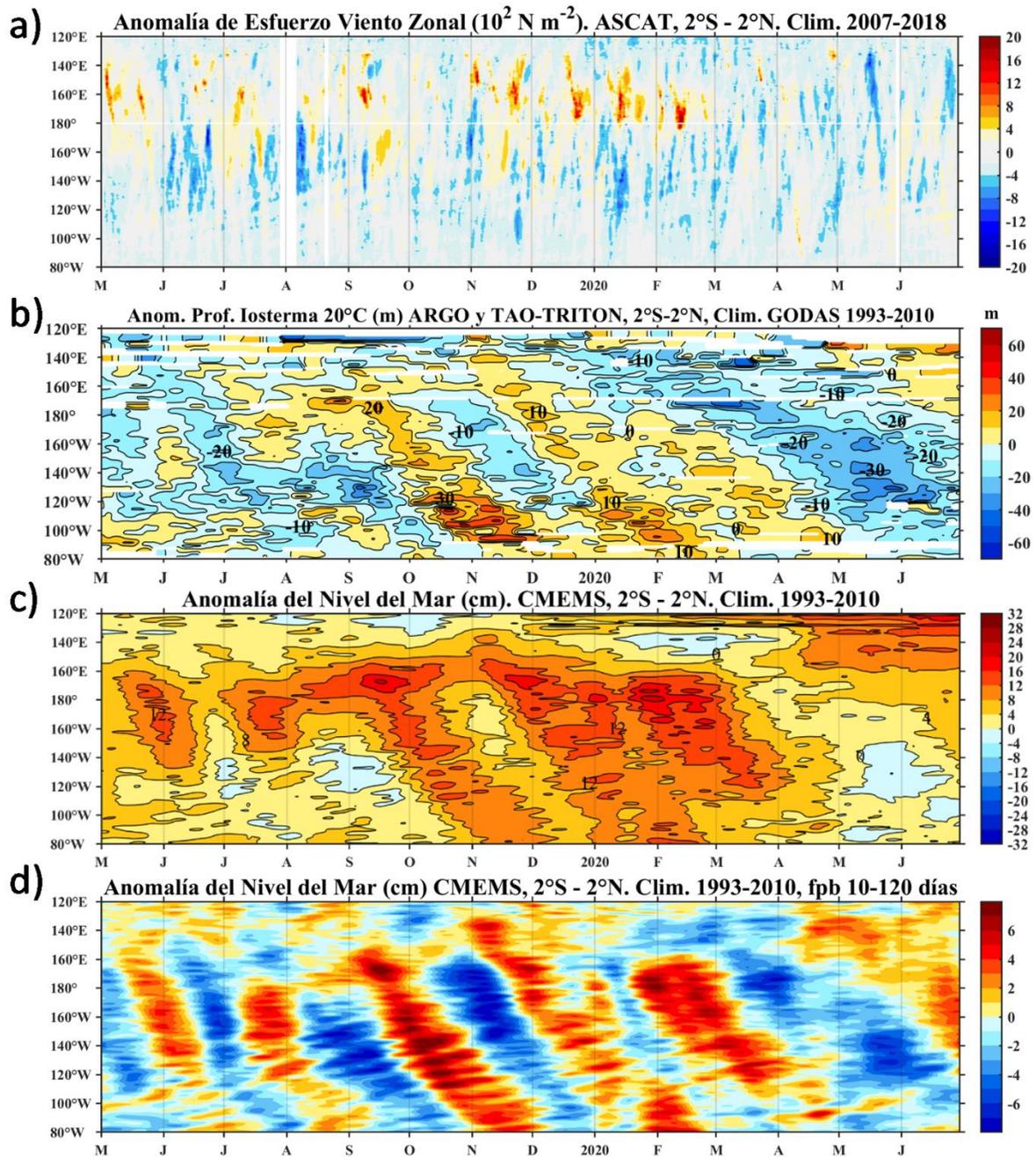


Figura 7. Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalia de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalia del nivel medio del mar diario (cm) y d) anomalia del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasabanda 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. Las flechas rojas y azules indican el paso de ondas Kelvin cálidas y frías a través del Pacifico Ecuatorial.

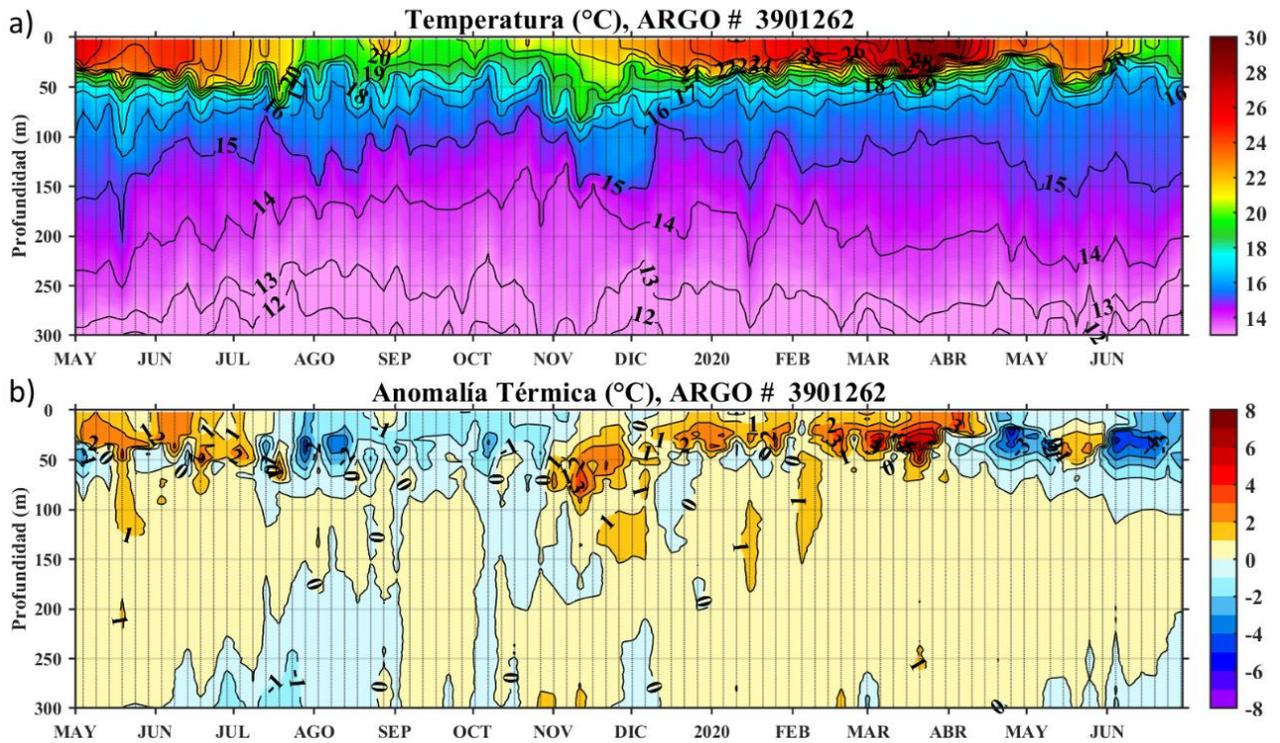


Figura 8. Evolución de la a) temperatura (°C), y b) anomalía de la temperatura (°C) del agua de mar del flotador ARGO frente al este de Galápagos (85.5°W – 2.0°S), entre mayo de 2019 y junio 2020. Las anomalías de la temperatura y salinidad del agua (°C) se calcularon en base al promedio climatológico de 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

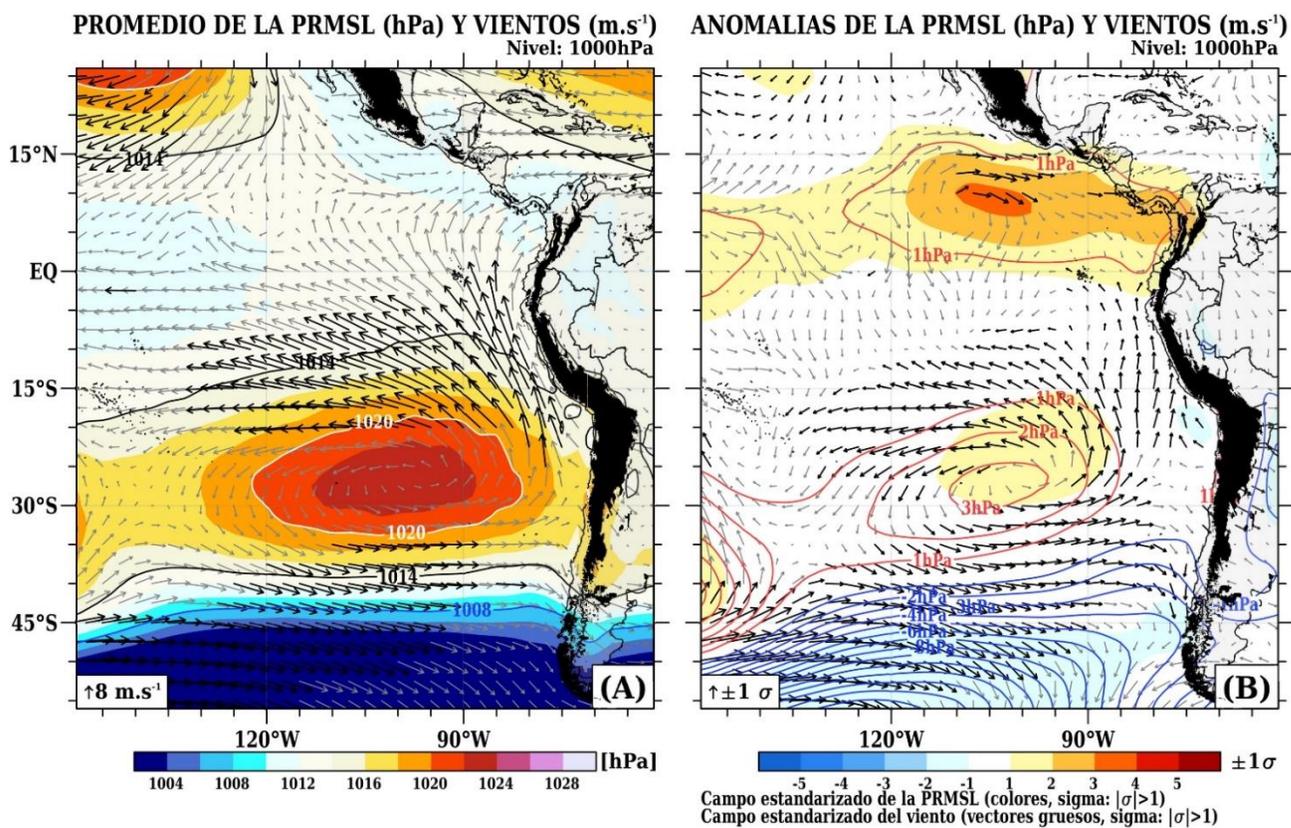


Figura 9. Promedio mensual (a) y anomalías (b) de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) y vientos (flechas) para junio 2020. Procesamiento: SENAMHI.

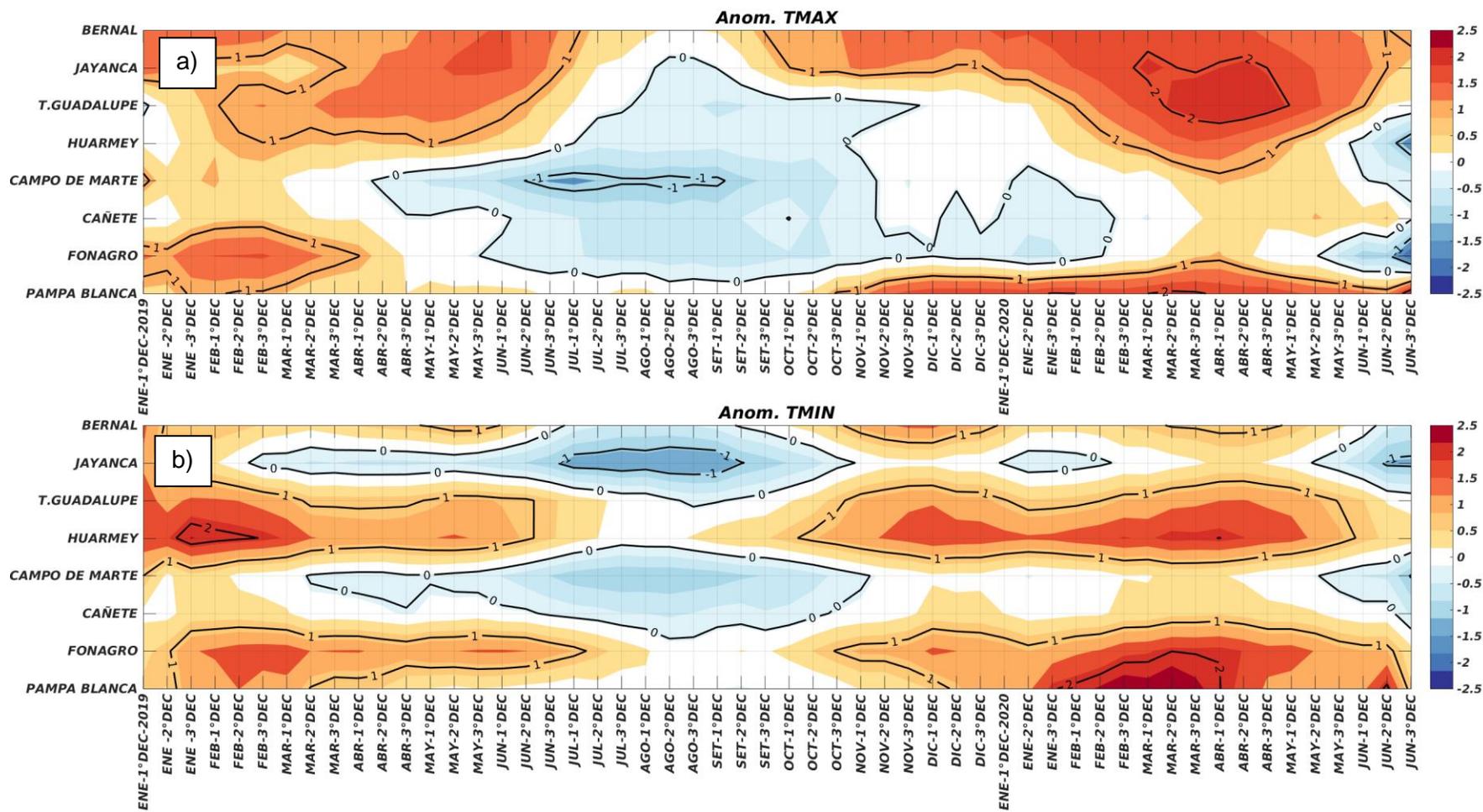
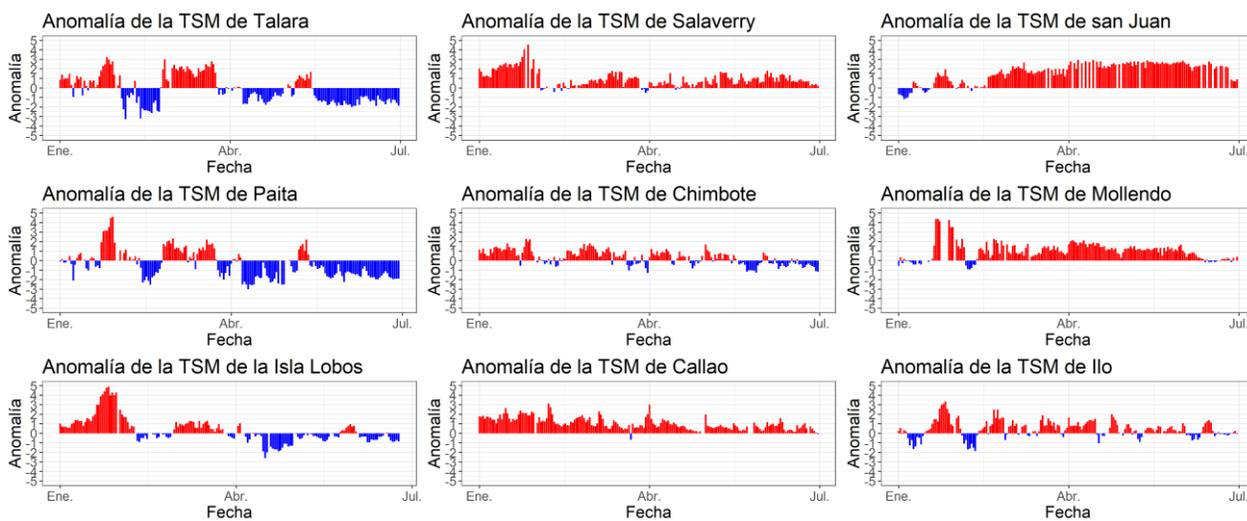


Figura 10. Anomalías de las temperaturas del aire máxima (superior) y mínima (inferior) en las estaciones costeras de SENAMHI entre enero 2019 hasta junio 2020. Fuente: SENAMHI.

a)



b)

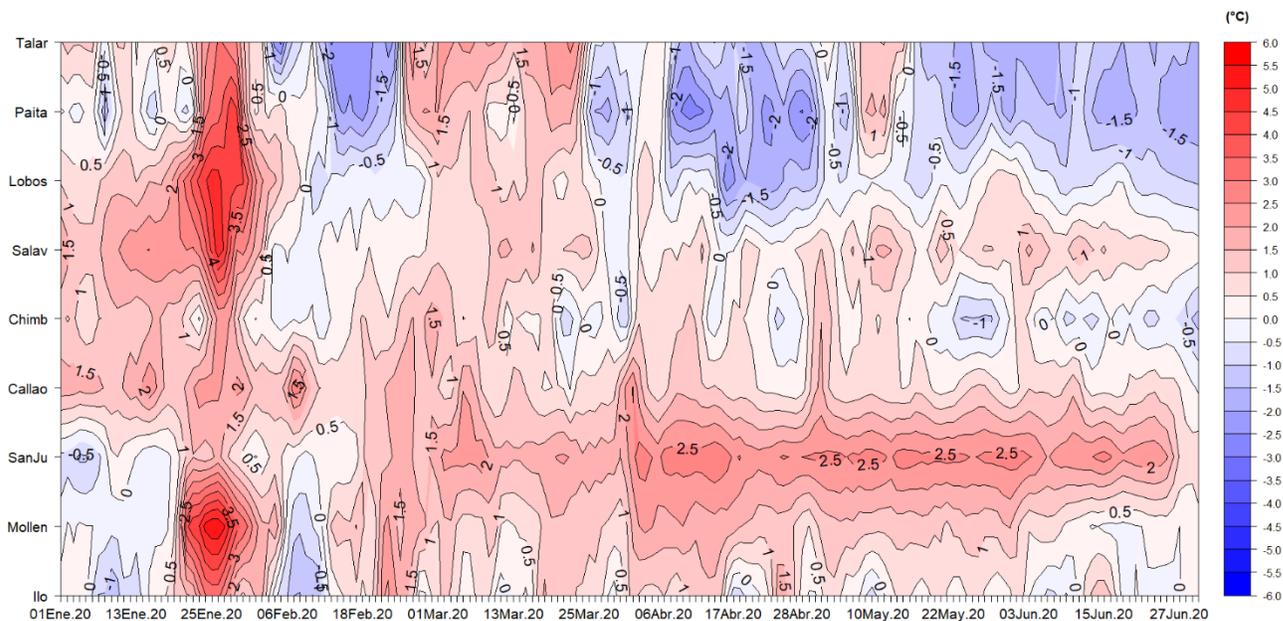
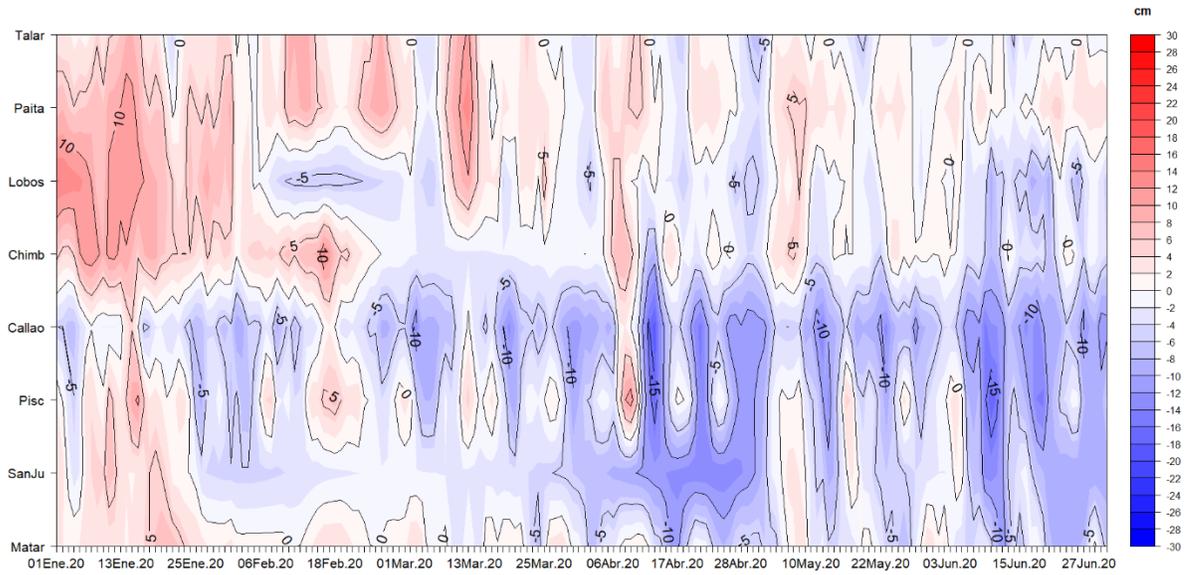


Figura 11. Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 3 meses, a) serie y b) hövmoller. Actualizado al 30 de junio. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV,

a)



b)

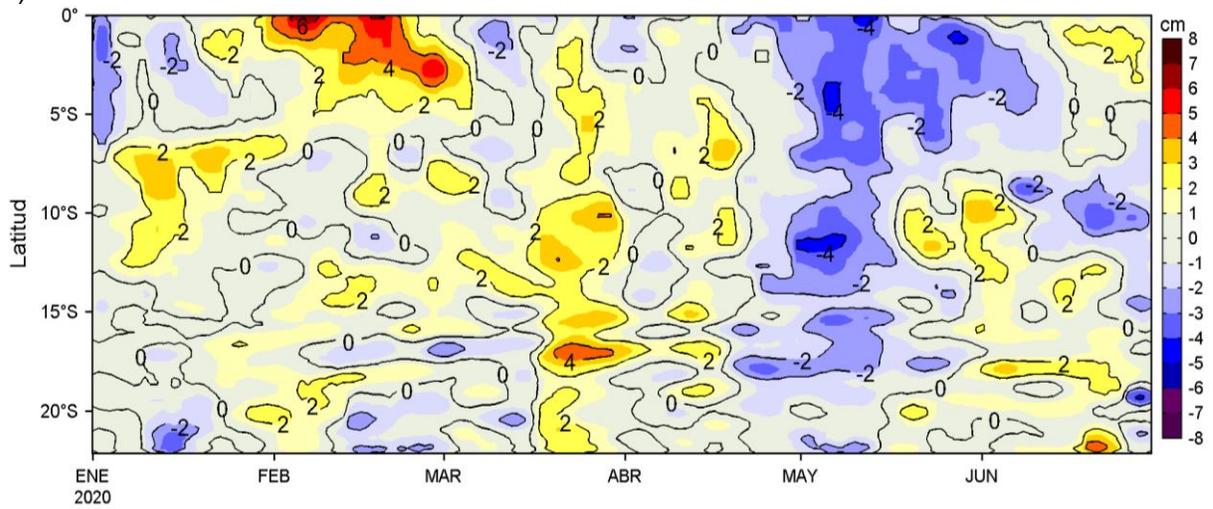


Figura 12. Anomalías del NMM, actualizados al 30 de junio del 2020: a) Diagrama Hovmöller durante el último semestre en estaciones costeras de la DIHIDRONAV y b) Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel del mar diario (cm) con un filtro pasa alto de 120 días, para una franja de 60 m.n. (~111 km) adyacente al litoral peruano. Fuente: CMEMS v3.0; Climatología: 1993-2012. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

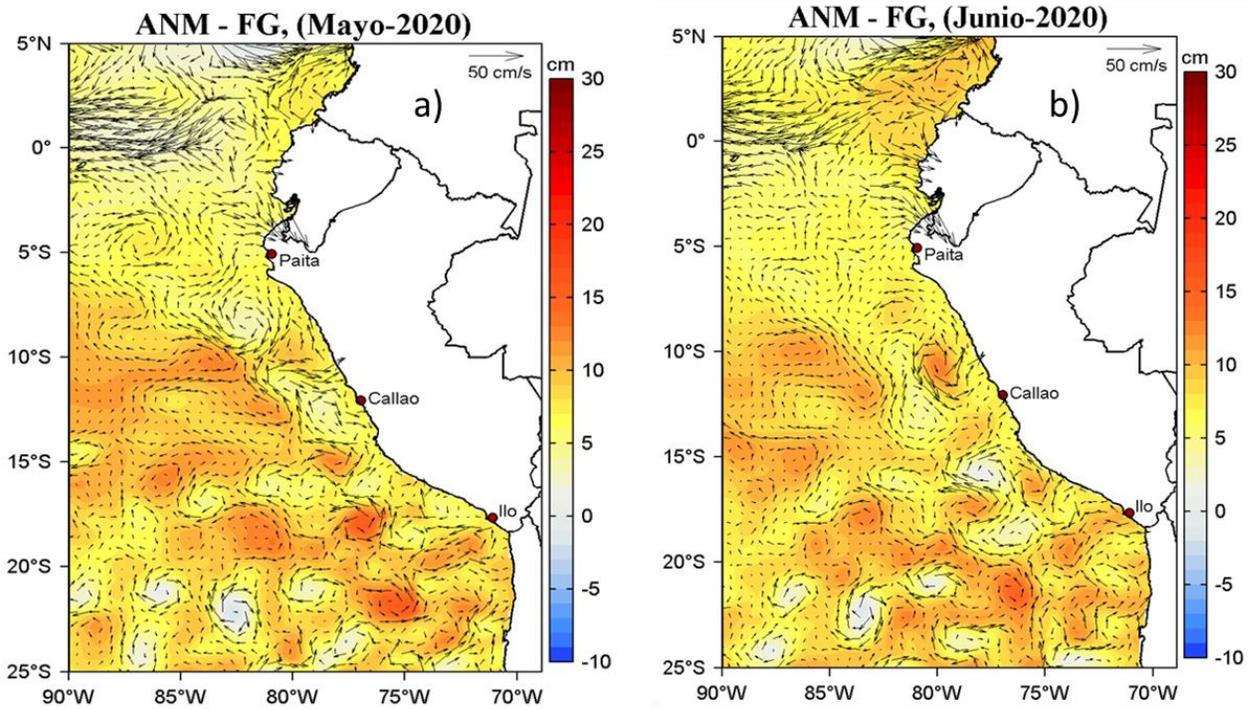
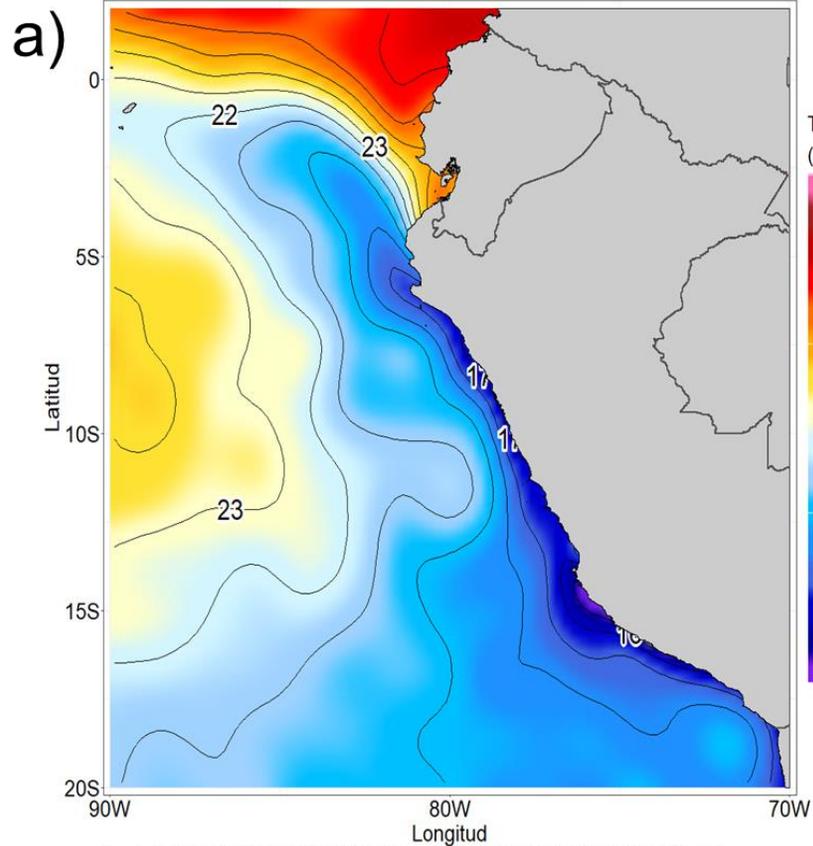


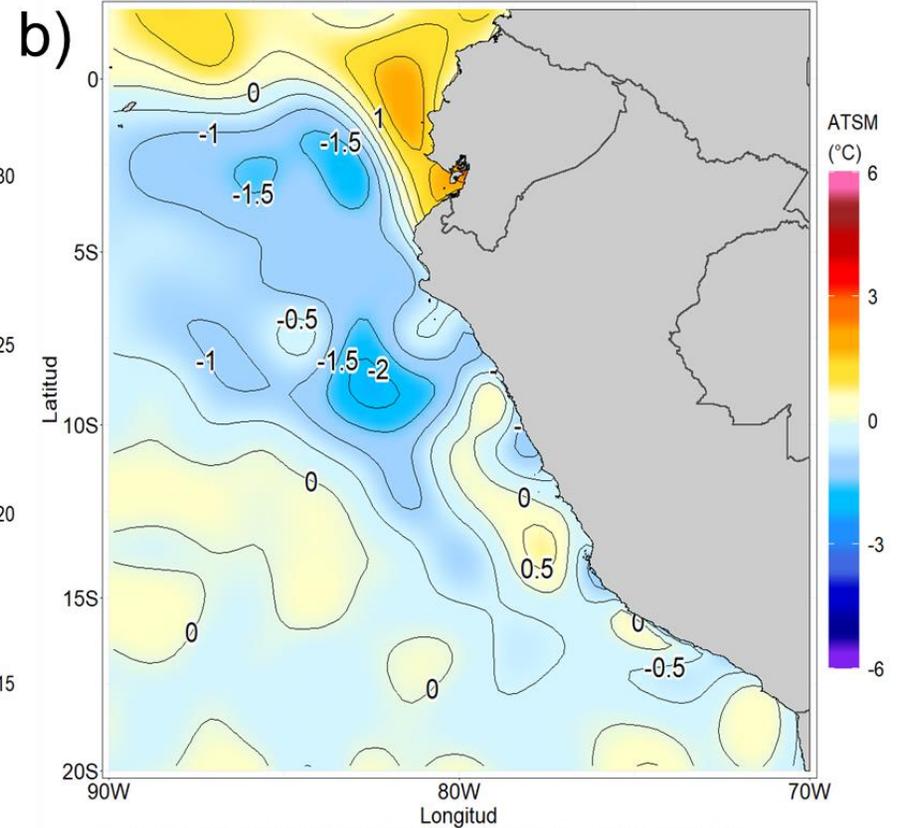
Figura 13. Anomalías del Nivel del Mar (ANM, cm) y los flujos geostróficos (FG, $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), Fuente: CMEMS v3.0, para el mes de mayo (a) y junio (b) de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN
Dpto. de Oceanografía - Div. Oceanografía
Temperatura Superficial del Mar: del 01-Junio al 30-Junio-2020



Fuente: COPERNICUS MARINE ENVIRONMENT MONITORING SERVICE (CMEMS v3.0).
Climatología: 1981-2009

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN
Dpto. de Oceanografía - Div. Oceanografía
Anomalia de la Temperatura Superficial del Mar: del 01-Junio al 30-Junio-2020



Fuente: COPERNICUS MARINE ENVIRONMENT MONITORING SERVICE (CMEMS v3.0).
Climatología: 1981-2009

Figura 14. Mapa de temperatura (a) y anomalía superficial del mar (b) frente a la costa peruana, durante el mes de junio del 2020.
Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

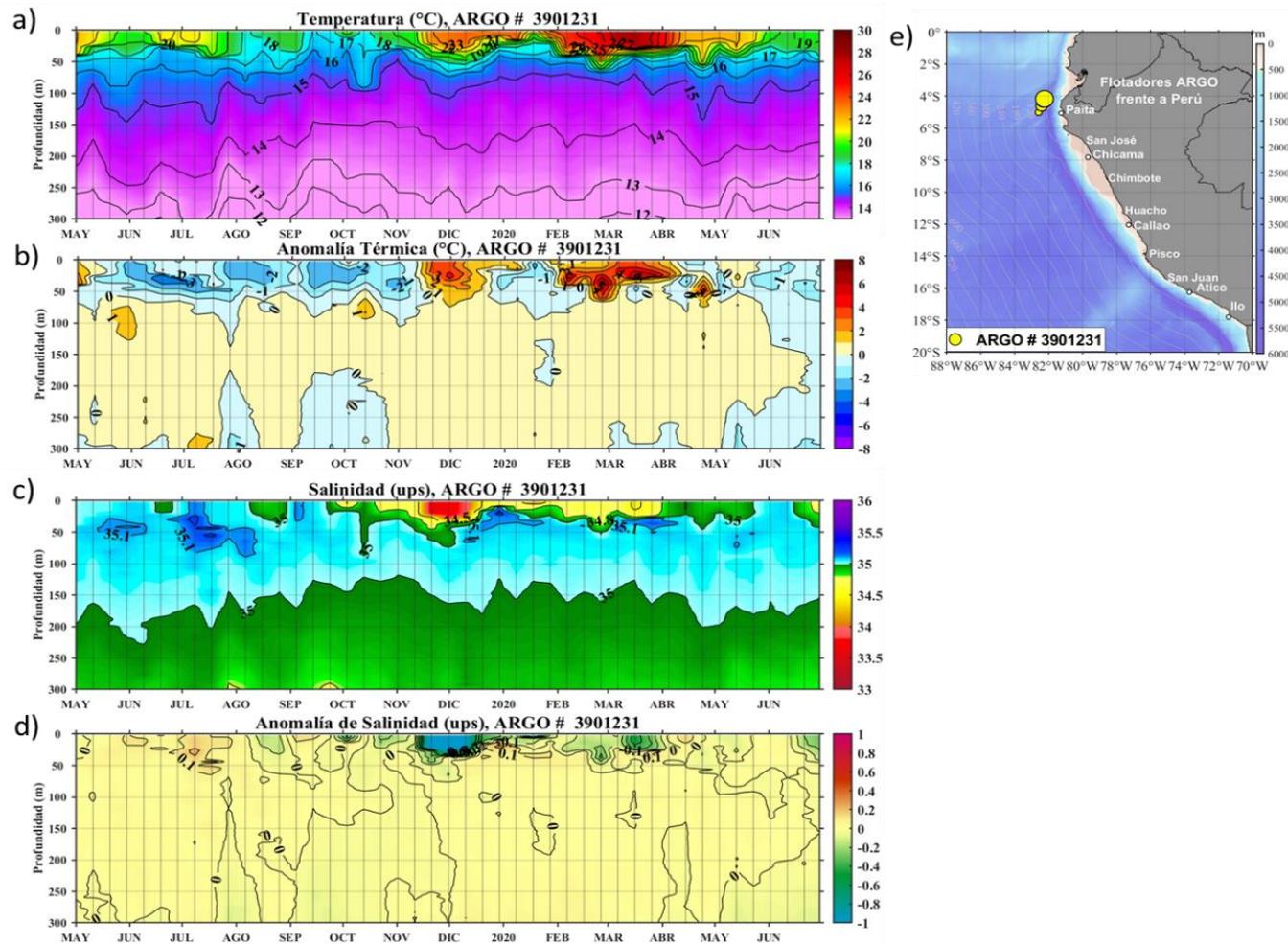
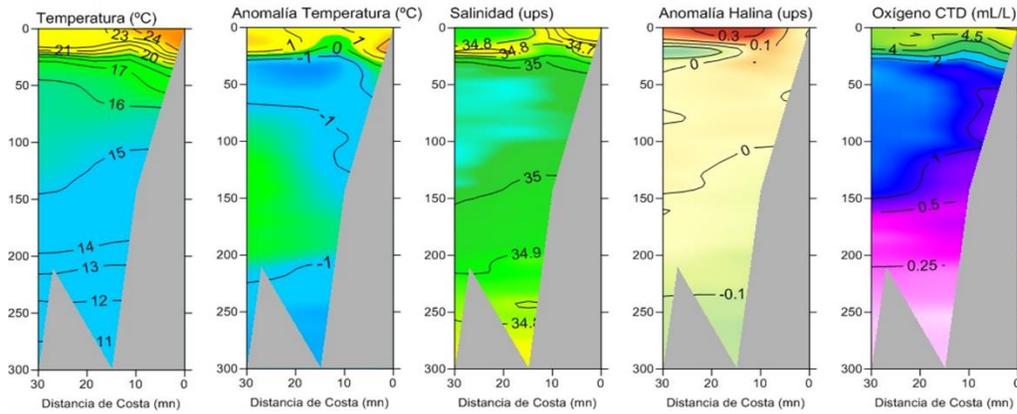
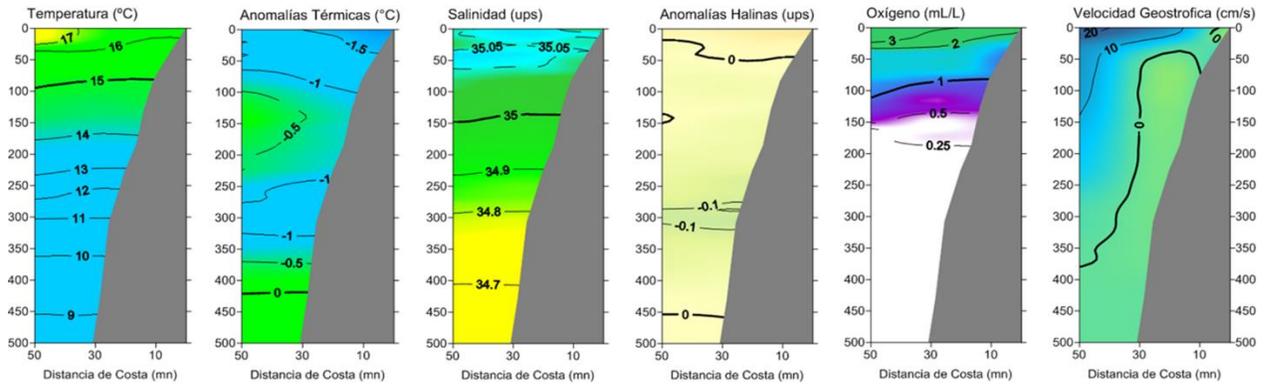


Figura 15. Evolución de la a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de la salinidad (ups) del agua de mar del flotador ARGO frente a Tumbes, entre mayo de 2019 y junio 2020, y e) ubicación de las últimas posiciones para mayo donde brindó información el flotador ARGO (82.4°W – 4.3°S). Las anomalías de la temperatura y salinidad del agua (°C) se calcularon en base al promedio climatológico de 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

a) Sección Zorritos (06 – 08 de junio del 2020)



b) Sección Paita (13 – 15 de junio del 2020)



c) Sección Chicama (24 de junio del 2020)

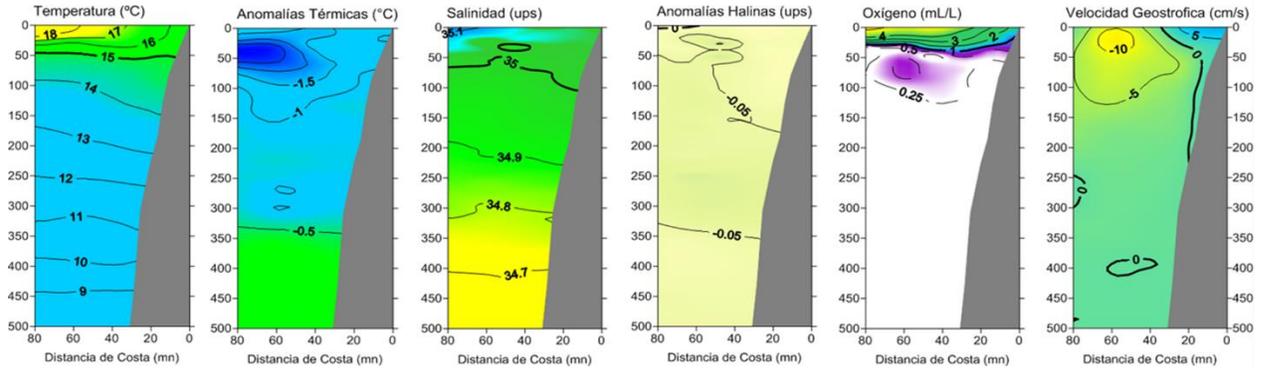


Figura 16. Secciones oceanográficas de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), anomalía térmica ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (ups), anomalía halina (ups) y velocidad geostrofica (cm s^{-1}) hasta 300 m frente a Zorritos (a), Paita (b) y Chicama (c). Fuente: IMARPE.

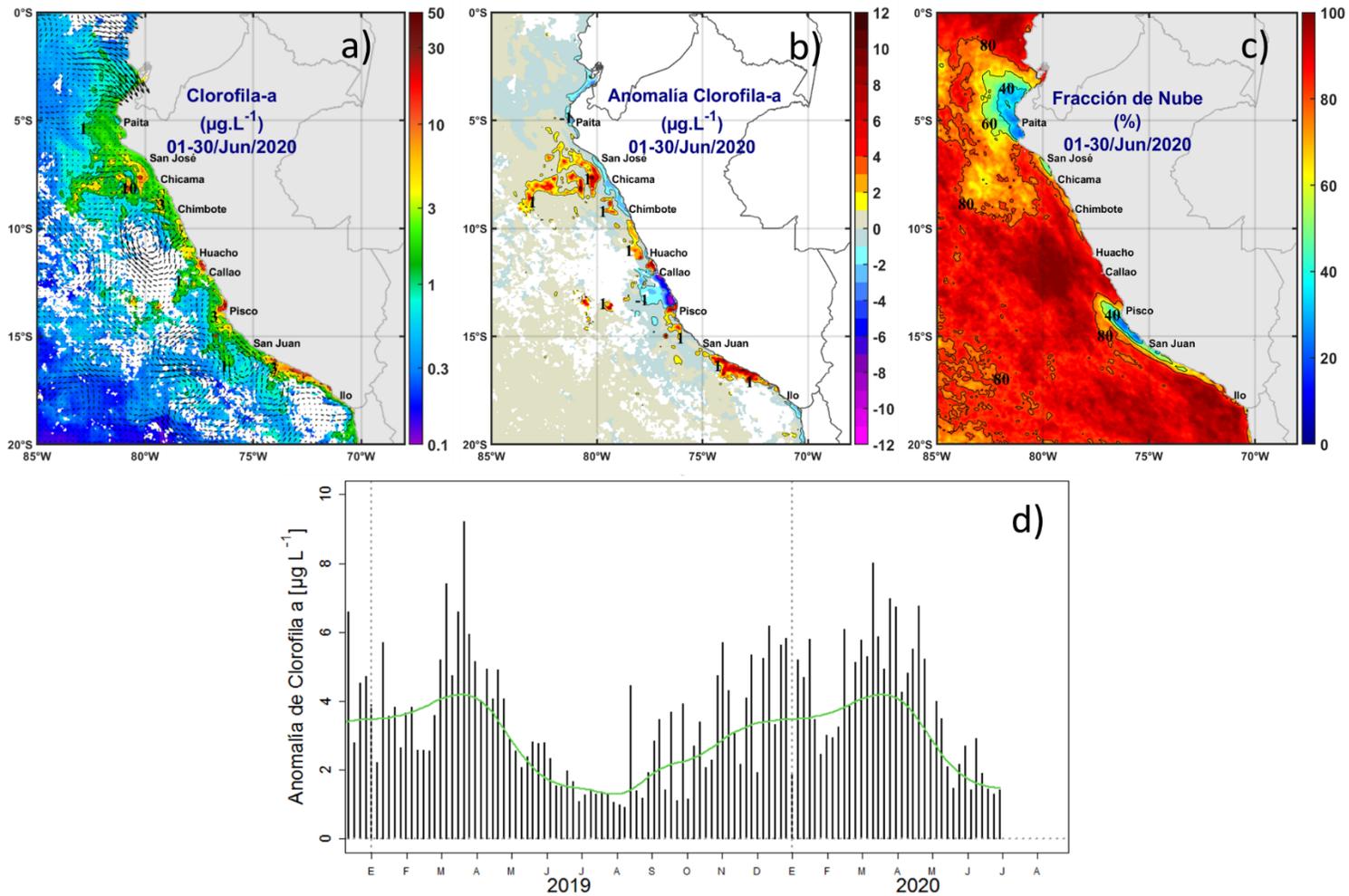


Figura 17. Mapa de la concentración con los flujos geostróficos superficiales de CMEMS v3.0 (flechas) y mapa promedio de la concentración de clorofila-a satelital (colores) (a), y su anomalía (b), y la fracción de nubes (c) proveniente de MODIS-AQUA durante junio de 2020 ($\mu\text{g L}^{-1}$). En (d), se muestra la serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (línea negra) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWIFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4°S-16°S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

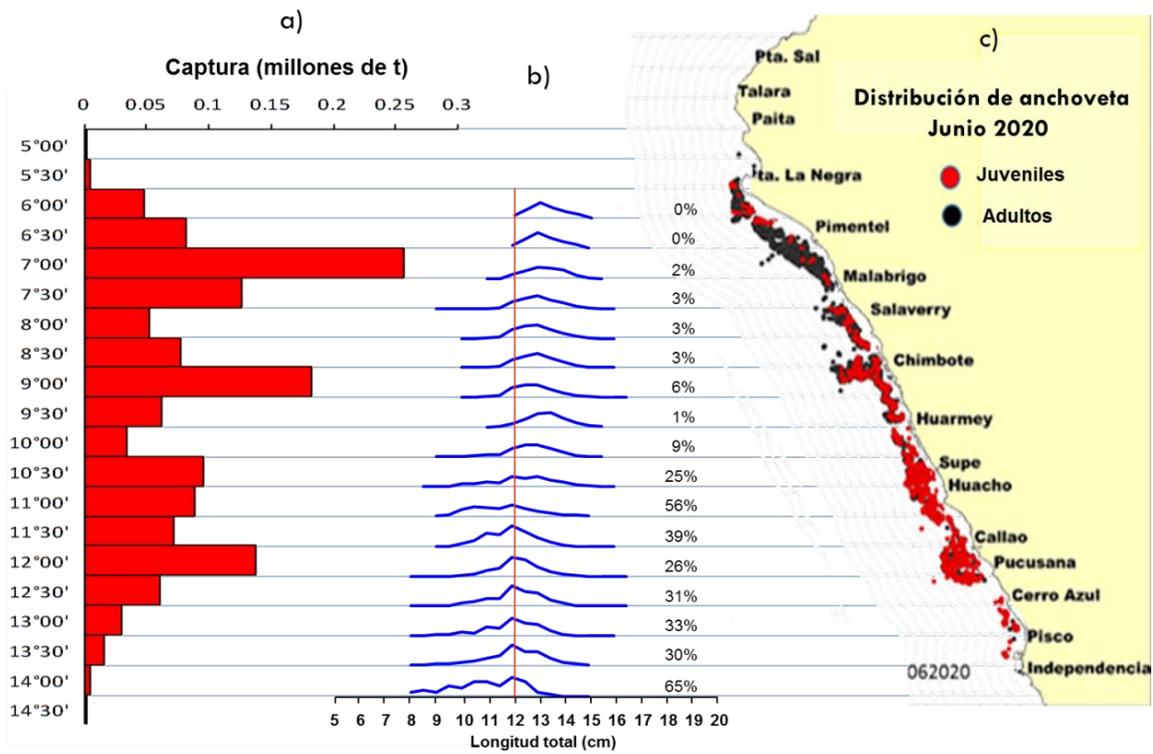


Figura 18. a) Captura (millones de t), b) tallas y c) distribución de anchoveta en la región Norte-Centro durante junio 2020. Fuente: IMARPE.

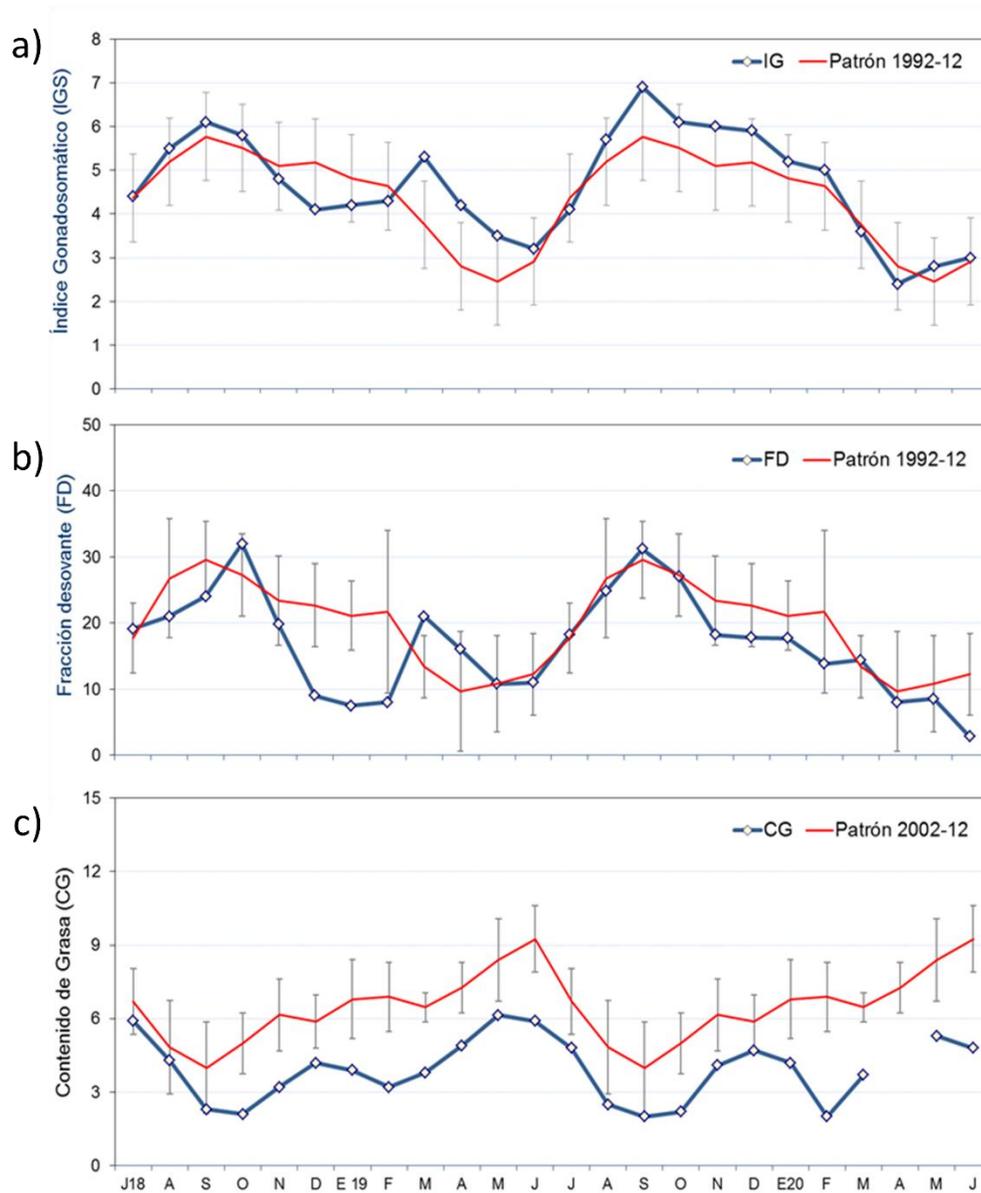


Figura 19. Indicadores reproductivos a) Índice Gonadosomático (IGS) y b) Fracción Desovante (FD), e indicador somático c) contenido graso del stock norte-centro del recurso anchoveta. Serie mensual: julio 2018 – junio 2020. Fuente: IMARPE.

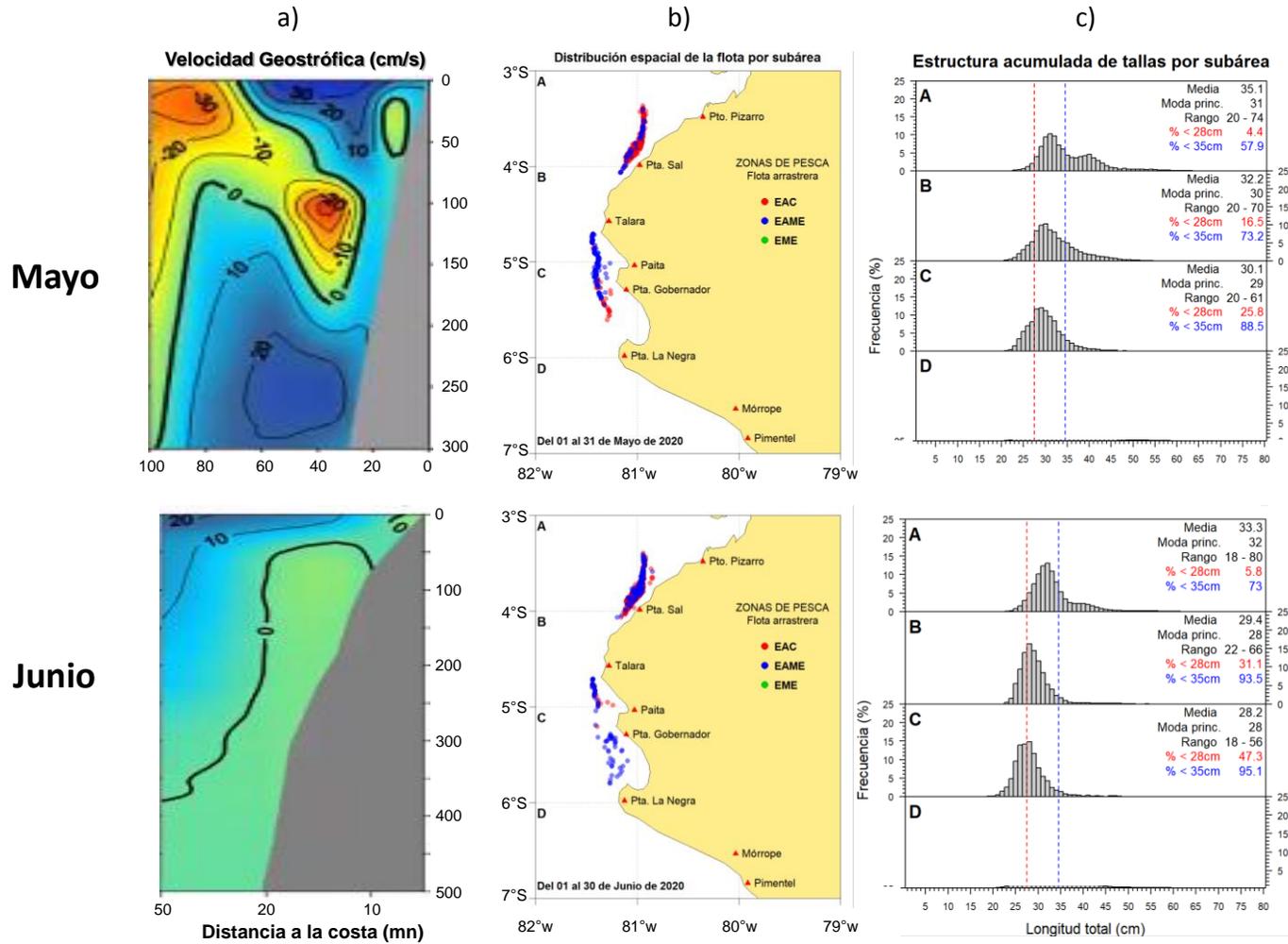


Figura 20. a) Velocidad geostrófica en la sección Paita, b) distribución y c) estructura de tallas de la merluza durante junio 2020. Fuente: IMARPE.

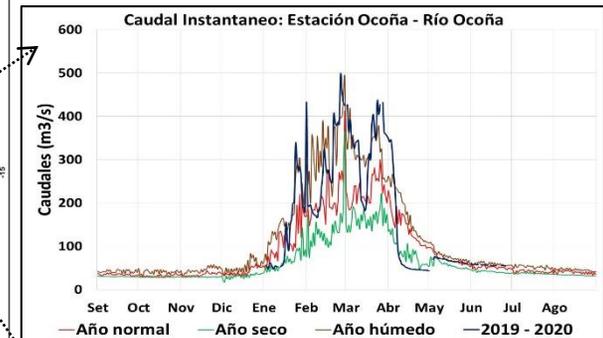
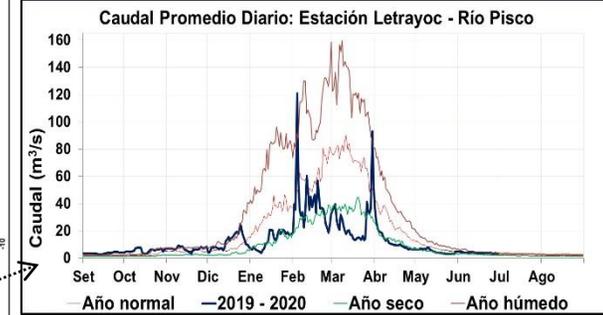
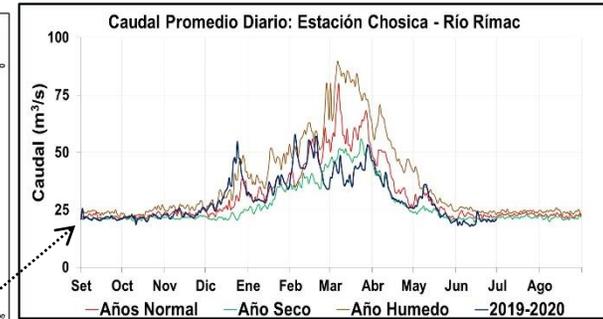
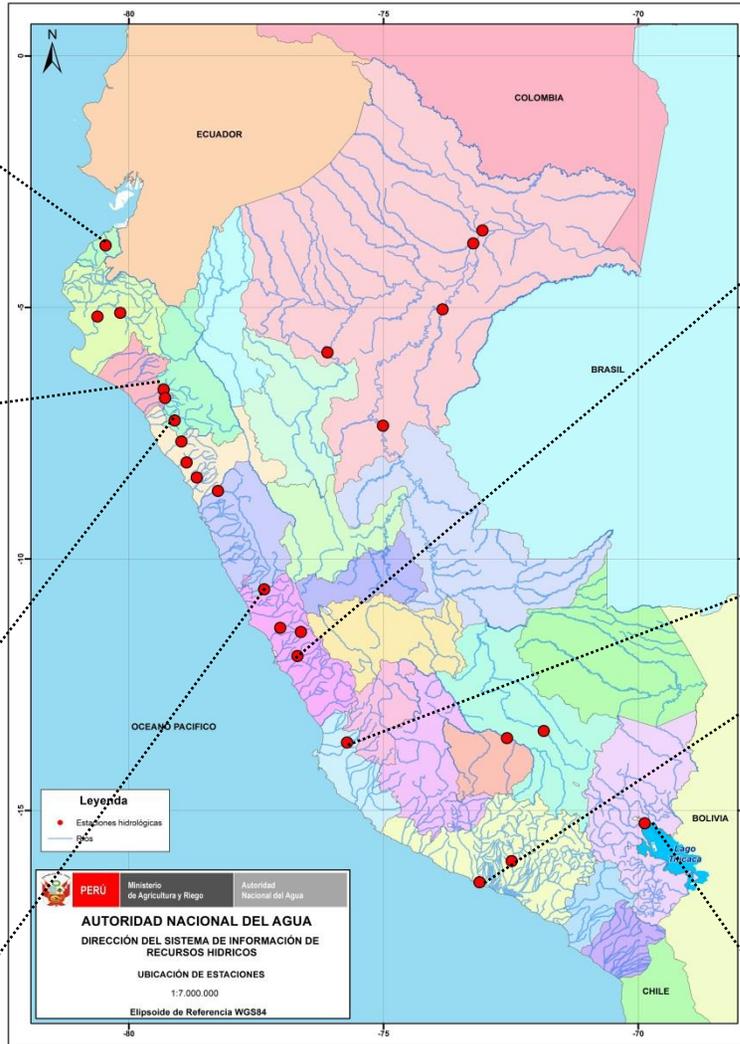
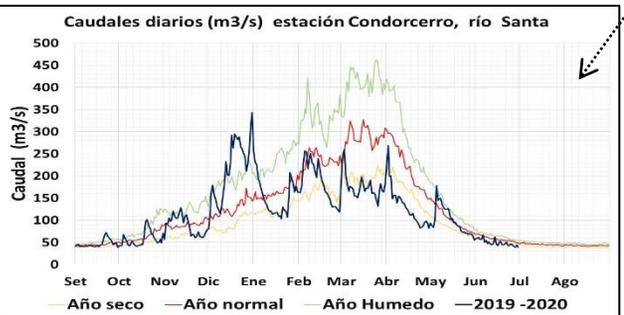
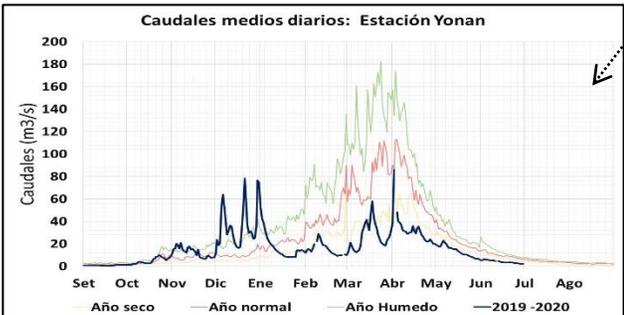
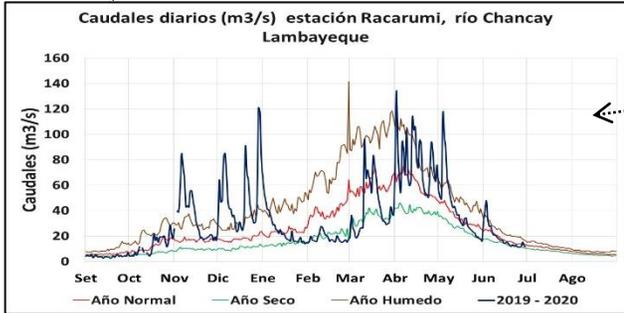
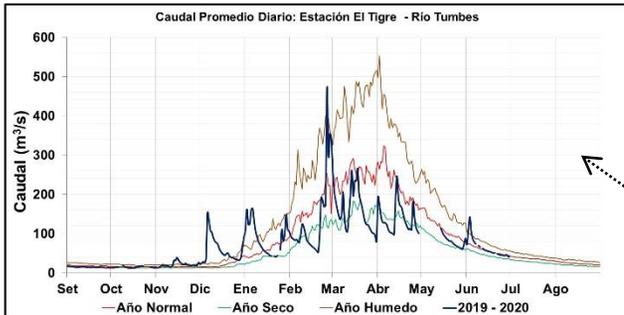


Figura 21. Caudales y niveles diarios ($m^3 s^{-1}$ y msnm) de los principales ríos del norte (izquierda), centro (centro) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 30 de junio 2020. Las líneas azules indican caudales y niveles de agua del año hidrológico 2019-2020, rojas: caudales normales; Fuente: SENAMHI, Proyecto Especiales y Operadores hidráulicos. Procesamiento: ANA.

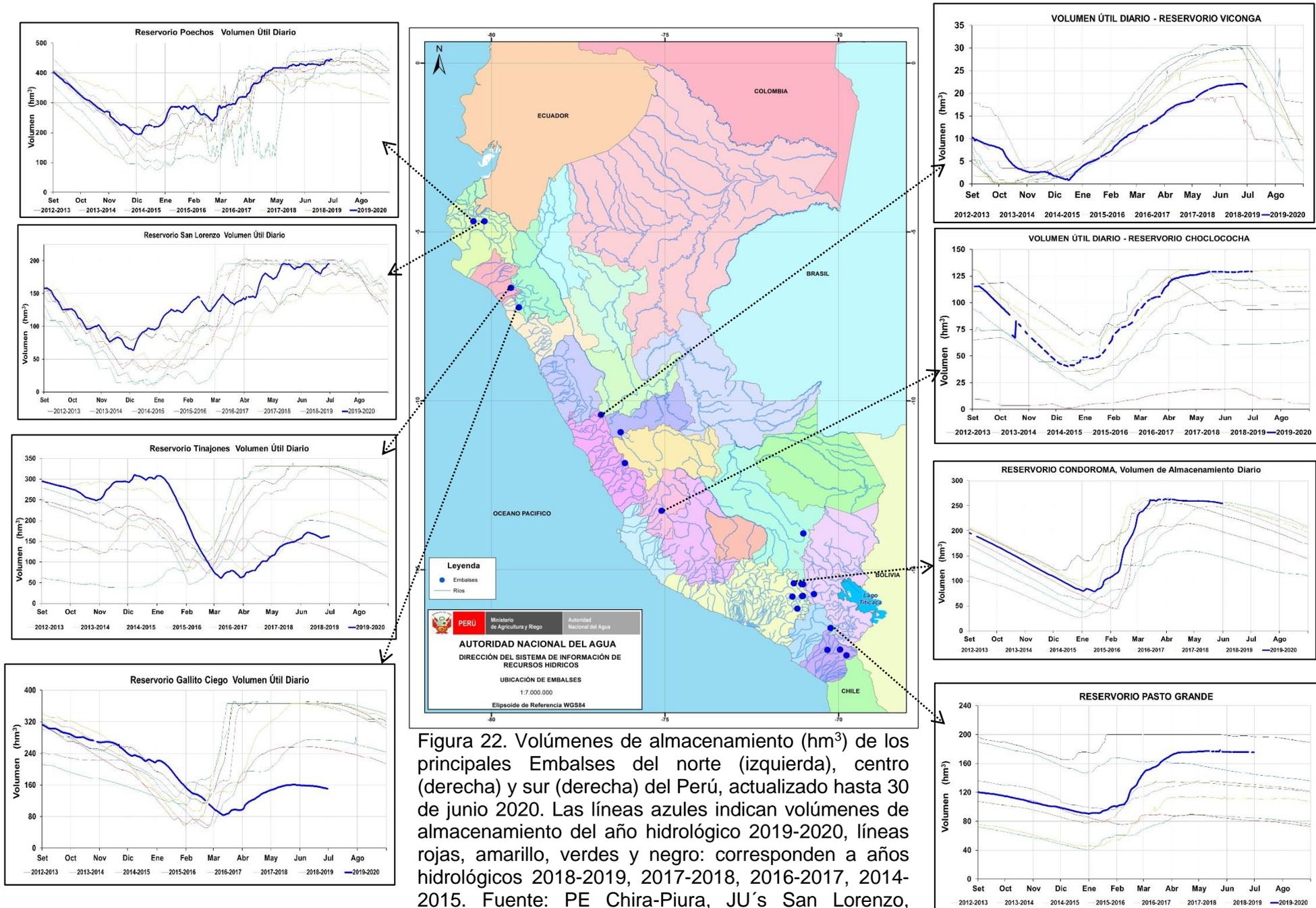


Figura 22. Volúmenes de almacenamiento (hm^3) de los principales Embalses del norte (izquierda), centro (derecha) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 30 de junio 2020. Las líneas azules indican volúmenes de almacenamiento del año hidrológico 2019-2020, líneas rojas, amarillo, verdes y negro: corresponden a años hidrológicos 2018-2019, 2017-2018, 2016-2017, 2014-2015. Fuente: PE Chira-Piura, JU's San Lorenzo, Chancay Lambayeque, AUTODEMA, GORE PERPG, EGESUR. Procesamiento: ANA.

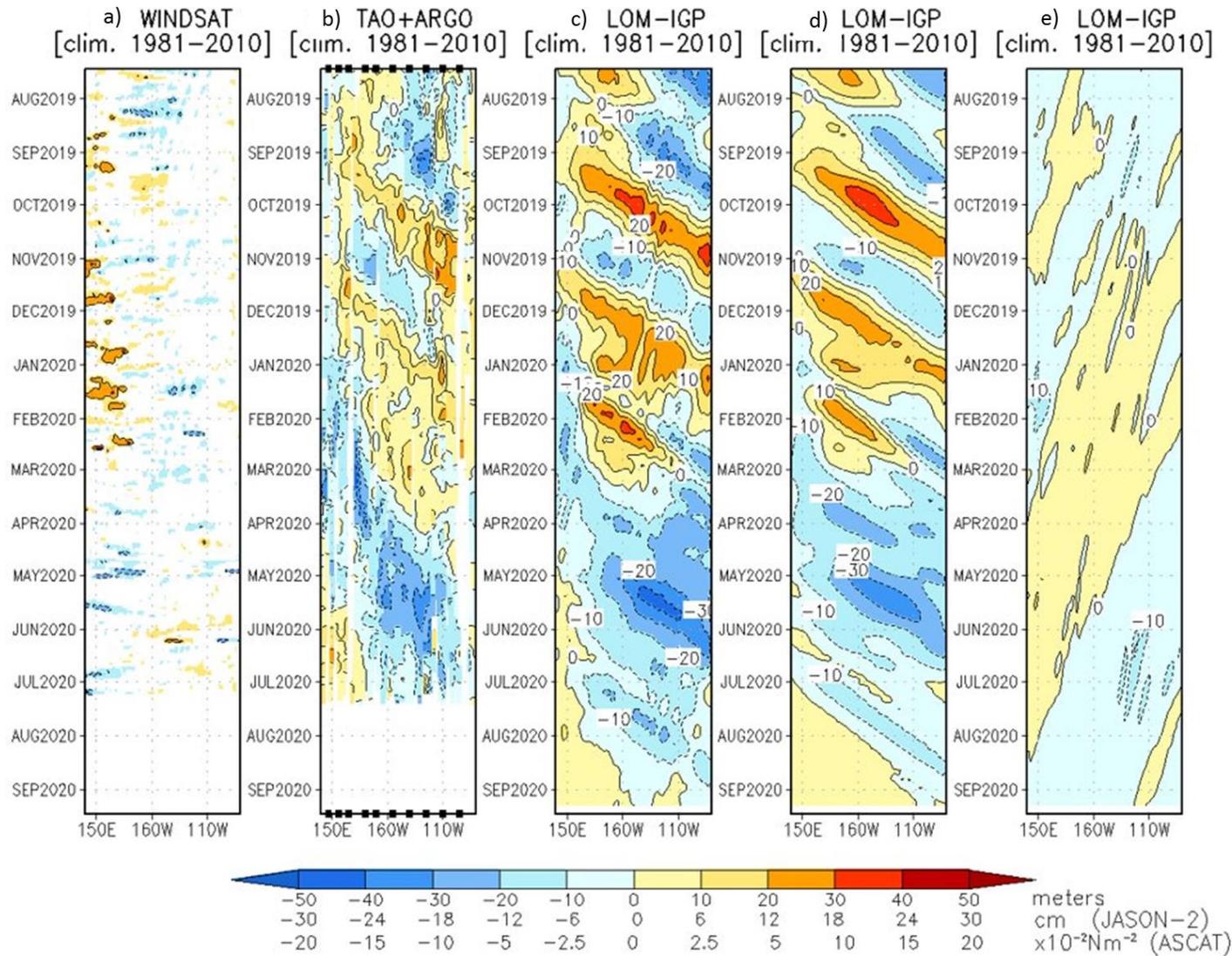


Figura 23. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO y los derivadores de Argo (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda de Rossby (e), calculado con el Modelo oceánico lineal (LOM-IGP), forzando por WINDSAT y tau=0 para el pronóstico. Fecha de inicio del pronóstico: 09 de julio. Procesamiento: IGP.

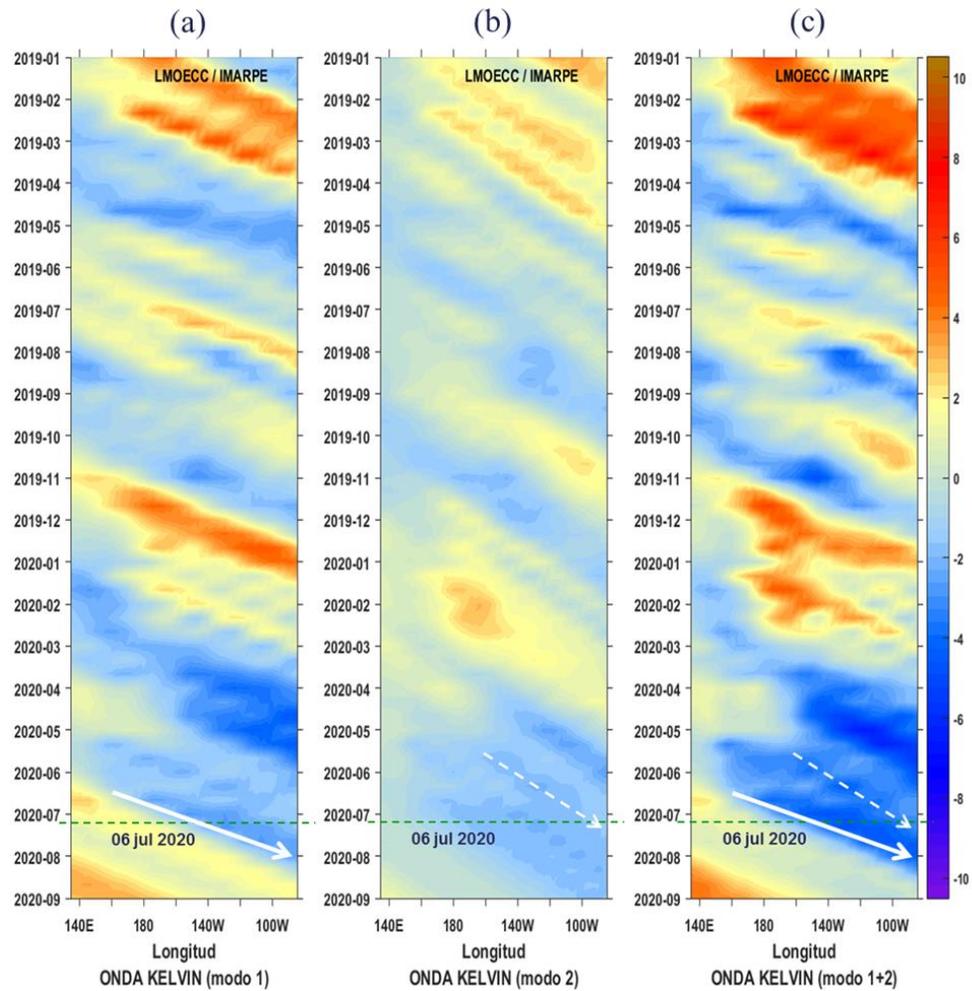


Figura 24. Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento; fecha inicial del pronóstico; 06 de julio. Fuente: IMARPE.

ANEXOS

1. VARIABLES UTILIZADAS

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

VARIABLE	FUENTE																PROCESAMIENTO	OBSERVACIONES			
	Observaciones <i>in situ</i>								Satélite/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	Cultivo	ESRL/NOAA	GPM	Re-análisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS			TRMM-3B42	SeaWiFS + MODIS	GFS
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																					
Radiación de Onda Larga										X										IGP	
Presión Atmosférica												X								SENAMHI	
Vientos												X	X					X		IGP/IMARPE	
Temperatura del Aire	X		X																	SENAMHI	
Precipitación	X										X									SENAMHI	
Precipitación estimada																X				SENAMHI/IGP	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																					
Temperatura del Mar	X	X	X	X	X							X		X						DIHIDRONAV/IMARPE	*Información de IMARPE (estaciones costeras, secciones verticales y Cruceros) disponible desde los 60s. 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.

2. INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

Condiciones biológico-pesqueras

La permanencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y aguas de mezcla, entre aguas costeras frías (ACF) y AES, en áreas cercanas a lo largo de la costa mantuvo la disponibilidad de recursos transzonales como caballa (*Scomber japonicus*) en la región norte centro dentro de las 40 m.n., registrándose como especie incidental en la pesquería de anchoveta. El jurel (*Trachurus murphyi*) fue capturado por embarcaciones artesanales en la zona sur del litoral hasta las 80 m.n. (Figura A.2.1).

En junio, durante la pesca de anchoveta en la región norte – centro, se capturó de manera incidental peces demersales y costeros y demersales como “merluza” y *Sciena deliciosa* “lorna”, siendo éste último indicador de aguas frías. Entre los recursos transzonales y oceánicos se registró “caballa” y *Sarda chiliensis chiliensis* “bonito”, principalmente dentro de las aguas de mezcla entre ACF y aguas subtropicales superficiales (ASS). Dentro de los invertebrados indicadores de masas de aguas frías, se presentaron el cefalópodo *Dorytheuthis (Amerigo) gahi* “calamar” y el crustáceo *Pleurocondes monodon* “múnida” (Figura A.2.2).

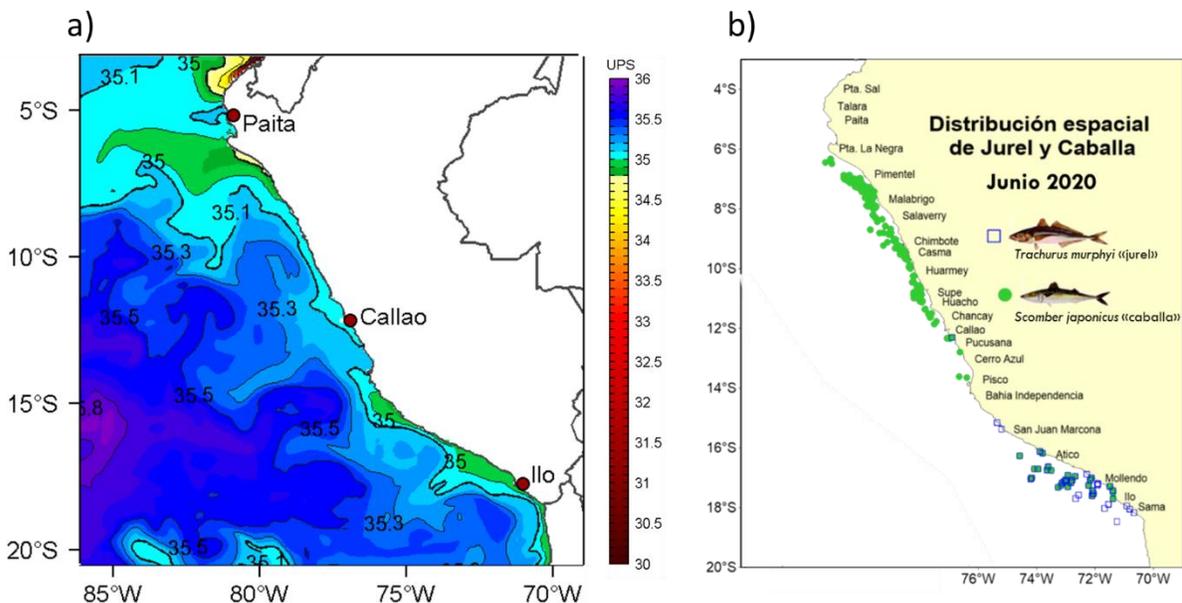


Figura A.2.1. Distribución de especies trans-zonales en relación a las condiciones ambientales, a) SSM y b) Puntos de pesca de jurel y caballa durante junio 2020. Fuente: IMARPE.

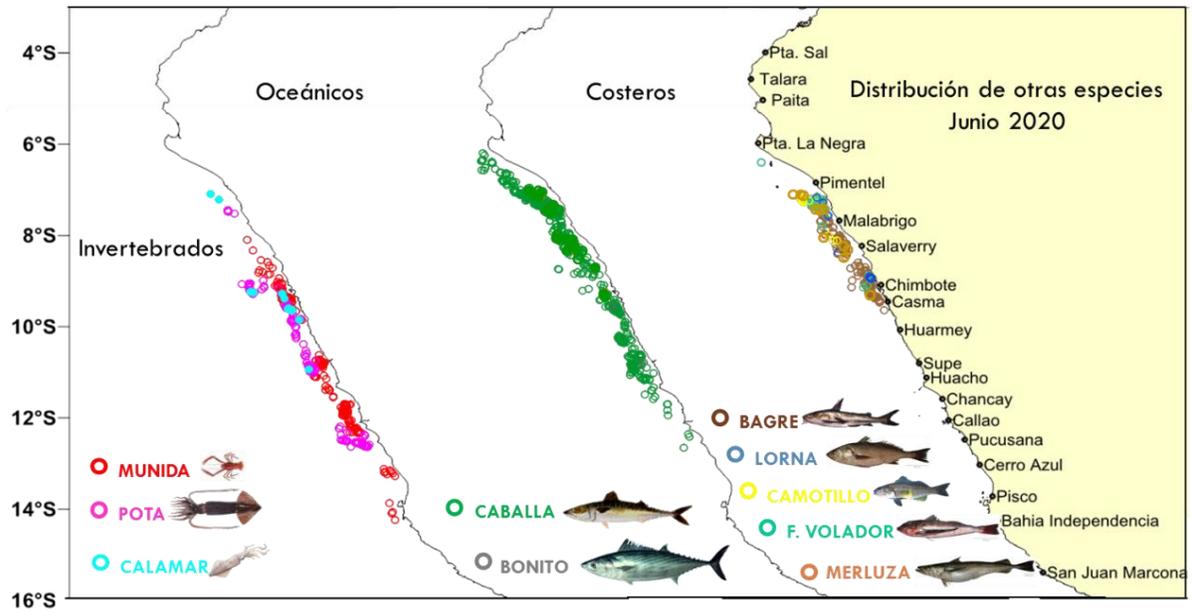


Figura A.2.2. Distribución de otras especies observadas en la primera temporada de pesca de anchoveta en la región norte – centro. Junio 2020.