

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 6 N°09

SETIEMBRE 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, Fernando Allasi y Renzo Adrianzen.

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

IGP: Kobi Mosquera, Yamina Silva y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Ernesto Fonseca Salazar

INDECI: Miguel Yamasaki, 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 del ENFEN)

Diseño de carátula: IMARPE

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

Este documento se puede citar como:

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

Informe Técnico ENFEN. Año 6, N° 09, setiembre de 2020, **51 p.**

El Informe Técnico ENFEN de setiembre 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, setiembre 2020

PRESENTACIÓN

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



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

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

Cordialmente,



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

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo.....	6
I. Introducción.....	7
II. Métodos.....	7
III. Condiciones observadas	9
Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial.....	9
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.....	12
V. Conclusiones y Recomendaciones	13
VI. Referencias.....	13
VII. Tablas.....	16
VIII. Figuras.....	21
Anexos	
1. Variables utilizadas	
2. Información suplementaria	

Diagnóstico climático y previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, setiembre de 2020

RESUMEN EJECUTIVO

En setiembre de 2020, respecto a agosto, la anomalía mensual de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región central (Niño 3.4), varió de $-0,6^{\circ}\text{C}$ a $-1,0^{\circ}\text{C}$; mientras que, en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, varió de $-1,0^{\circ}\text{C}$ a $-0,9^{\circ}\text{C}$. En la segunda quincena del mes, en la tropósfera baja, los vientos del este se intensificaron entre los 130°W y 165°W en el Pacífico Ecuatorial; mientras que frente a la costa norte de Sudamérica, hubo incursión de vientos del norte que favoreció el aporte de aire cálido a esa región. En niveles altos de la tropósfera predominaron flujos zonales del oeste. El grupo de ondas Kelvin frías generadas en agosto en el Pacífico central, alcanzó la región Niño 1+2, manteniendo en promedio las anomalías negativas de la temperatura del mar y provocando una disminución del nivel del mar. Asimismo, se detectó una nueva onda Kelvin fría, la cual se localiza a 160°W . A escala regional, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), se desplazó hacia el sur de su posición habitual con una configuración zonal y un núcleo intenso ($+4\text{ hPa}$). Esto favoreció la intensificación de los vientos alisios hacia el Pacífico central, pero propició el debilitamiento de los vientos del sudeste frente a la costa peruana, principalmente desde la segunda quincena del mes. Frente a la costa peruana, en la primera quincena se detectó el ingreso de aguas ecuatoriales superficiales (AES) cálidas y de baja salinidad hasta Paita. Entre Paita y San Juan de Marcona, se observó una intensificación de las condiciones frías anómalas, generando núcleos con anomalías mayores a -2°C al norte de Bayóvar. En la segunda quincena, las condiciones tendieron a normalizarse al norte de Paita, mientras que entre Paita y Callao predominaron anomalías de -1°C . Las aguas costeras frías (ACF) mantuvieron su predominio en una franja al sur de Paita, replegando al oeste a las aguas subtropicales superficiales, (ASS), cálidas y de alta salinidad, excepto en la costa central. En la capa subsuperficial, durante el mes se continuó observando a la termoclina y oxiclina en una posición somera en la franja adyacente a la costa norte y centro. Asimismo, se detectó el predominio de flujos hacia el norte sobre el margen continental, consistente con el paso del grupo de ondas Kelvin frías; las anomalías térmicas negativas se debilitaron entre la primera y segunda quincenas. En relación con la productividad marina, la concentración de clorofila-a presentó sus mayores valores en la primera quincena del mes, con un núcleo de $20\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ frente a Pisco y anomalías positivas significativas frente a Paita y de Pisco hacia el sur en la franja costera. En la segunda quincena la concentración de clorofila-a disminuyó, presentando sus mayores valores a 60 millas náuticas frente a Pisco. En el aspecto biológico pesquero se observó que la anchoveta del stock norte-centro alcanzó su periodo principal de desove, por lo cual el contenido graso presentó una disminución en sus valores debido al gasto energético invertido en los procesos reproductivos. Se detectó la presencia de especies transzonales como jurel, caballa y bonito, principalmente entre las 30 a 60 millas náuticas en la región sur. El calamar gigante se distribuyó de Paita a Pimentel, entre las 25 y 100 millas náuticas de la costa, mientras que la merluza adulta mantuvo su mayor concentración en el extremo norte. En el aspecto hidrológico, los caudales de los principales ríos de la costa norte y centro, así como de la región del Titicaca estuvieron por debajo de su normal, mientras que los ríos de la costa sur presentaron caudales sobre lo normal. En cuanto a los impactos agrometeorológicos, las temperaturas mínimas normales a ligeramente frías promovieron la fructificación del mango en la región Piura, el cuajado de frutos y floración del mango Kent en los valles de Lambayeque, así como el macollaje y el desarrollo vegetativo del arroz en la costa norte. En la costa sur (La Yarada, Tacna), las temperaturas diurnas y nocturnas en su rango normal favorecieron el desarrollo del botón floral del olivo. Finalmente, de acuerdo con los modelos climáticos internacionales, se espera el desarrollo del evento La Niña débil a moderada en el Pacífico ecuatorial central hasta febrero 2021. En la región Niño 1+2, según el juicio experto del ENFEN, se espera que se mantengan las condiciones frías anómalas debido al efecto de las ondas Kelvin frías, alcanzando la condición de La Niña Costera de magnitud débil, que culminaría antes de fin de año. Para el período diciembre 2020 a marzo 2021, para la región Niño 1+2, se estima una mayor probabilidad de las condiciones neutras (62 %), seguidas de las probabilidades de La Niña (24 %). Para el Pacífico central se mantiene la estimación de una mayor probabilidad de condiciones neutra (53 %), seguida de La Niña débil (43 %).

I. INTRODUCCIÓN

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

En este contexto, la Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN) mantiene el monitoreo constante y las predicciones del desarrollo de ENOS, reportando periódicamente el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos en el Pacífico ecuatorial y sudoriental, así como de la dinámica subsuperficial de parámetros oceanográficos, con mayor atención en la zona costera de Perú. Para los impactos en el ecosistema marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, al igual que la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Asimismo, 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 OSTIA (Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis) proporciona mapas diarios con una resolución horizontal de $0,05^\circ \times 0,05^\circ$ ($1/20^\circ$), utilizando datos *in situ* y satelitales de radiómetros infrarrojos y de microondas. Las anomalías de la TSM se calculan en base a la climatología del producto Pathfinder a una resolución horizontal de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ ($1/4^\circ$).

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

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

1.2. Índices

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

Índices reproductivos de anchoveta: La información del proceso reproductivo de la anchoveta proviene de los muestreos biológicos realizados en las diferentes sedes regionales del IMARPE (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 y Pronósticos

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

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia: El modelo se utiliza para representar la propagación de la onda Kelvin ecuatorial (OKE) en 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del *reanalysis* NCEP (Kalnay et al. 1996) y siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). El análisis de la OKE se realiza solamente con dos modos baroclínicos (modo 1, modo 2), los que se propagan a diferentes velocidades; y a la vez se considera la suma de ambos modos, resultado que proporciona mayor contribución en la anomalía del nivel del mar.

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

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

III. CONDICIONES OBSERVADAS EN SETIEMBRE DE 2020

Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial

El océano Pacífico ecuatorial central y oriental la temperatura superficial del mar (TSM) presentó una disminución, incrementando la cobertura de anomalías negativas respecto a agosto (Figura 1), asociado al paso de la onda Kelvin fría durante la primera quincena del mes. En promedio en setiembre, se presentaron anomalías negativas de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en superficie (Tabla 1), mientras que, a nivel subsuperficial se observaron anomalías de hasta $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 150 m de profundidad en la región central (Figura 2). La anomalía mensual de la TSM en la región central (Niño 3.4), respecto a agosto, varió de $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; mientras que, en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, varió de $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 3, Tabla 1).

El Índice Costero El Niño para el mes de agosto (ICEN) y el ICEN temporal (ICEN-tmp) para setiembre indican condiciones frías débiles. Por su parte, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en ingles) para agosto y el ONI temporal (ONI-tmp) para setiembre también indican condiciones frías débiles. Hay que recordar que los valores del ICEN caracterizan la región centro y norte del mar peruano, mientras que los del ONI la región del Pacífico central (Figura 4, Tabla 2).

Sobre el Pacífico ecuatorial, en la tropósfera baja y alta, para la quincena de setiembre, no se presentaron cambios significativos respecto a agosto. Para la segunda quincena, para la misma región en baja tropósfera, los vientos del este se intensificaron desde 130°W hasta 165°W (Figura 5a); mientras que, en la cuenca oriental, frente a la costa norte de Sudamérica, se observó la incursión de vientos del norte que favoreció el aporte de aire cálido y en consecuencia el incremento térmico del aire (Figura 6). En niveles altos de la tropósfera (200 hPa), predominaron flujos zonales del oeste, principalmente en la región centro y este del Pacífico ecuatorial (Figura 5b). Respecto a la actividad convectiva anómala se intensificó sobre la región de Indonesia, mientras que la subsidencia fue más notoria alrededor de la línea de cambio de fecha (Figura 6).

El grupo de ondas Kelvin frías generadas en agosto en el Pacífico central, alcanzó la región Niño 1+2, manteniendo en promedio las anomalías negativas de la temperatura del mar y provocando, respecto a agosto, la disminución del nivel del mar. Por otro lado, un pulso de viento desarrollado en el Pacífico central en la quincena de setiembre contribuyó a la formación de otra onda Kelvin fría, la cual se localiza, según los datos *in situ*, remoto y modelos numéricos, en 160°W (Figuras 2 y 7).

Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS), considerando todo el mes de setiembre, se desplazó hacia el sur de su posición habitual, presentando un núcleo intenso con valor promedio mensual de 1026 hPa y una anomalía de hasta de +4 hPa. Su configuración zonal permitió la intensificación de los vientos alisios hacia la cuenca central del Pacífico (Figura 8), aunque, por otro lado, propició el debilitamiento notable de la magnitud de los vientos frente a la costa peruana, principalmente desde la segunda quincena del mes, favoreciendo las anomalías de vientos del norte (Figuras 9 y 10).

Las temperaturas extremas del aire (máximas y mínimas) a lo largo de la costa peruana, durante las dos primeras décadas de setiembre, presentaron valores debajo de su normal; las temperaturas máximas alcanzaron anomalías negativas de hasta -2,1 °C en la estación Trujillo, mientras que las temperaturas mínimas registraron anomalías negativas de hasta -1,9 °C en la estación Lambayeque. En la tercera década de setiembre, se observó una tendencia a la normalización de las temperaturas del aire en gran parte de la región costera, principalmente de las temperaturas mínimas, a excepción de la estación La Esperanza (Piura) que registró una anomalía negativa de -1,2 °C. En cuanto a las temperaturas máximas, la estación Bernal (Piura) reportó una anomalía positiva de +1,7 °C (Figura 11).

Condiciones oceanográficas en el mar peruano

En cuanto al nivel del mar, este disminuyó en todo el litoral hasta alcanzar anomalías negativas, con mayores valores en la zona sur, lo cual está relacionado al paso de las ondas Kelvin frías y a los procesos de afloramiento costero. Asimismo, en la franja adyacente a la costa, el nivel del mar, en promedio, también disminuyó respecto a agosto (Figura 12).

Durante la primera quincena de setiembre, en el litoral norte y sur del Perú se observó la persistencia de las anomalías negativas de la TSM, mientras que en la zona centro se presentaron condiciones entre normales a frías débiles. Por otro lado, a mediados del mes, la TSM en el litoral norte (norte de Piura y Tumbes) y en su franja adyacente, presentó un incremento rápido de sus valores en hasta 3 °C por encima de lo normal, asociado al debilitamiento de los vientos del sur y al ingreso de las aguas ecuatoriales superficiales (AES) y aguas tropicales superficiales (ATS), ambas de baja salinidad (Figura 13).

Por otro lado, en la primera quincena, frente a Tumbes y el Golfo de Guayaquil se detectaron anomalías positivas de hasta +1 °C, asociadas a la advección de aguas tropicales superficiales (ATS) y aguas ecuatoriales superficiales (AES) de baja salinidad; estas últimas se proyectaron hasta Paita, detectándose su influencia hasta las 82 millas náuticas. Dicho escenario tendió a normalizarse en la segunda quincena del mes.

Frente a la costa del Perú y hasta los 15°S, durante la primera quincena, se observó una intensificación de las condiciones frías anómalas, mostrando una mayor expansión hacia el oeste respecto a agosto y amplios núcleos con anomalías mayores a -2 °C al norte de Bayóvar. En la segunda quincena, predominaron anomalías de -1 °C entre Paita y Callao, proyectándose hacia el noroeste (Figura 14). Las aguas costeras frías (ACF) mantuvieron su predominio en una franja al sur de Paita, replegando al oeste a las aguas subtropicales superficiales, (ASS), cálidas y de alta salinidad, excepto en la costa central (Figura 15).

En general, durante el mes se continuó observando a la termoclina y oxiclina en una posición superficial en la franja adyacente a la costa norte y centro, así como el predominio de flujos hacia el norte sobre el margen continental, consistentes con el paso del grupo de ondas Kelvin frías, aunque las anomalías térmicas negativas tendieron a normalizarse entre la primera y segunda quincenas (Figuras 16 y 17). Específicamente, se registraron anomalías de temperatura entre -1 °C y -4 °C sobre los 60 m frente al golfo de Guayaquil y a ~300 millas náuticas, indicando una contracción de la capa fría respecto al mes de agosto, aunque en la segunda quincena la magnitud de la anomalía negativa disminuyó. Frente a Paita, persistieron en promedio anomalías térmicas negativas (entre -1 y -2 °C) entre los 15 y 100 m, con menos intensidad que en agosto, registrando un pequeño pulso de anomalías cálidas en la capa superficial a mediados del mes. En la segunda quincena, frente a Punta Falsa, dentro de las 100 millas, las anomalías fueron de -1 °C sobre los 100 m de profundidad, pero a 160 millas alcanzaron valores de hasta -3 °C en la misma capa, con salinidad propia de aguas de mezcla entre ASS, ACF y AES (Figura 16). Entre Chicama y Callao, y dentro de las 50 millas náuticas, predominaron anomalías de -1,0 °C sobre los 100 m de profundidad (Figura 17). Finalmente, a 240 y 300 millas náuticas de la costa centro (8°S y 10°S, respectivamente) se registraron anomalías negativas hasta de -2,5 °C en la capa de 100 m de profundidad (Figura 18).

La concentración de clorofila-a (indicador de la producción de fitoplancton), en promedio, aumentó en la primera quincena de setiembre respecto a la primera quincena de agosto, con un núcleo de 20 µg L⁻¹ frente a Pisco y anomalías de hasta +12 µg L⁻¹. También se detectaron anomalías positivas a 60 millas náuticas frente a Paita y al sur de Pisco. La concentración de clorofila-a disminuyó durante la segunda quincena de setiembre, asociada en general al aumento de la nubosidad que redujo la radiación incidente sobre superficie. Es así, que al norte de Callao hubo poca información disponible debido a la cobertura nubosa. Frente a Pisco se presentaron condiciones más productivas a las 60 millas náuticas que dentro de las 30 millas náuticas, lo cual se asoció a anomalías negativas de hasta -6 µg L⁻¹ cerca de la costa. Al sur de San Juan de Marcona predominaron anomalías de +3 µg L⁻¹ dentro de las 20 millas náuticas (Figura 19).

Impactos biológico-pesqueros

En setiembre, la flota de cerco industrial anchovetera no realizó actividad extractiva, en todo el litoral, al haber concluido la temporada de pesca el mes anterior. Por otro lado, la flota de cerco artesanal, realizó actividades de pesca frente a los puertos de Paita, Bayovar y Chimbote, en el norte y en Pisco, en la zona central; en las mencionadas zonas la anchoveta se distribuyó dentro de las 10 millas náuticas de la costa. En la región norte, la estructura por tamaños fue de adultos, con grupos modales entre 13,5 y 14,5 cm de longitud total. Mientras que, en Pisco, continuó la presencia de juveniles (75,3 %) y moda en 10,5 cm LT (Figura 20).

Respecto a la condición reproductiva y somática de la anchoveta del stock norte-centro, los valores del índice gonadosomático (IGS) y de la fracción desovante (FD) evidenciaron un incremento en los procesos de maduración gonadal y desove respectivamente, por lo que el recurso se encontró en su periodo principal de desove (invierno-primavera). Por otro lado, el contenido graso (CG) mostró una disminución en sus valores relacionado con el gasto energético en los procesos reproductivos (Figura 21).

Por otro lado, continuó la presencia de especies transzonales como jurel, caballa y bonito, capturados por la flota industrial y artesanal, principalmente entre las 30 a 60 millas náuticas en la región sur (Figura 22), posiblemente asociada a la presencia de frentes y aguas de mezcla entre ASS y ACF. La munida o camaroncito rojo, indicador de aguas frías, se localizó en las regiones norte y centro, dentro de las 40 millas náuticas de la costa. El calamar gigante se distribuyó de Paita a Pimentel, entre las 25 y 100 millas náuticas de la costa, mientras que la merluza mantuvo su mayor concentración en el extremo norte (Figura 23).

Impactos hidrológicos

Los caudales de los principales ríos de la costa norte y centro en la región hidrográfica del Pacífico, así como de la región del Titicaca estuvieron por debajo de su normal, mientras que los ríos de la costa sur presentaron caudales sobre lo normal (Figura 24).

El porcentaje de almacenamiento de los principales reservorios, con respecto a sus capacidades útiles, disminuyó a nivel nacional. Para fines de setiembre, Poechos se encontró al 63,2 %, mientras que San Lorenzo ha disminuido de forma muy rápida hasta el 49,8 %, Tinajones se encontró al 48,9 % y Gallito Ciego apenas superó el 26 % de su capacidad útil. Los principales embalses de la costa centro y sur superaron el 67 % de sus capacidades útiles (Figura 25 y Tabla 3).

Impactos agrometeorológicos

En la costa norte, la prevalencia de temperaturas mínimas con valores entre inferiores y normales con respecto a su promedio climático, promovieron la fructificación del mango en las zonas productoras de la región Piura, y las fases fenológicas de cuajado de frutos y floración del mango Kent en los valles de Olmos, Tongorrape y Jayanca (Lambayeque). En cuanto al cultivo de arroz de la región norte, estas condiciones térmicas propiciaron el macollaje y el desarrollo vegetativo de los sembríos. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), la predominancia de temperaturas diurnas y nocturnas en torno a su variabilidad, favorecieron el desarrollo de botón floral del olivo (Tabla 4).

IV. PRONÓSTICO

Los últimos pronósticos de los modelos climáticos de centros internacionales para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) indicaron en promedio el desarrollo de un evento La Niña en el Pacífico central, de magnitud débil a moderada, probablemente hasta febrero de 2021 (Tabla 5). Esta condición en el Pacífico central podría inducir lluvias entre normales a superiores principalmente en el tercio sur del país durante la primavera.

Se espera que en los próximos dos meses se mantengan las condiciones frías anómalas frente a la costa peruana (Tabla 6), debido al efecto del grupo de ondas Kelvin frías, indicado en el Comunicado ENFEN N°11 (2020), así como al posible arribo de la nueva onda Kelvin fría, recientemente formada en el Pacífico ecuatorial central (Figuras 26 y 27).

En consecuencia, según el criterio experto, continúa siendo más probable que el ICEN alcance el umbral de las condiciones de La Niña Costera de magnitud débil en lo que resta del año; sin descartar una normalización más temprana de las condiciones ante un eventual debilitamiento y/o configuración zonal del Anticiclón del Pacífico Sur.

En relación con el período de verano (de diciembre 2020 a marzo 2021), la Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene la estimación de una mayor probabilidad de condiciones neutras (53 %), seguida de condiciones de La Niña débil (43 %) en el Pacífico central (Tabla 7). Asimismo, para la región Niño 1+2 (frente a la costa norte-centro del Perú), la mayor probabilidad corresponde a las condiciones neutras (62 %), seguida de las probabilidades de condiciones de La Niña (24 %) y El Niño (14 %) (Tabla 8). De acuerdo al escenario de lluvias proyectado por el SENAMHI para el verano 2021, se esperarían lluvias de deficientes a normales en la costa norte y sierra norte occidental, y de normales a superiores en gran parte del país.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por lo expuesto, la Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene el estado de “Alerta de La Niña Costera”, previéndose que ésta alcance la magnitud débil y que su duración podría ser hasta finales del presente año. Cabe señalar que el predominio de condiciones más frías que lo normal continuaría propiciando la dispersión de los recursos pesqueros pelágicos, incluyendo a la anchoveta, afectando las condiciones de disponibilidad para la pesca. Asimismo, las temperaturas extremas del aire mantendrían anomalías ligeramente negativas en la región costera durante la primavera.

VI. REFERENCIAS

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

Boulanger, 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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/pps.4.90.

Vazzoler A E.1982. Manual y métodos para estudios biológicos de populacoes 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: DHN.

TSM - ATSM Mensual 2020								
R. Niño	Niño 4		Niño 3.4		Niño 3		Niño 1+2	
Set.	28,3	-0,4	25,8	-1,0	23,6	-1,3	19,5	-0,9
Ago.	28,5	-0,2	26,2	-0,6	24,5	-0,6	19,8	-1,0
Jul.	28,9	+0,1	26,9	-0,3	25,1	-0,5	20,5	-1,2
Jun.	29,1	+0,2	27,3	-0,4	25,8	-0,7	22,1	-0,7
May.	28,9	+0,2	27,6	-0,2	26,9	-0,2	24,4	+0,1
Abr.	29,3	+0,8	28,3	+0,6	28,0	+0,5	26,0	+0,4

Tabla 2. Valores del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) y el Índice Costero El Niño (ICEN) de noviembre de 2019 hasta agosto de 2020, así como sus valores temporales para setiembre y octubre de 2020. Fuente IGP.

Valores del Índice Costero El Niño					ONI	
Mes	ICENOI	Categoría	ICEN*	Categoría	ONI	Categoría
nov-19	-0.56	Neutro	-0.40	Neutro	0.46	Neutro
dic-19	-0.23	Neutro	-0.25	Neutro	0.56	C. Débil
ene-20	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
jun-20	-0.84	Neutro	-0.51	Neutro	-0.23	Neutro
jul-20	-1.27	Fría Moderada	-0.93	Neutro	-0.38	Neutro
ago-20	1,42	Fría Fuerte	-1,14	Fría Debil	-0,59	Fría Debil
Mes	ICENOItmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
sep-20	-1,23	Fría Moderada	-1,04	Fría Debil	-0,82	Fría Debil
oct-20	-1.01	Fría Debil	-0.95	Neutro	-1,17	Fría Moderada

Tabla 3. Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de setiembre. Fuente ANA.

Zona	Nombre Embalse	Operador	Fecha Registro	Departamento de Influencia	Volumen (hm ³)		Porcentaje % Almacenado
					Útil/Total	Almacenado	
Costa - Norte	Poechos	PECHP	30-Sep	Piura	438,30	277,20	63,20
Costa - Norte	San Lorenzo (Embalse)	JUSL	30-Sep	Piura	195,60	97,70	49,90
Costa - Norte	Tinajones	PEOT	30-Sep	Lambayeque	285,90	139,80	48,90
Costa - Norte	Gallito Ciego	PEJEZA	30-Sep	La Libertad	366,60	96,40	26,30
Costa - Sur	Ccaracocha	PETACC	30-Sep	Ica	40,00	26,70	66,80
Costa - Sur	Choclococha	PETACC	30-Sep	Ica	131,10	96,90	73,90
Costa - Sur	Condorama	AUTODEMA	30-Sep	Arequipa	259,00	174,80	67,50
Costa - Sur	Pañe	AUTODEMA	30-Sep	Arequipa	99,60	58,20	58,40
Costa - Sur	Dique Los Españoles	AUTODEMA	30-Sep	Arequipa	9,10	4,30	47,30
Costa - Sur	Pillones	AUTODEMA	30-Sep	Arequipa	78,50	34,90	44,50
Costa - Sur	El Frayle	AUTODEMA	30-Sep	Arequipa	127,20	122,30	96,10
Costa - Sur	Aguada Blanca	AUTODEMA	30-Sep	Arequipa	30,40	28,50	93,80
Costa - Sur	Chalhuanca	EGASA	30-Sep	Arequipa	25,00	6,80	27,20
Costa - Sur	Bamputañe	EGASA	30-Sep	Arequipa	40,00	12,70	31,80
Costa - Sur	Pasto Grande	PERPG	30-Sep	Moquegua	200,00	162,10	81,10
Costa - Sur	Represa Paucarani	PET	30-Sep	Tacna	10,50	8,40	80,00
Costa - Sur	Represa Jarumas	PET	30-Sep	Tacna	12,50	12,40	99,20
Costa - Sur	Aricota	EGESUR	30-Sep	Tacna	280,00	210,60	75,20
Sierra - Centro	Lago Junín	STATKRAFT PERU S.A.	30-Sep	Junin	441,00	133,40	30,20
Sierra - Centro	Cuchoquesera	Proyecto Cachi	30-Sep	Ayacucho	80,00	33,20	41,50
Sierra - Sur	Lagunillas	PELTC	30-Sep	Puno	585,10	435,50	74,40
Sierra - Sur	Sibinacocha	EGEMSA	30-Sep	Cusco	110,00	75,00	68,20
Situación Nacional					3 845,40	2 251,20	58,54

Tabla 4. Monitoreo fenológico de los principales cultivos de mango, arroz y olivo durante el mes de setiembre del 2020. Fuente: SENAMHI.

CULTIVO	REGIÓN	ESTACIÓN	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	FASE FENOLOGICA	ESTADO	OBSERVACIONES
MANGO	Tumbes	Cañaveral	Criollo		Fructificación	Bueno	
	Piura	Chulucanas	Edward		Fructificación	Bueno	
	Piura	Bigote	Criollo		Fructificación	Bueno	
	Lambayeque	Olmos	Edward		Cuajado de frutos	Bueno	
	Lambayeque	Tongorrape	Kent		Cuajado de frutos	Bueno	
	Lambayeque	Jayanca	Kent		Cuajado de frutos	Bueno	
	Ancash	Buena Vista	Criollo		Fructificación	Bueno	
	Ica	Palpa	Criollo		Fructificación	Bueno	
ARROZ	Piura	Bernal	IR-43				
	Piura	Partidor	Mallares	08/07/2020	Elongación del tallo	Bueno	
	Piura	Morropón	Mallares				
	Lambayeque	Oyotún	Pítipo	12/07/2020	Macollaje	Bueno	
	Lambayeque	Puchaca	La Puntilla	22/07/2020	Macollaje	Bueno	Abonamiento al suelo
	Lambayeque	Lambayeque	IR-43				
OLIVO	Moquegua	Ilo	Sevillana				
	Tacna	La Yarada	Sevillana		Botón floral	Bueno	Se observó un incremento de la plagas de "barrinillo" hasta 30%

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.

	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2		-1.18	-1.67	-2.05	-2.15	-1.84	-1.34	-0.94
CanCM4i		-1.28	-1.61	-1.73	-1.61	-1.37	-1.05	-0.82
GEM_NEMO		-1.22	-1.58	-1.74	-1.61	-1.36	-1.11	-0.97
GFDL		-1.06	-1.20	-1.13	-0.81	-0.41	-0.02	0.33
NASA		-1.66	-2.43	-2.72	-2.38	-1.69	-1.10	-0.75
GFDL_FLOR		-0.88	-0.93	-0.84	-0.54	-0.18	0.18	0.47
NCAR_CCSM4		-0.90	-1.23	-1.62	-1.96	-1.94	-1.63	-1.21
NMME		-1.17	-1.52	-1.69	-1.58	-1.26	-0.87	-0.56
ONItmp	-0.82							

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	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM
CFS2		-1.21	-1.14	-1.04	-1.11	-1.08	-0.98	-0.88
CanCM4i		-0.92	-0.72	-0.61	-0.58	-0.56	-0.56	-0.40
GEM_NEMO		-0.93	-0.79	-0.70	-0.60	-0.45	-0.37	-0.26
GFDL		-0.60	-0.32	-0.30	-0.28	-0.17	-0.02	0.32
NASA		-1.24	-1.21	-1.05	-0.85	-0.71	-0.46	-0.06
GFDL_FLOR		-0.52	-0.19	-0.18	-0.12	0.05	0.28	0.64
NCAR_CCSM4		-1.21	-1.01	-0.66	-0.51	-0.51	-0.55	-0.52
NMME		-0.95	-0.77	-0.65	-0.58	-0.49	-0.38	-0.17
ICENtmp	-1.08							

Tabla 7. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central en el verano diciembre 2020 – marzo 2021.

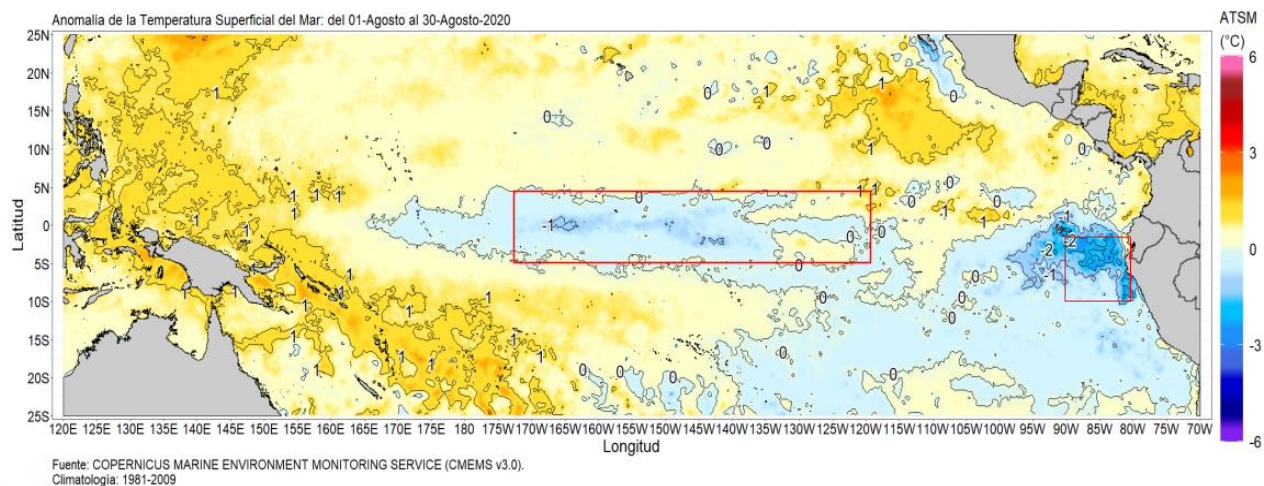
Magnitud del evento Diciembre 2020 – marzo 2021	Probabilidad de Ocurrencia
El Niño moderado	0 %
El Niño débil	4 %
Neutro	53 %
La Niña débil	37 %
La Niña moderada	6 %

Tabla 8. 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	0 %
El Niño moderado	3 %
El Niño débil	11 %
Neutro	62 %
La Niña débil	21 %
La Niña moderada	3 %

VIII. FIGURAS

a) Agosto 2020



b) Setiembre 2020

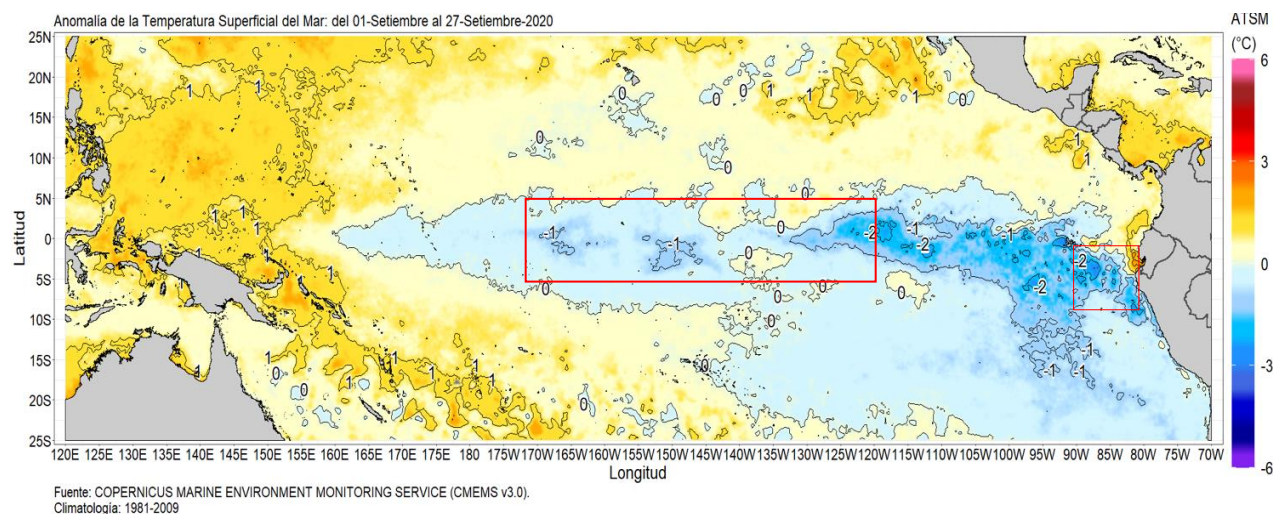


Figura 1. Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante agosto (a) y setiembre 2020 (b). Las regiones El Niño 3.4 y El Niño 1+2 están delimitadas con los recuadros rojos. Fuente: CMEMS v3.0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

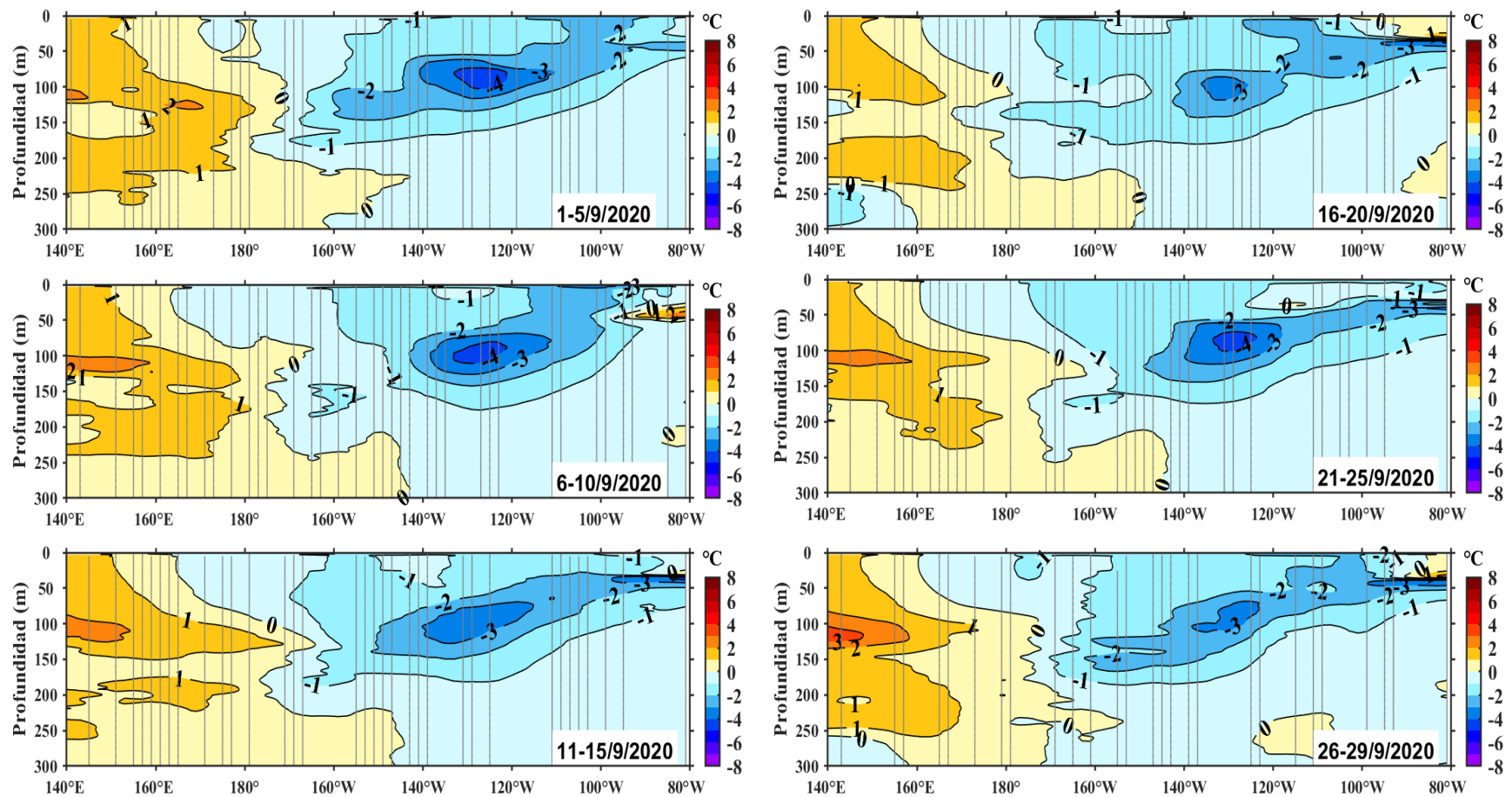


Figura 2. Anomalías de temperatura (°C) en la capa superior (0-500 m) del Pacífico Ecuatorial (2°S - 2°N), en promedios de cinco días durante setiembre de 2020 (las fechas indican el último día, los contornos están separados a 1°C). Periodo base: 1981-2010. Fuente: ARGO – TAO/TRITON, Adaptado: PMEL/NOAA.

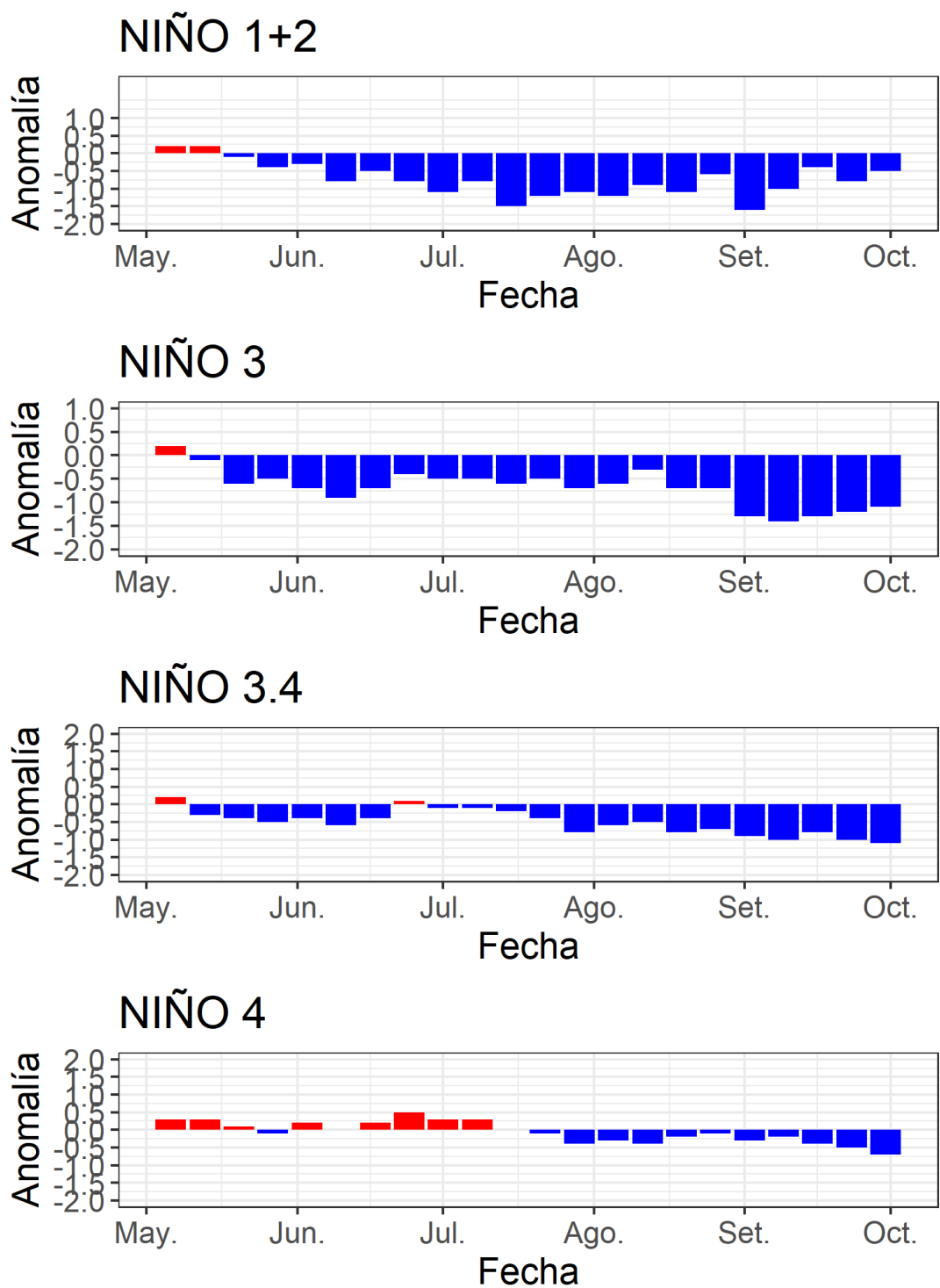


Figura 3. Series de tiempo de las anomalías semanales de la TSM (°C) en las regiones Niño, desde diciembre del 2019 hasta setiembre del 2020. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA; procesamiento: DHN.

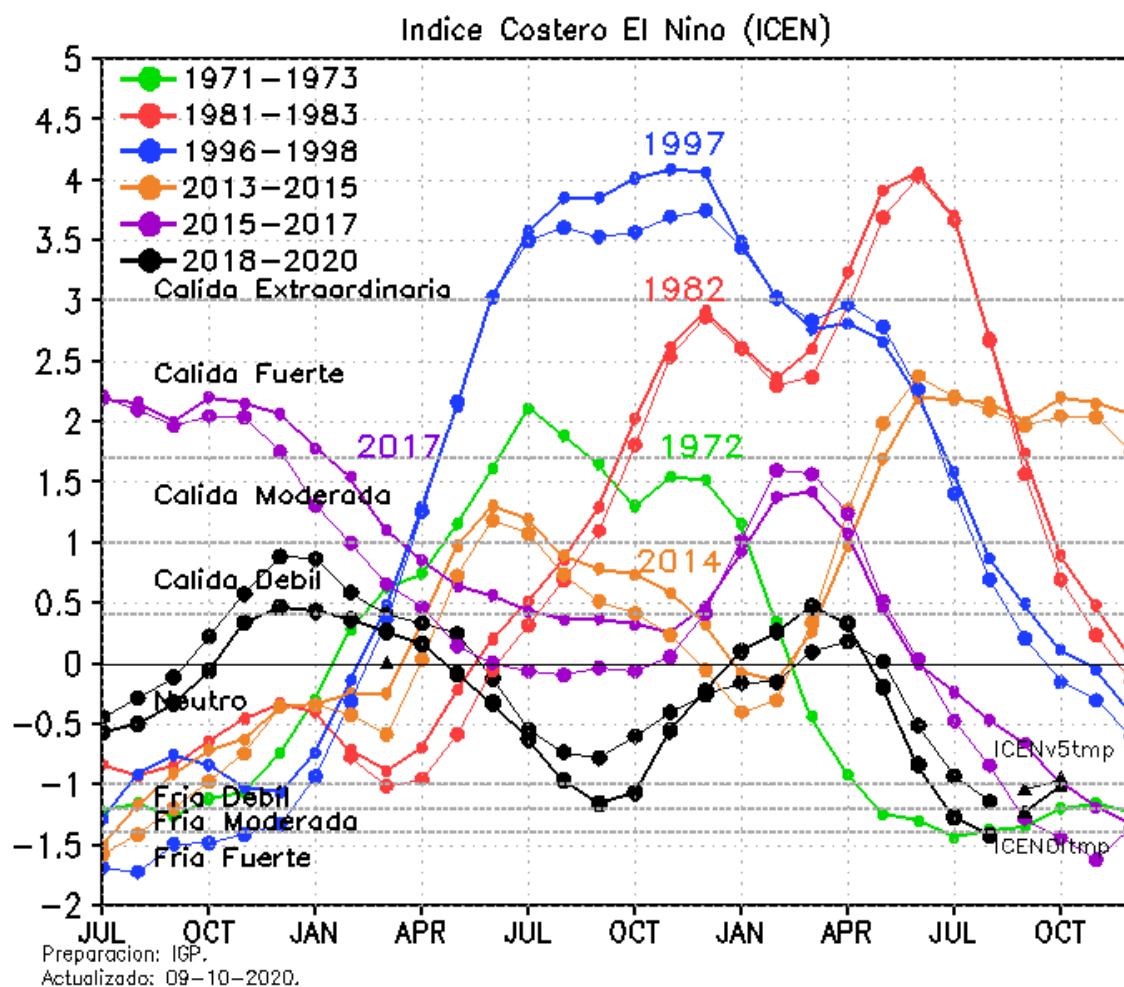


Figura 4. Variabilidad temporal del ICEN para los años 1971-1973 (verde), 1981-1983 (rojo), 1996-1998 (azul), 2013-2015 (anaranjado), 2015-2017 (morado), y 2018-2020 (negro). Fuente: IGP.

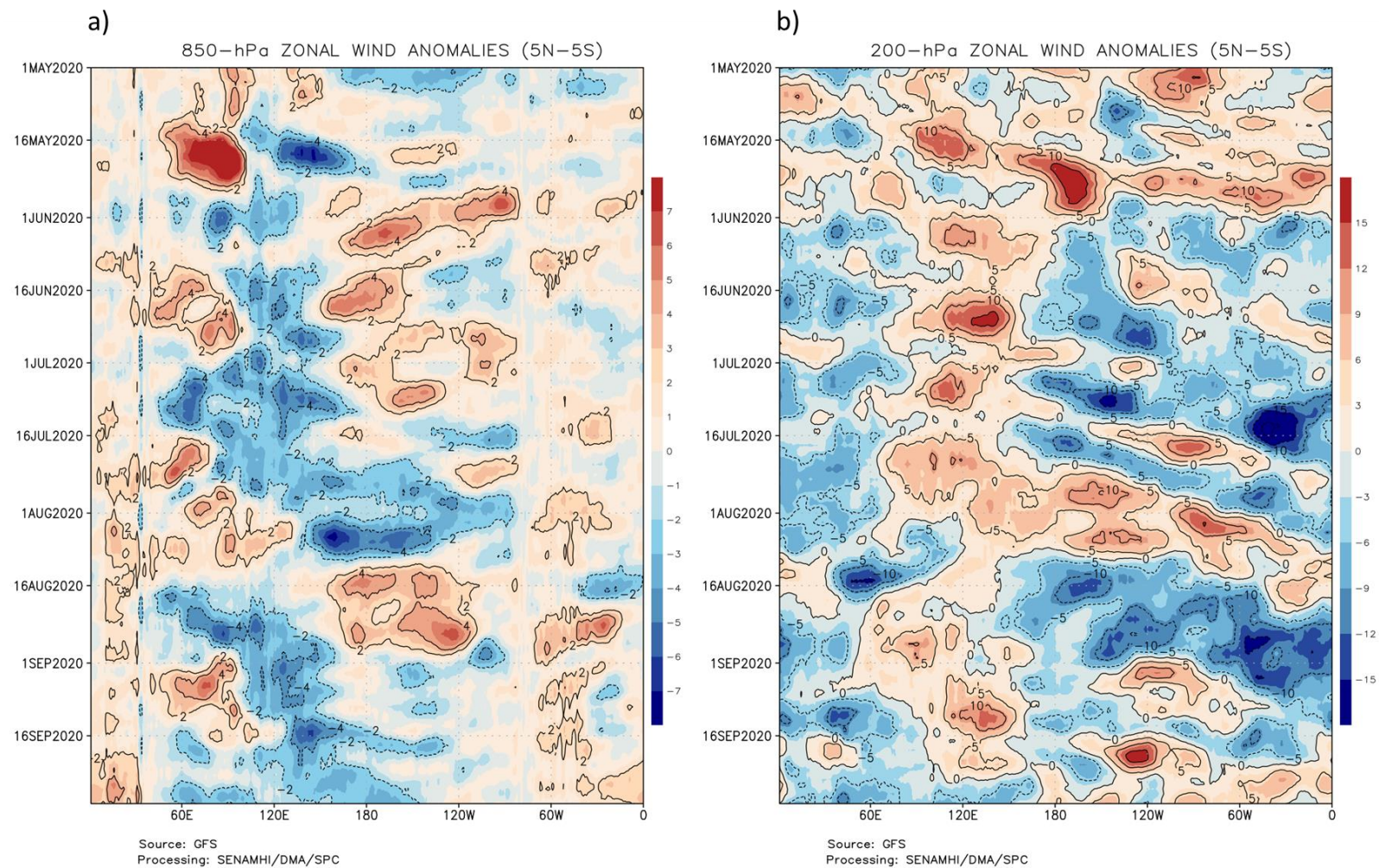


Figura 5. Anomalías de vientos zonales a 850 hPa (a) y 200 hPa (b) entre los 5°S y 5°N en la franja ecuatorial. Procesamiento: SENAMHI.

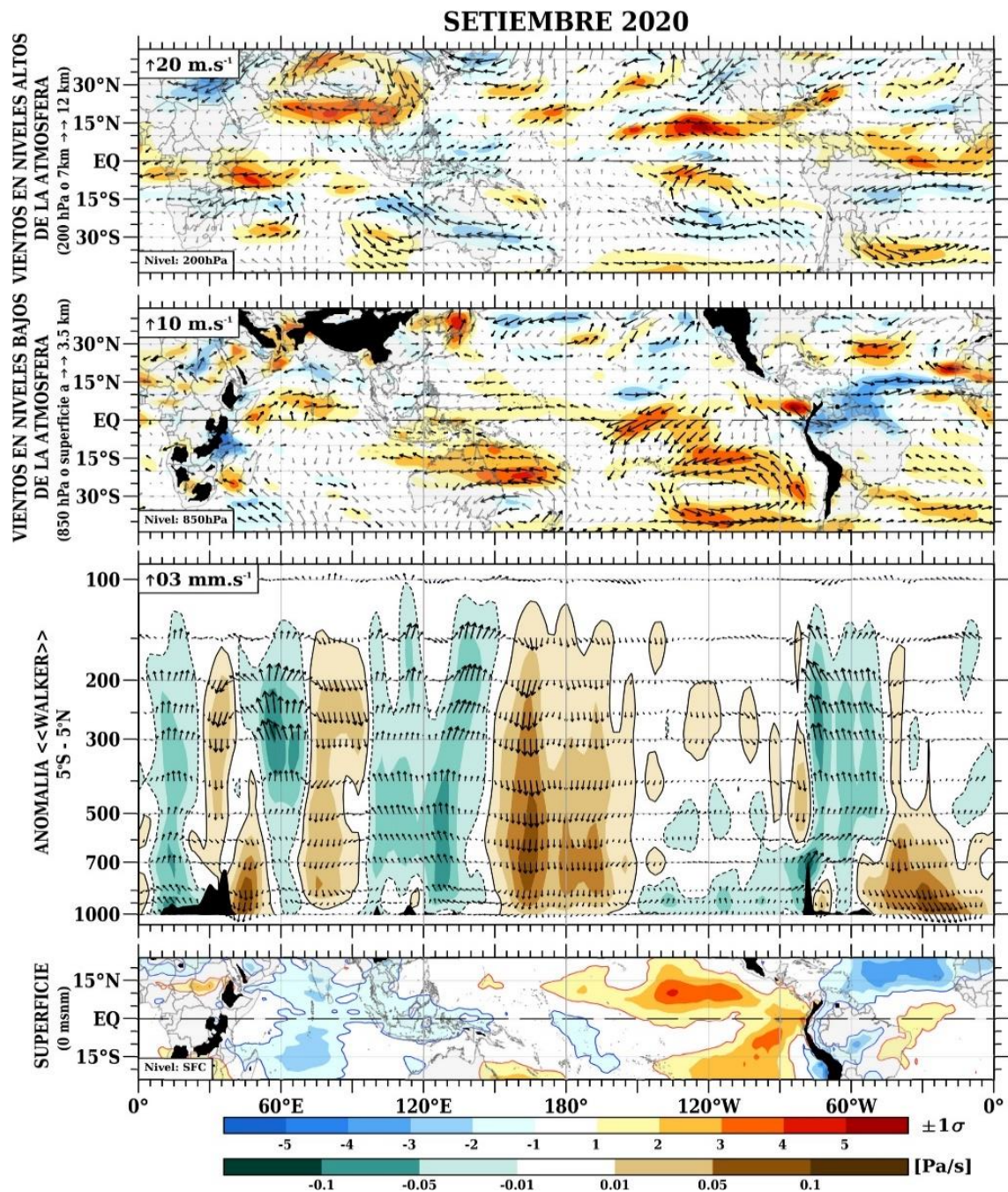


Figura 6. (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para el mes de agosto del 2020. (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para el mes de setiembre de 2020. (d) Anomalías de presión a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

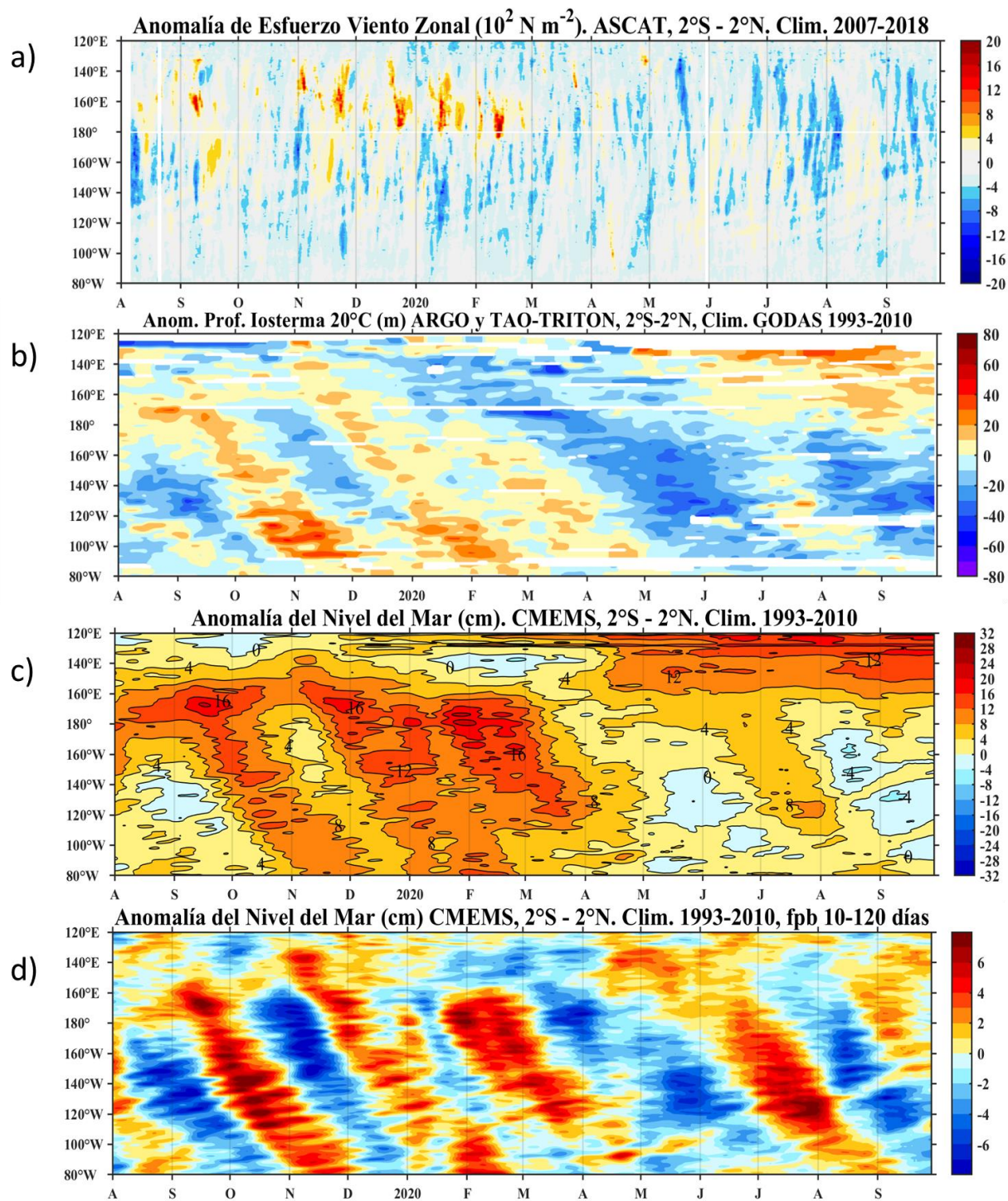
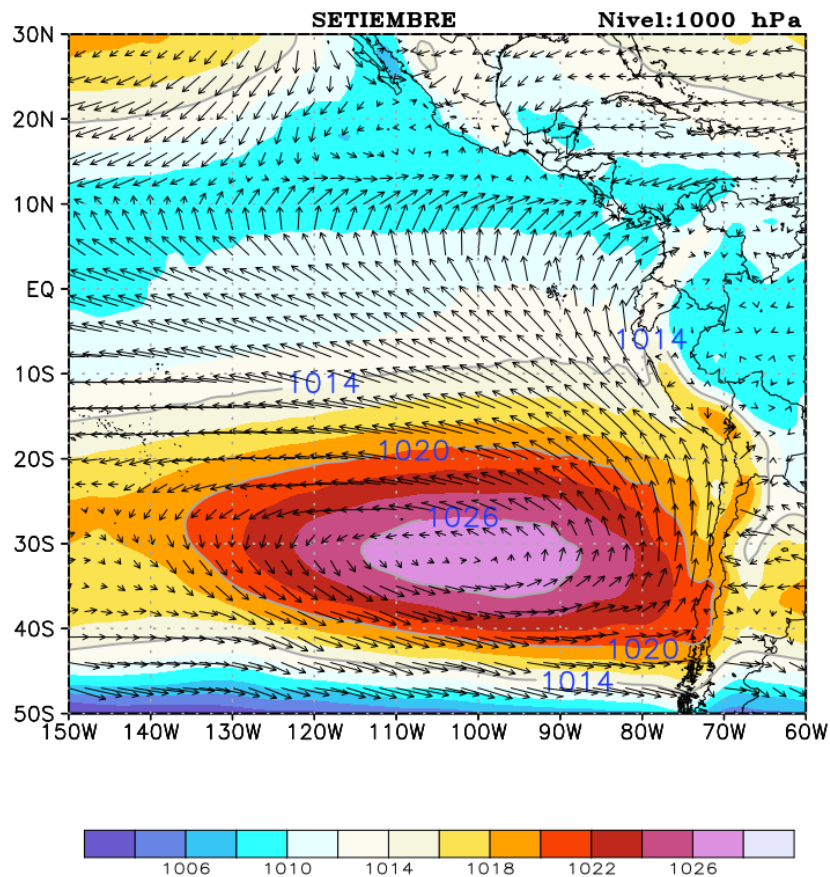


Figura 7. Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalia de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalia del nivel medio del mar diario (cm) y d) anomalia del nivel del mar diario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

PROMEDIO DE LA PRMSL (hPa) Y VIENTOS (m/s)



ANOMALIAS DE LA PRMSL (hPa) Y VIENTOS (m/s)

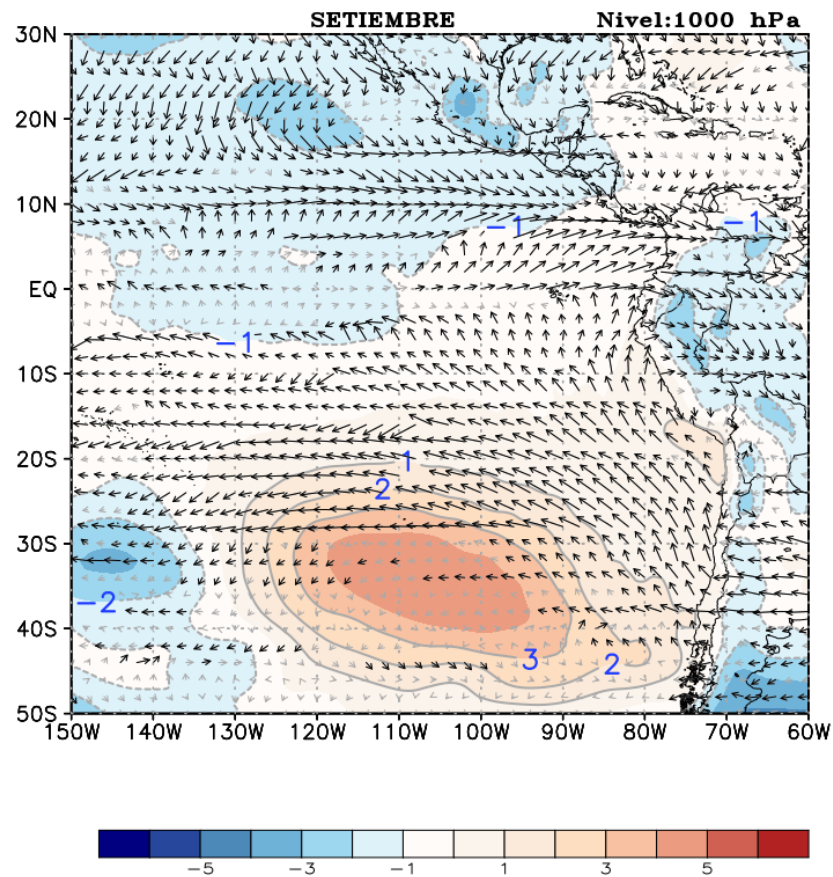


Figura 8. Promedio mensual (izquierda) y anomalías (derecha) de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) y vientos (flechas) para setiembre 2020. Procesamiento: SENAMHI.

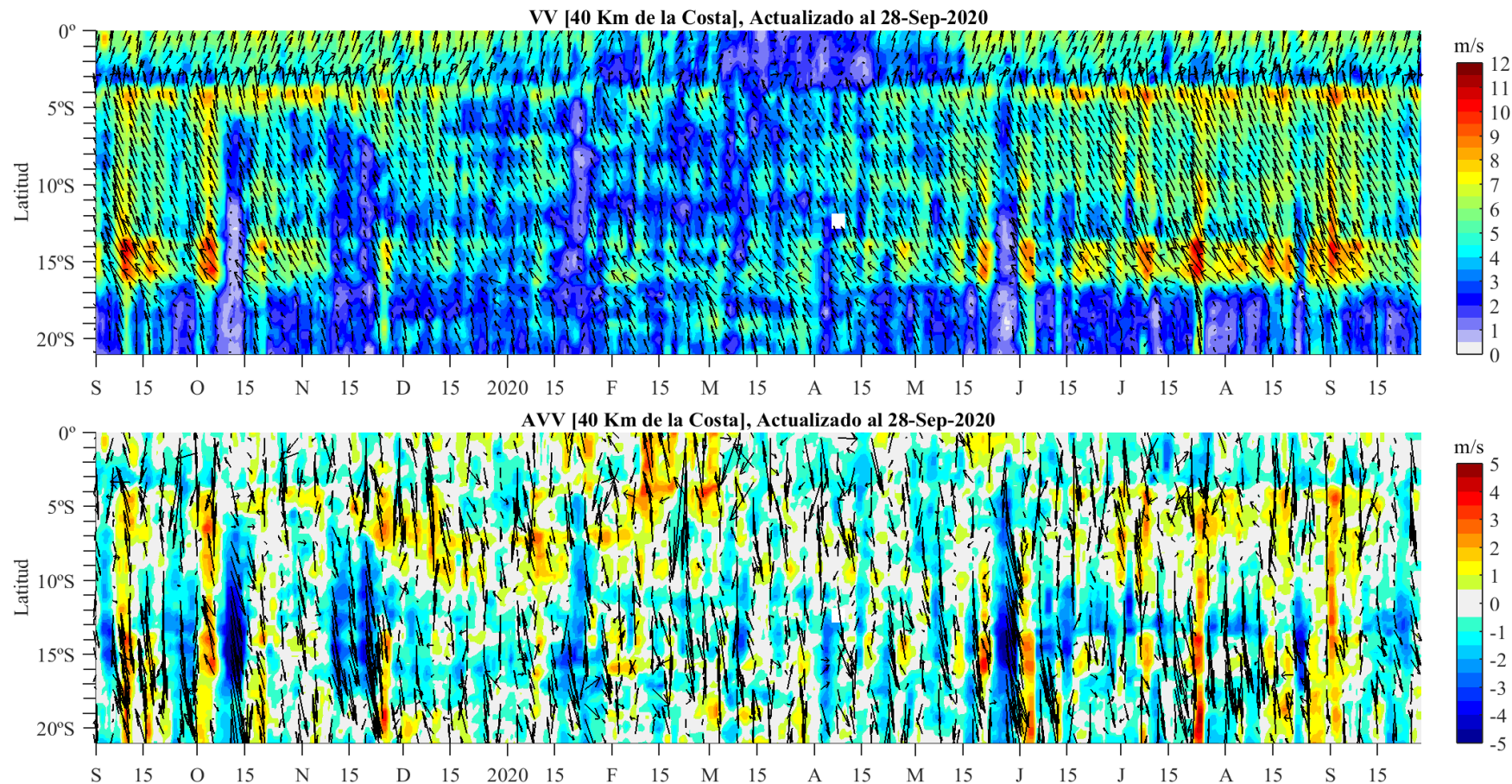


Figura 9. a) Velocidad del viento (m s^{-1}), y b) anomalía del viento (m s^{-1}), desde los 0° hasta 20°S en el periodo durante los últimos 5 meses. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Actualizado al 28 de setiembre. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

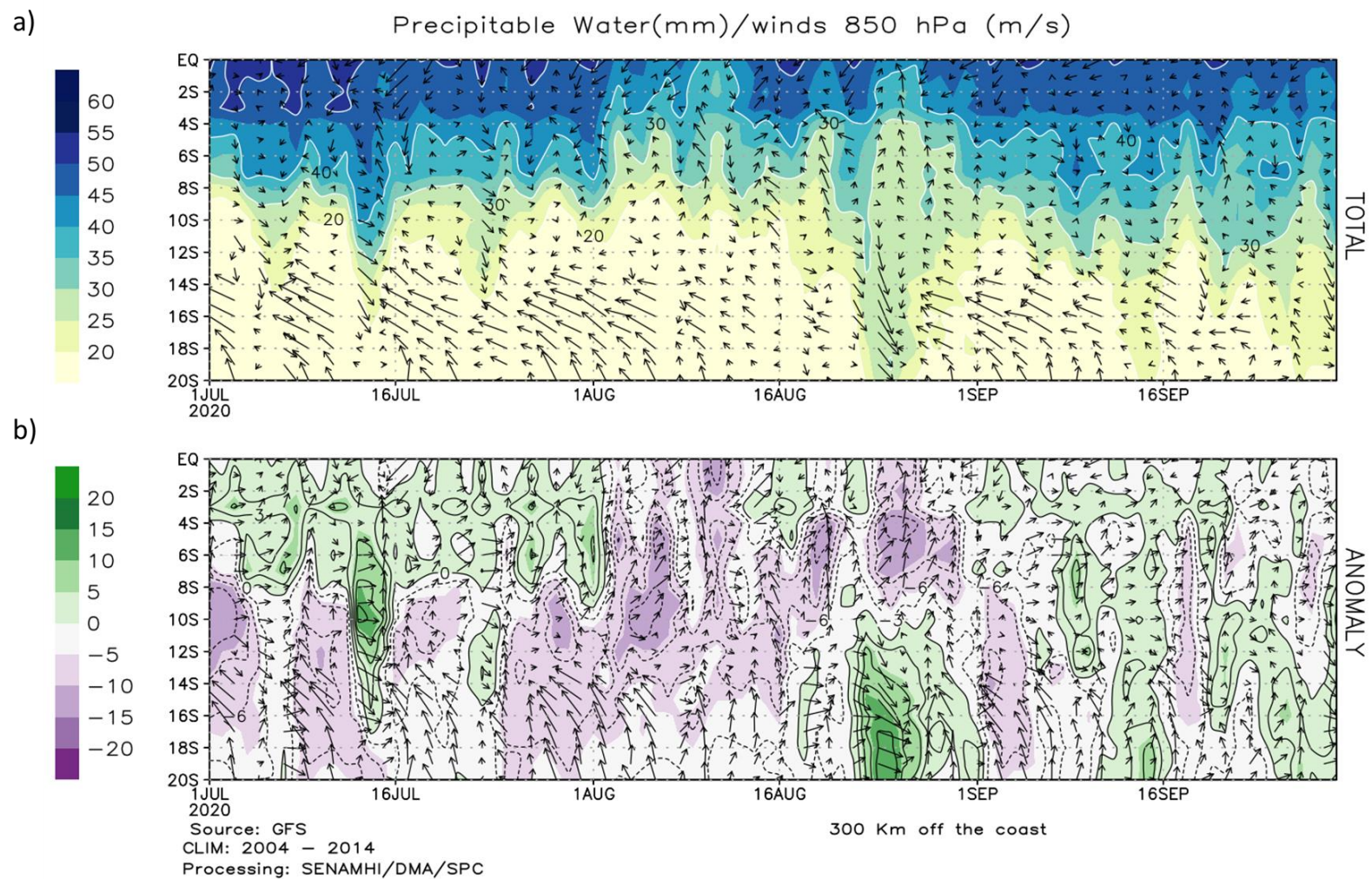


Figura 10. (a) Agua precipitable y vientos a 850 hPa desde julio hasta setiembre. (b) Anomalia de agua precipitable y vientos a 850 hPa desde julio hasta setiembre. Ambas imágenes fueron promediadas tomando 300 Km frente a la costa. Climatología: 2004 – 2014. Fuente: GFS.

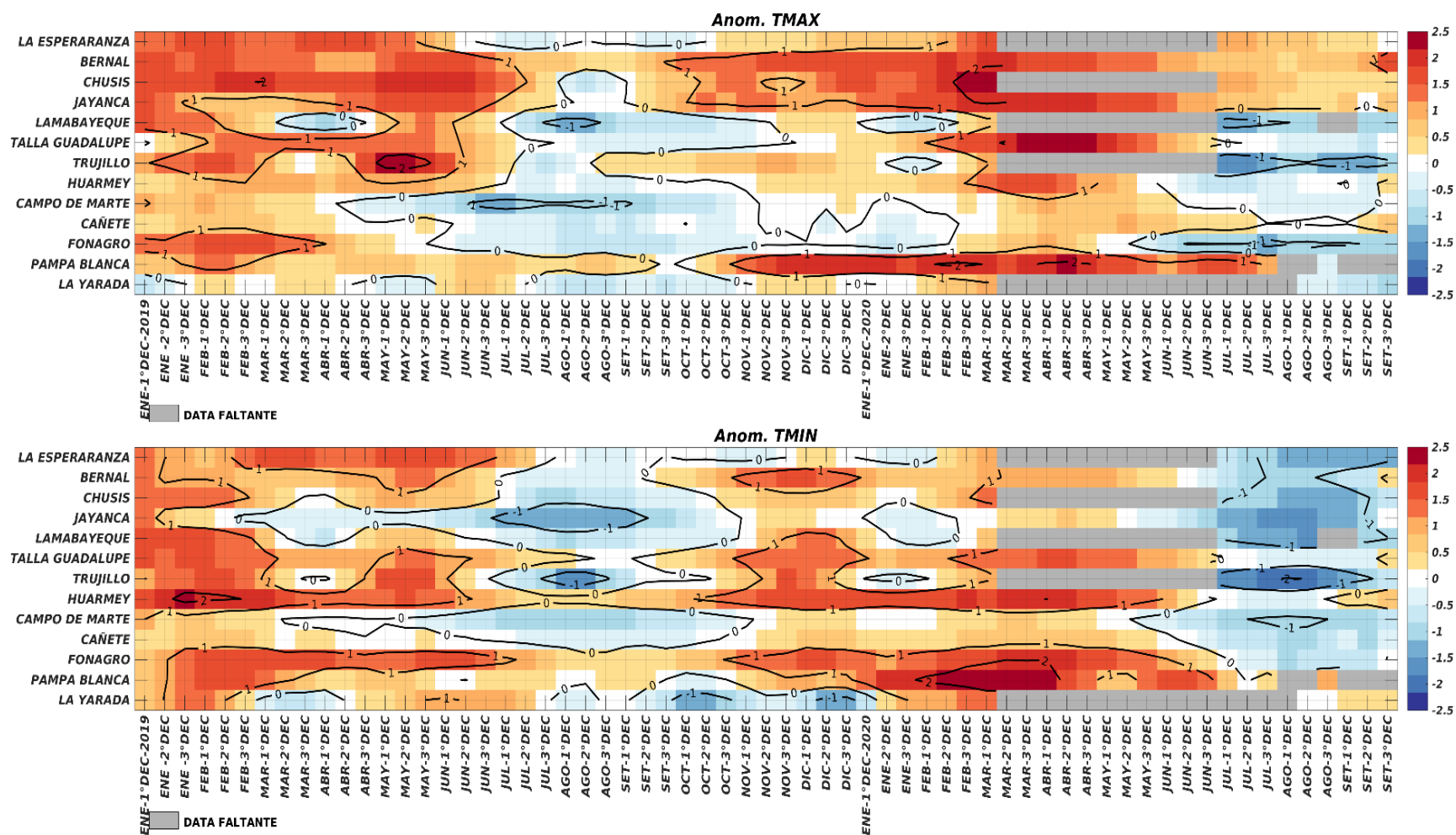
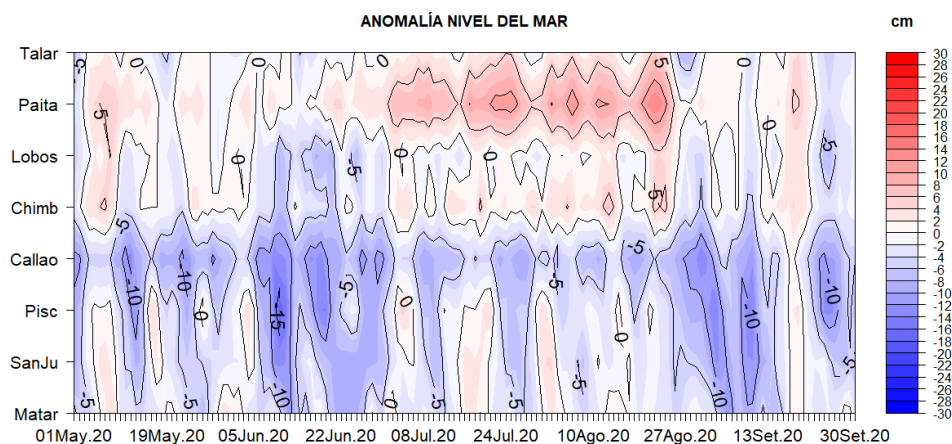
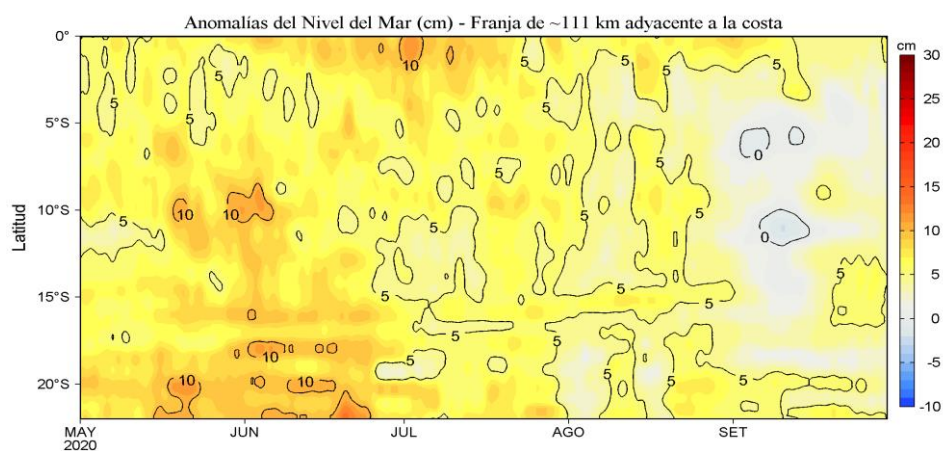


Figura 11. Temperaturas del aire máxima (a) y mínima (b) en las estaciones costeras de SENAMHI entre enero 2019 hasta setiembre 2020. Fuente: SENAMHI.

a)



b)



c)

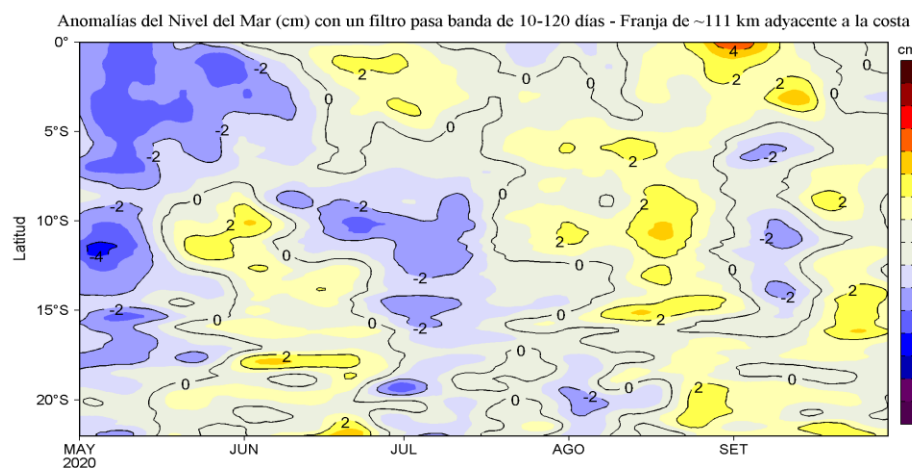


Figura 12. Anomalías del NMM, actualizados al 30 de setiembre del 2020: a) Diagrama Hovmöller durante el último semestre en estaciones costeras de la DIHIDRONAV, y Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel del mar diario (cm) sin filtro (b) y con un filtro pasa banda de 10 a 120 días (c), para una franja de 60 mn (~111 km) adyacente al litoral peruano. Fuente: CMEMS v3.0; Climatología: 1993-2012. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

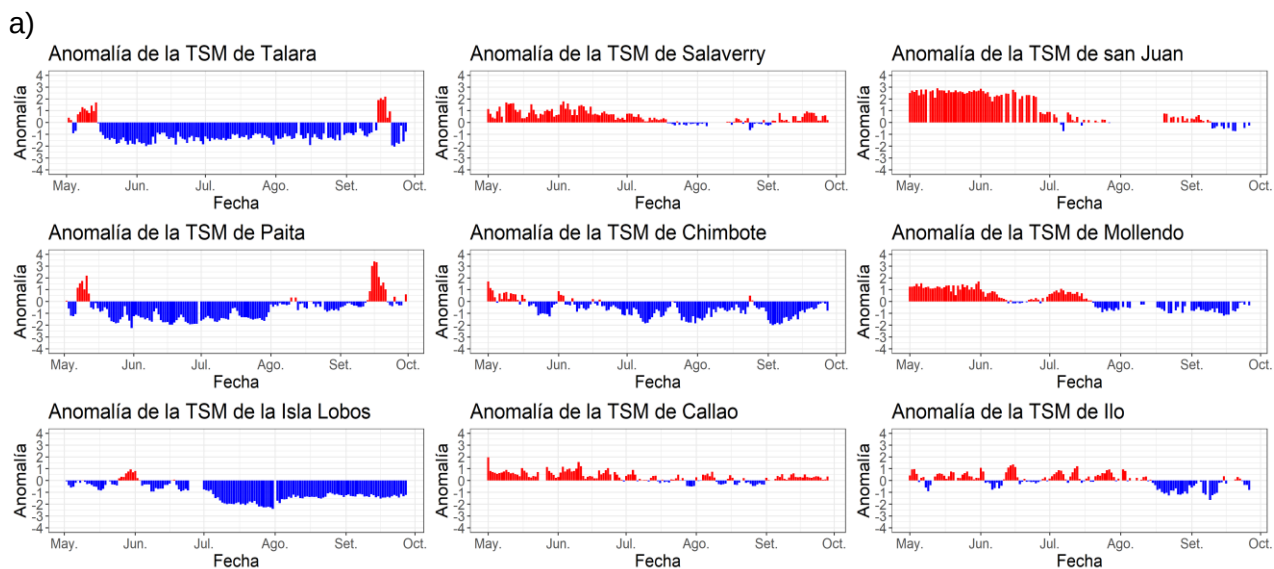
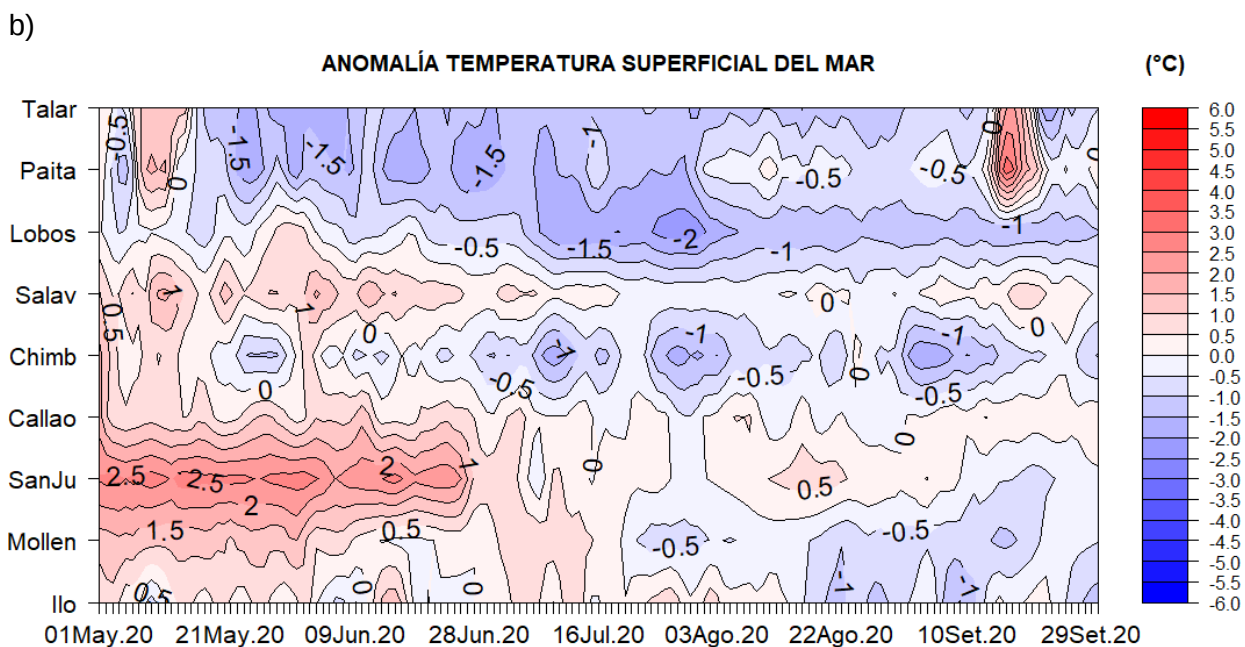
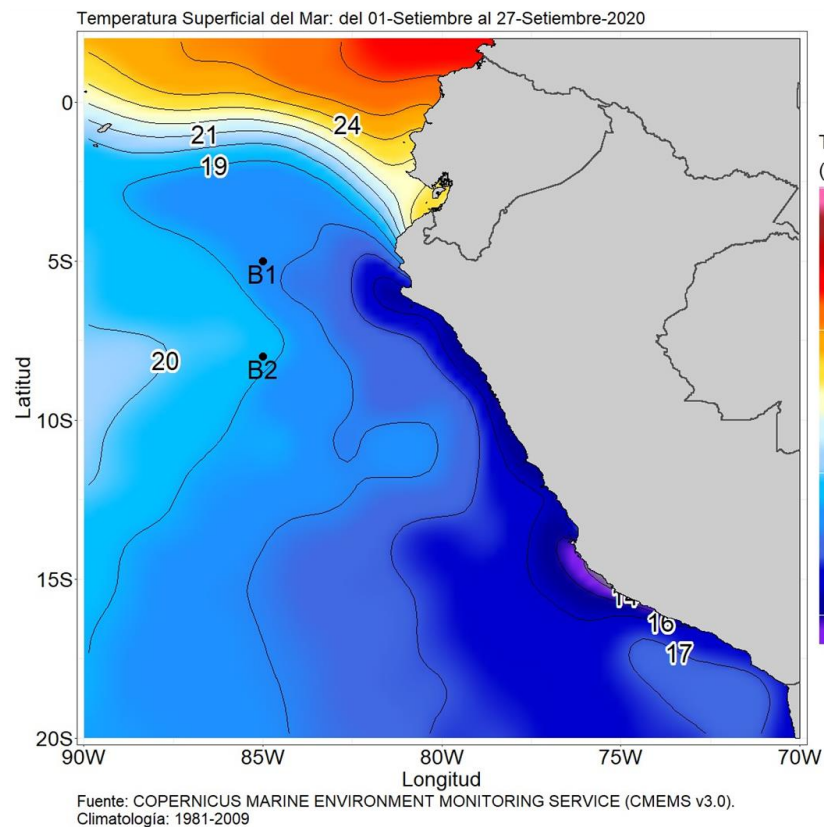


Figura 13. Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 5 meses, a) serie y b) hövmoller. Actualizado al 30 de setiembre. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV,

a)



b)

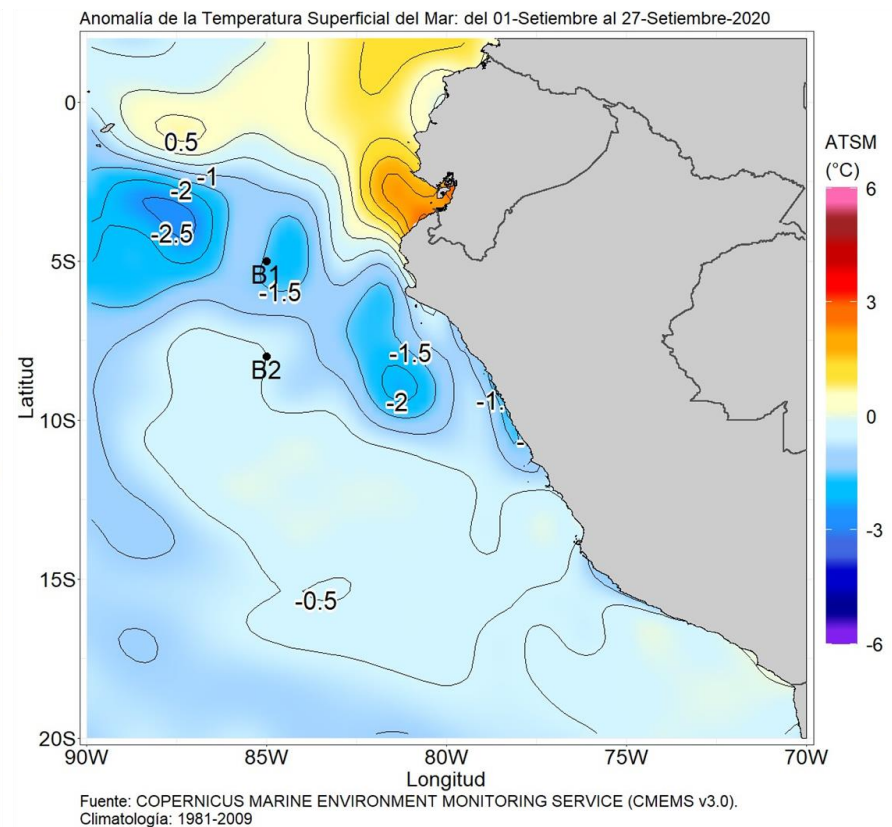


Figura 14. Mapa de distribución espacial promedio de las Temperaturas Superficiales del Mar (TSM, °C) (a) y, de las Anomalías de la Temperatura superficial del mar (ATSM, °C) entre el 01 y 27 de setiembre del 2020, en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

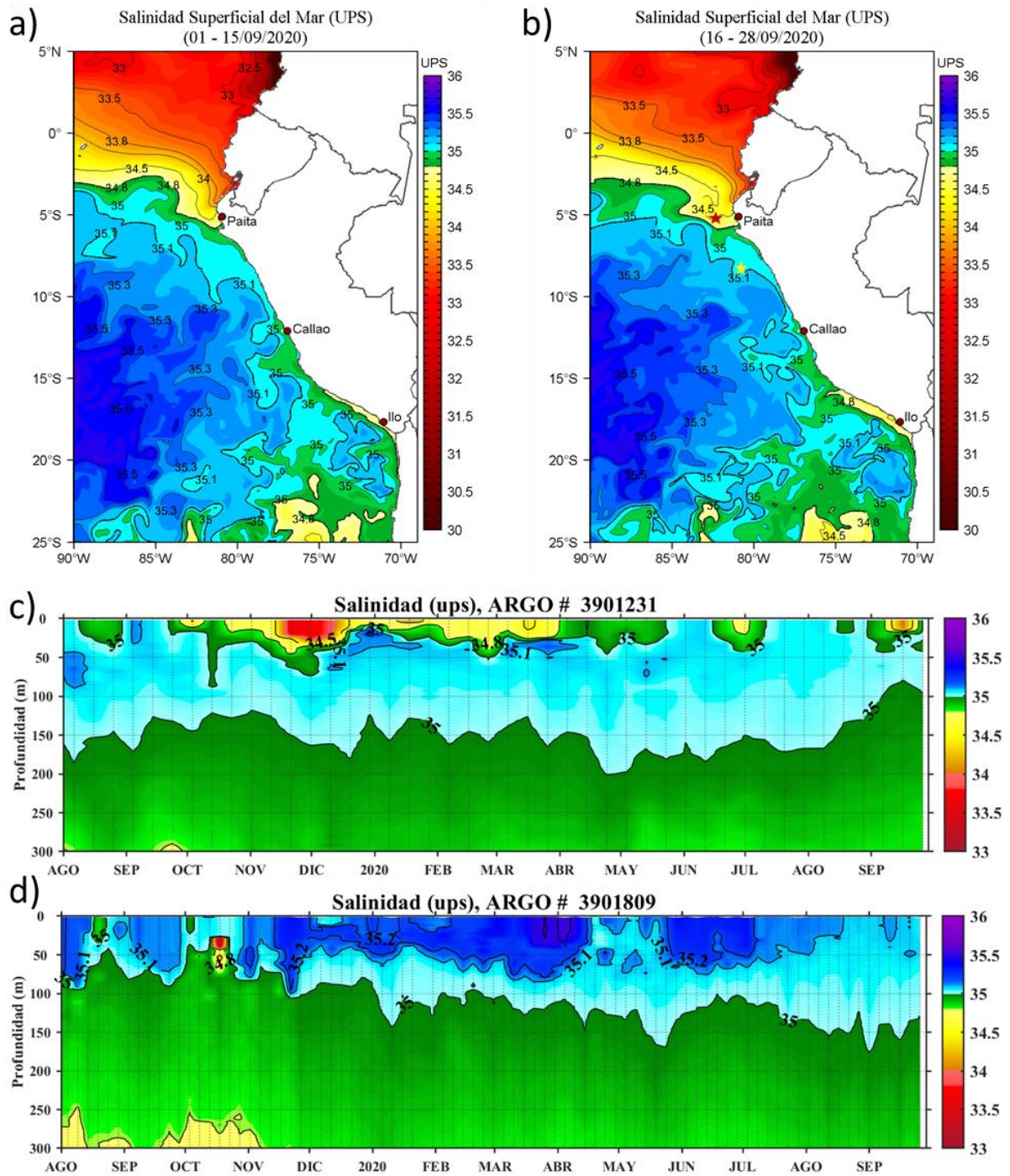


Figura 15. Distribución espacial promedio de la Salinidad Superficial del Mar (UPS) para a) la primera quincena de setiembre y b) la segunda quincena de setiembre de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Evolución de la salinidad del agua de mar en los flotadores ARGO a) número 3901231 frente a Paíta (estrella roja en la Figura b), y b) número 3901809 frente a Chicama (estrella amarilla en la Figura b), fuente: ARGO, climatología: 1981-2010.

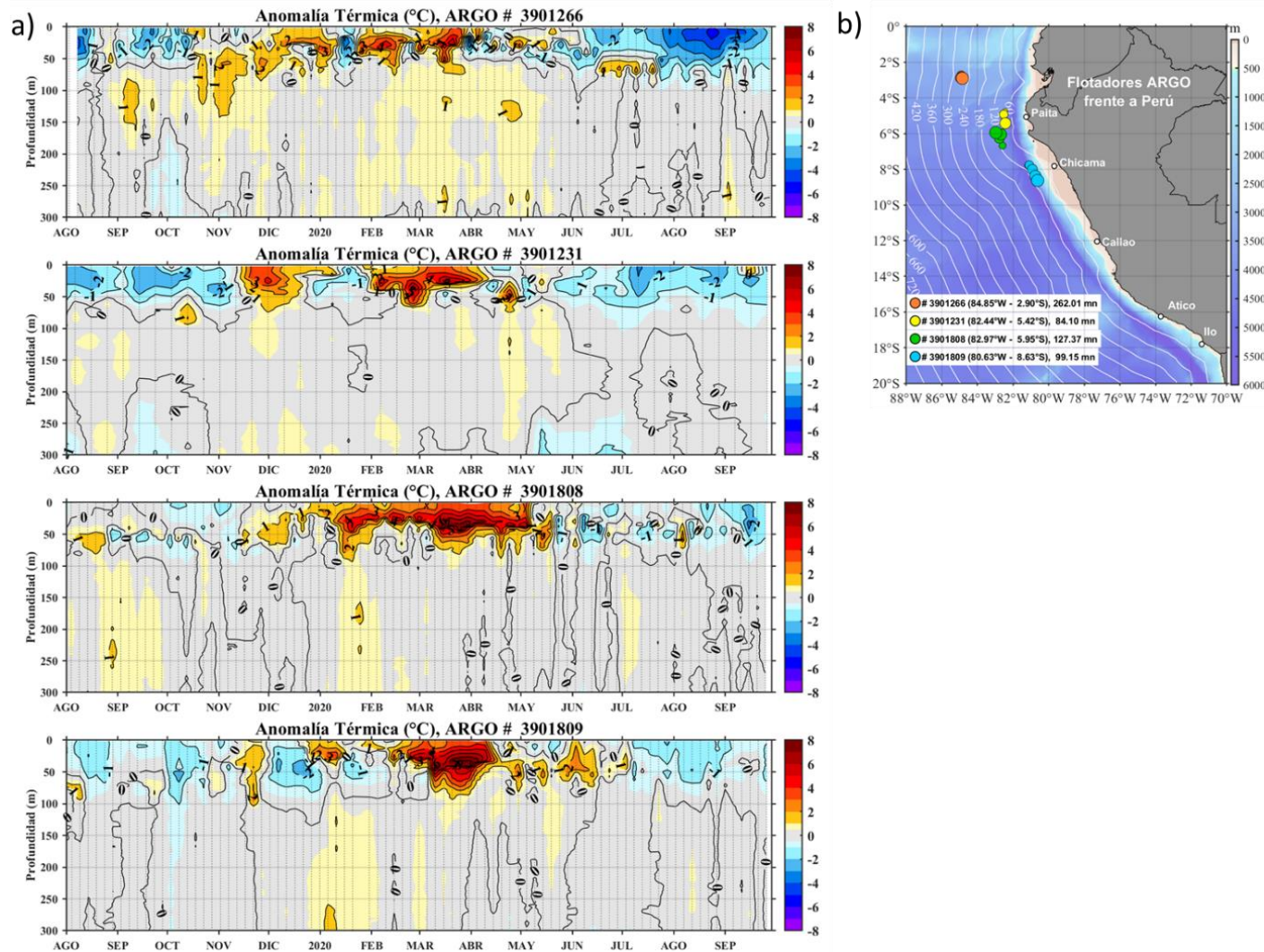


Figura 16. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en la a) flotadores ARGO y d) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas hasta el 30 setiembre donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

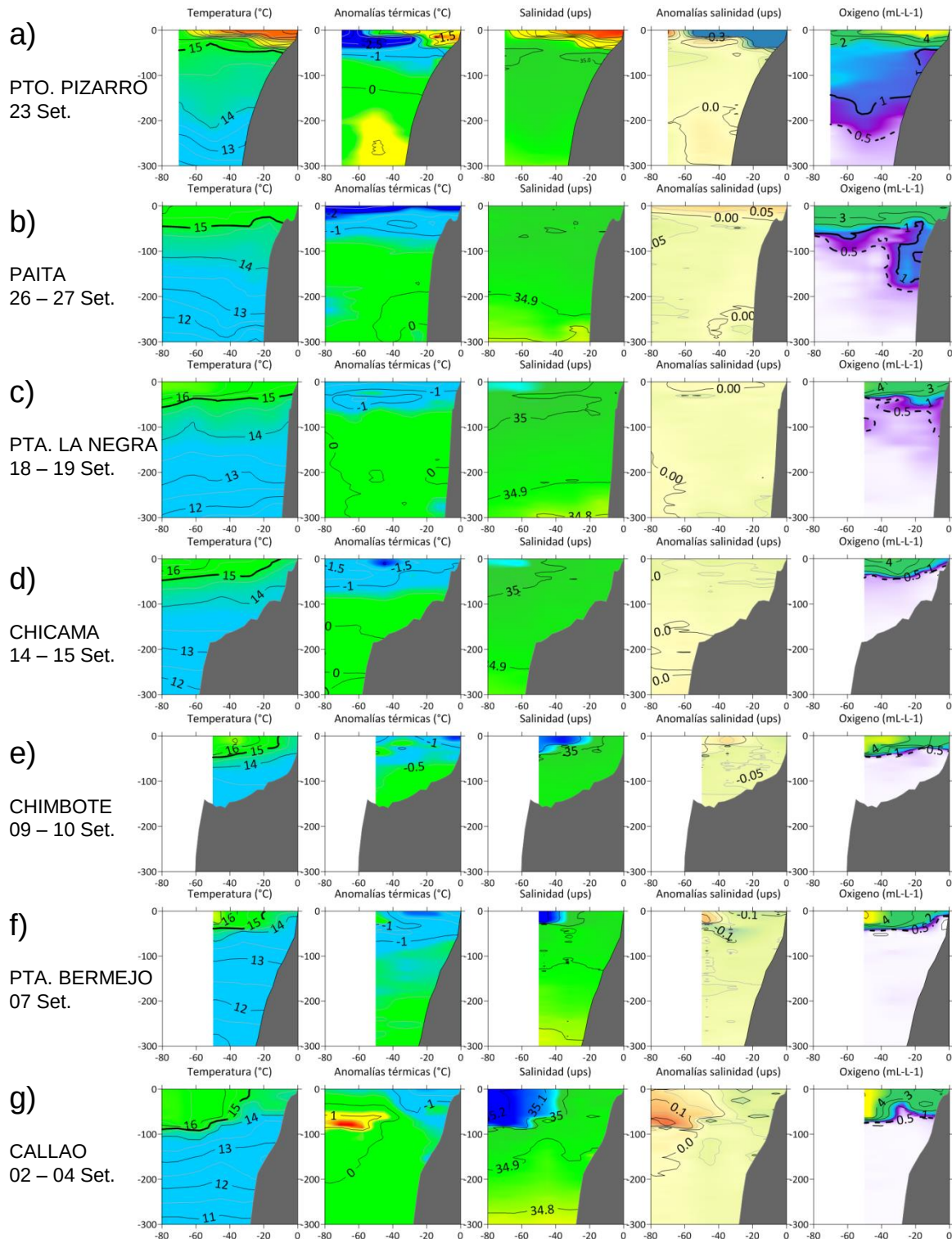


Figura 17. Secciones mostrando la distribución vertical de Temperatura, Anomalías térmicas, Salinidad, Anomalías halinas y Oxígeno disuelto, frente a: a) Puerto Pizarro, b) Paíta, c) Punta La Negra, d) Chicama, e) Chimbote, f) Punta Bermejo y g) Callao, registrados durante el mes de setiembre del 2020 en el Crucero MPH-Pelágico 20.09-11, a bordo del BIC Flores y EP Galileo. Fuente: IMARPE.

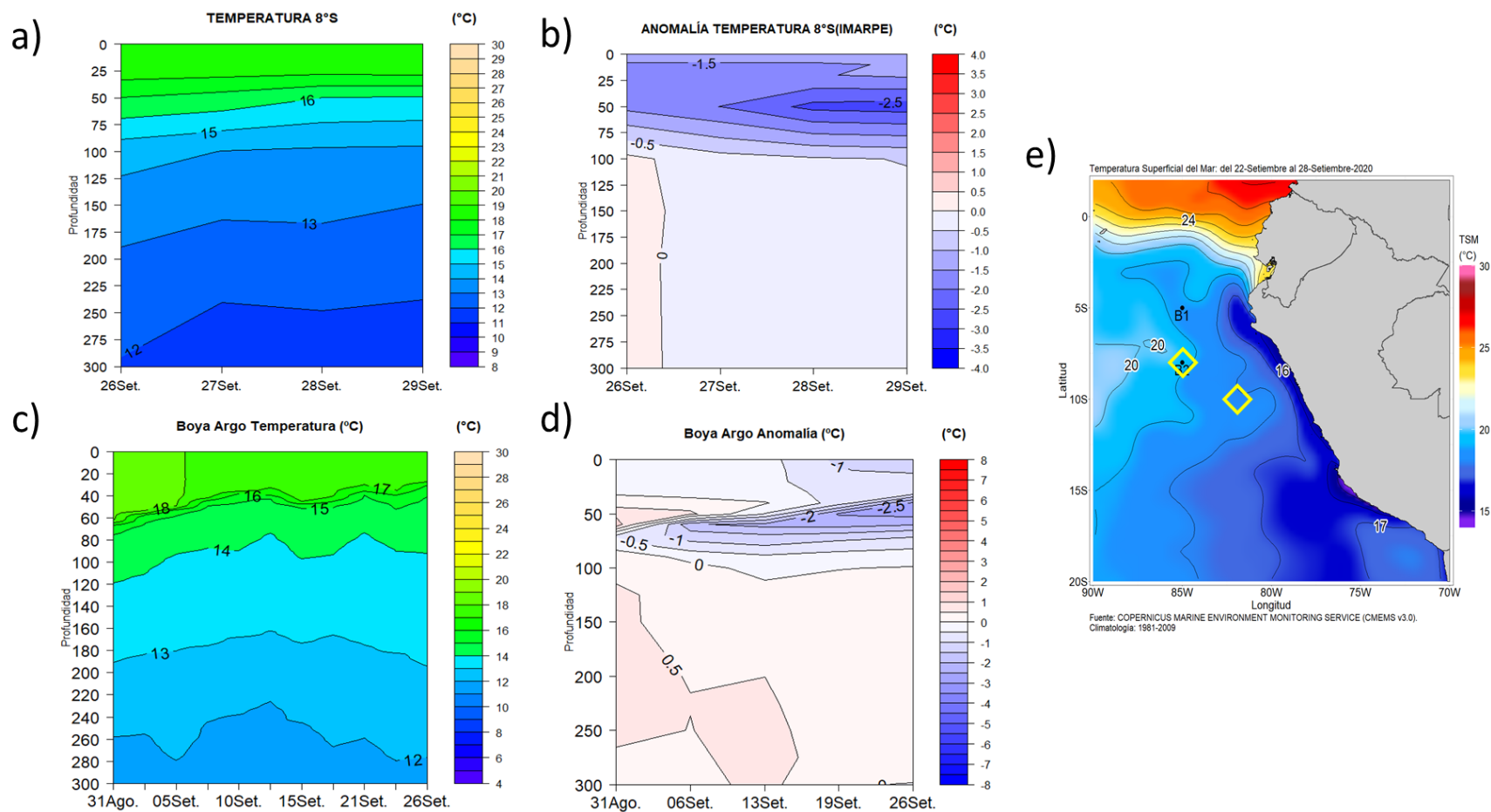


Figura 18. Evolución de la a) temperatura, b) anomalía de la temperatura del agua de mar en el flotador ARGO ubicado a 83,54°W y 8,24°S, c) temperatura y d) anomalía de temperatura del agua de mar en el flotador ARGO ubicado 81,59°W y 10,02°S, y e) ubicación de la última posición hasta el 30 septiembre donde brindó información el flotador ARGO, fuente: ARGO. Procesamiento: DHN.

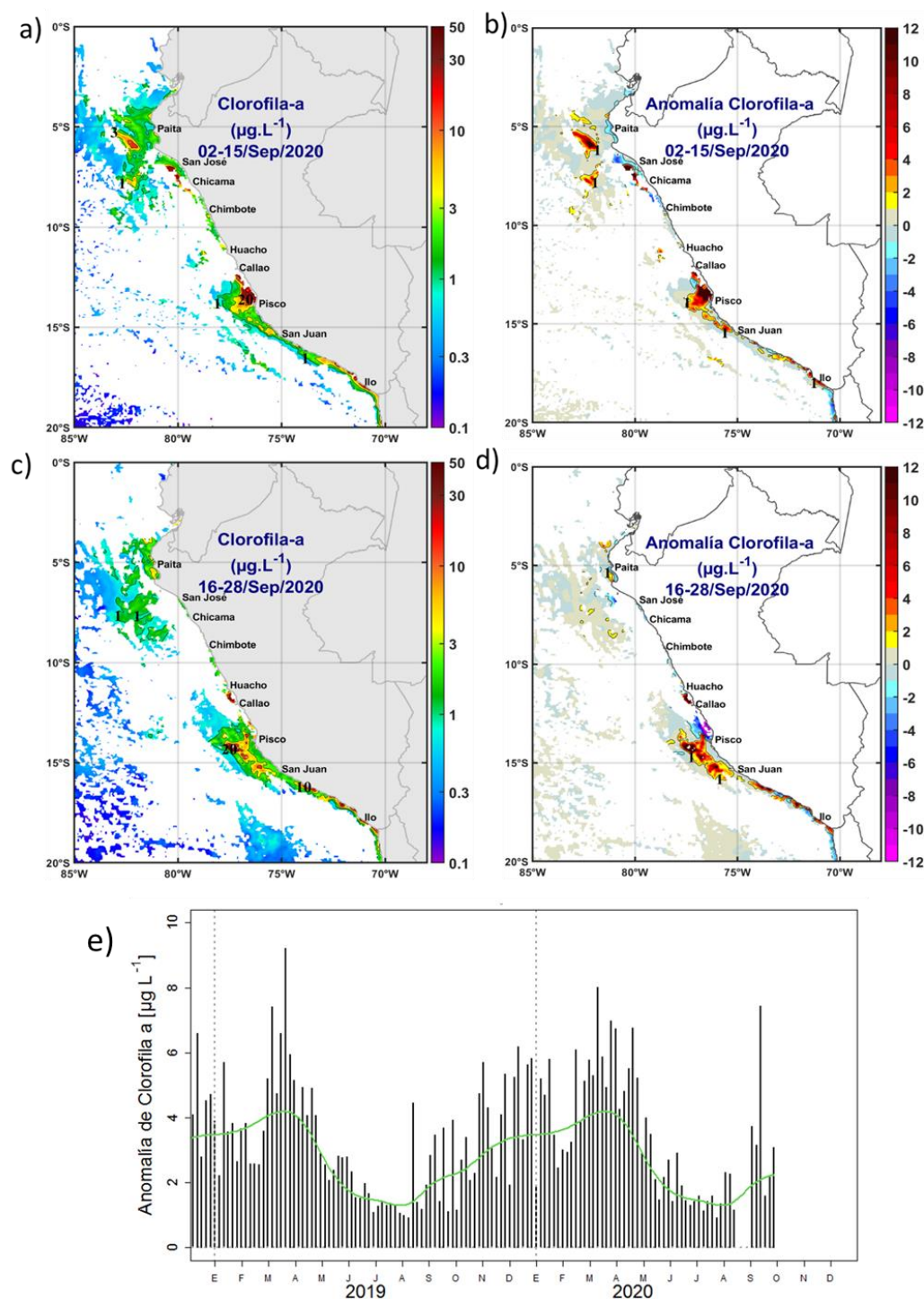


Figura 19. Mapa de la concentración de clorofila-a satelital (colores) superficiales de CMEMS v3.0 (flechas) (a y c) y su anomalía (b y d) durante setiembre de 2020, proveniente de MODIS-AQUA ($\mu\text{g.L}^{-1}$). En (e) serie de tiempo de las anomalías de la Cl-a superficial (barras negras) y su climatología (línea verde) a escala pentadal, promediada dentro de los 100 km y entre los 6°S – 16°S, proveniente de SeaWIFS-MODIS. Fuente: IMARPE.

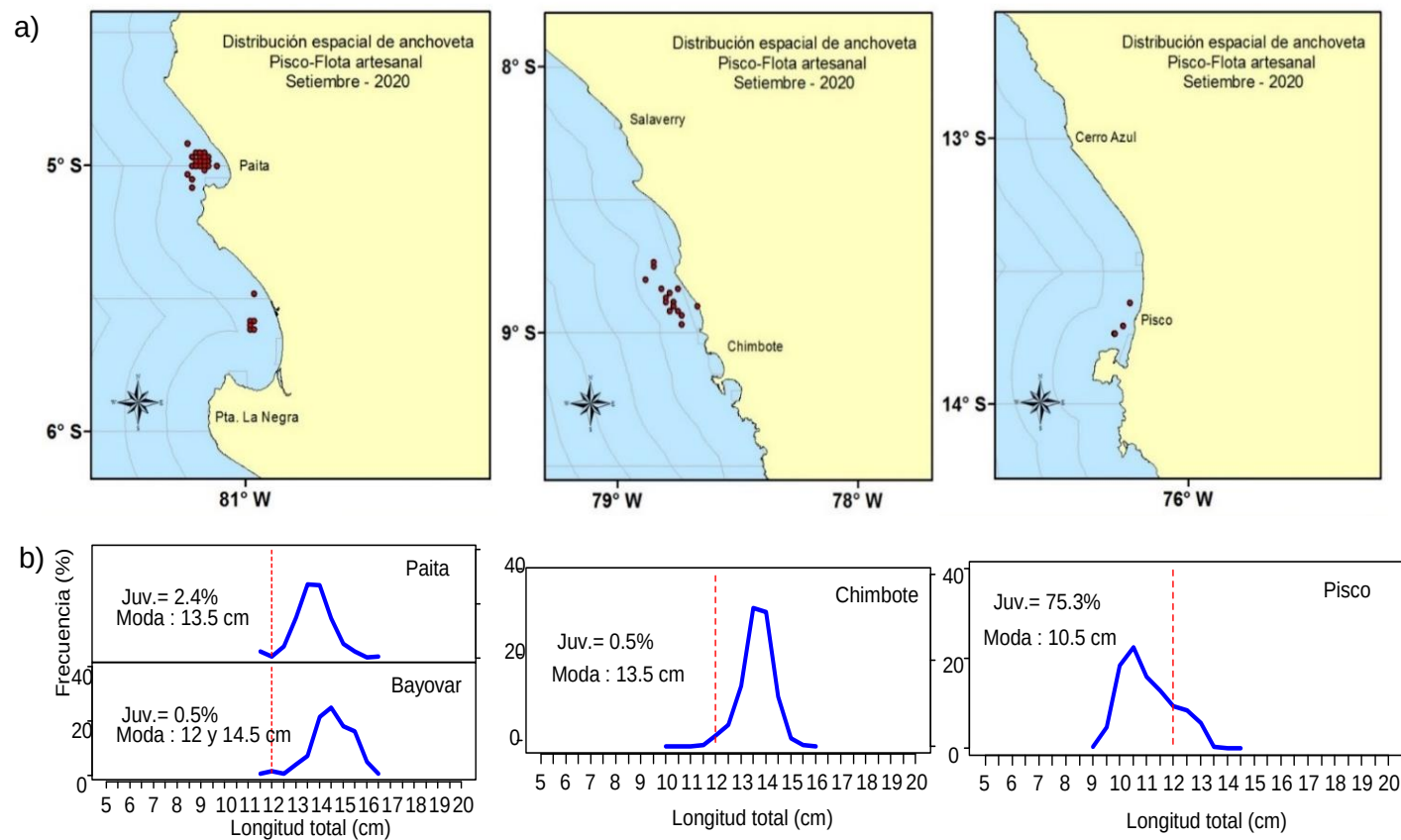


Figura 20. a) Distribución y b) estructura por tamaños de anchoveta, proveniente de la flota de cerco artesanal, durante setiembre del 2020. Fuente IMARPE

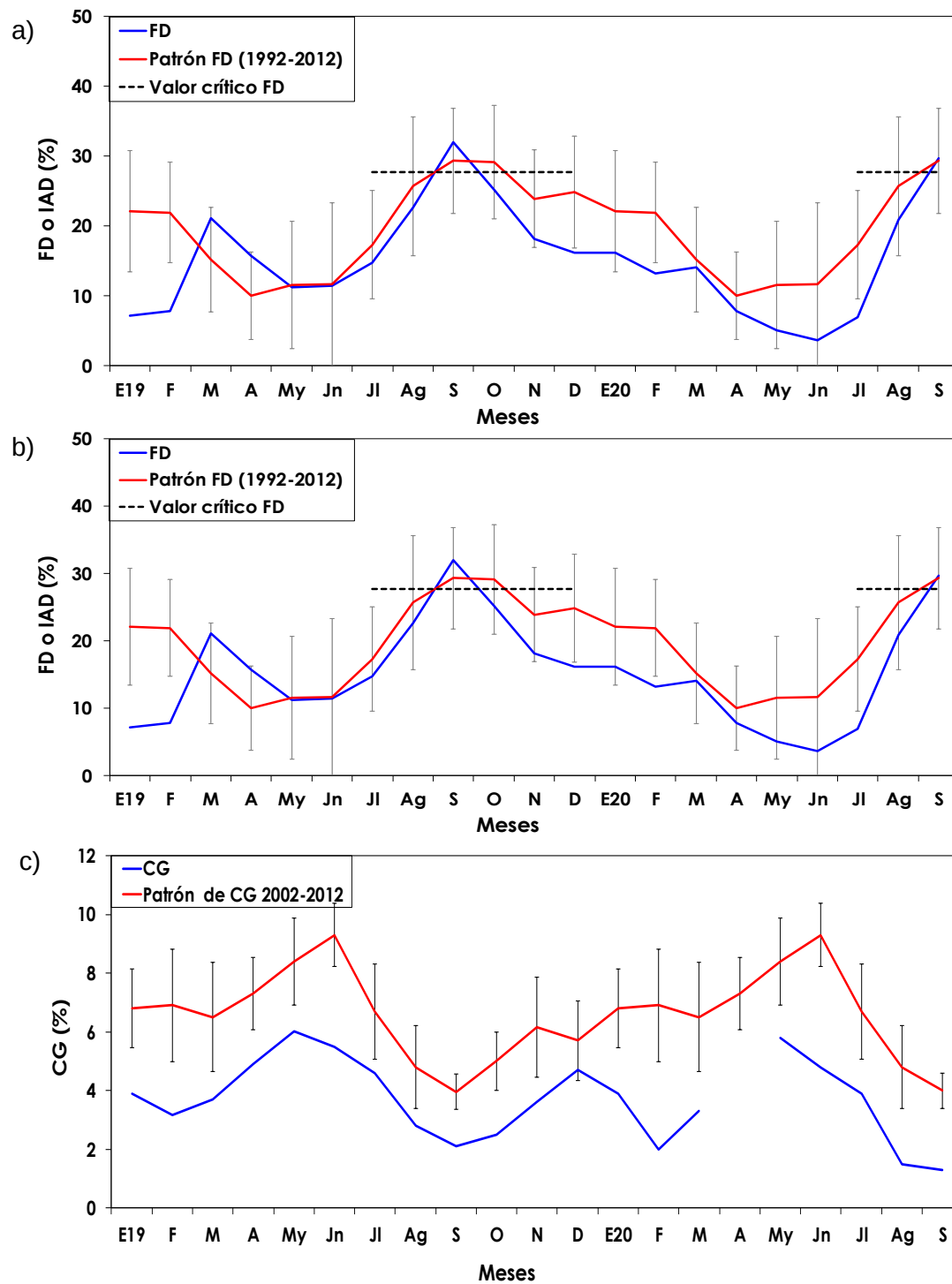


Figura 21. Indicadores reproductivos del recurso anchoveta en el stock norte-centro: a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) y c) Contenido Grado. Serie mensual: enero 2019 – setiembre del 2020. Fuente: IMARPE.

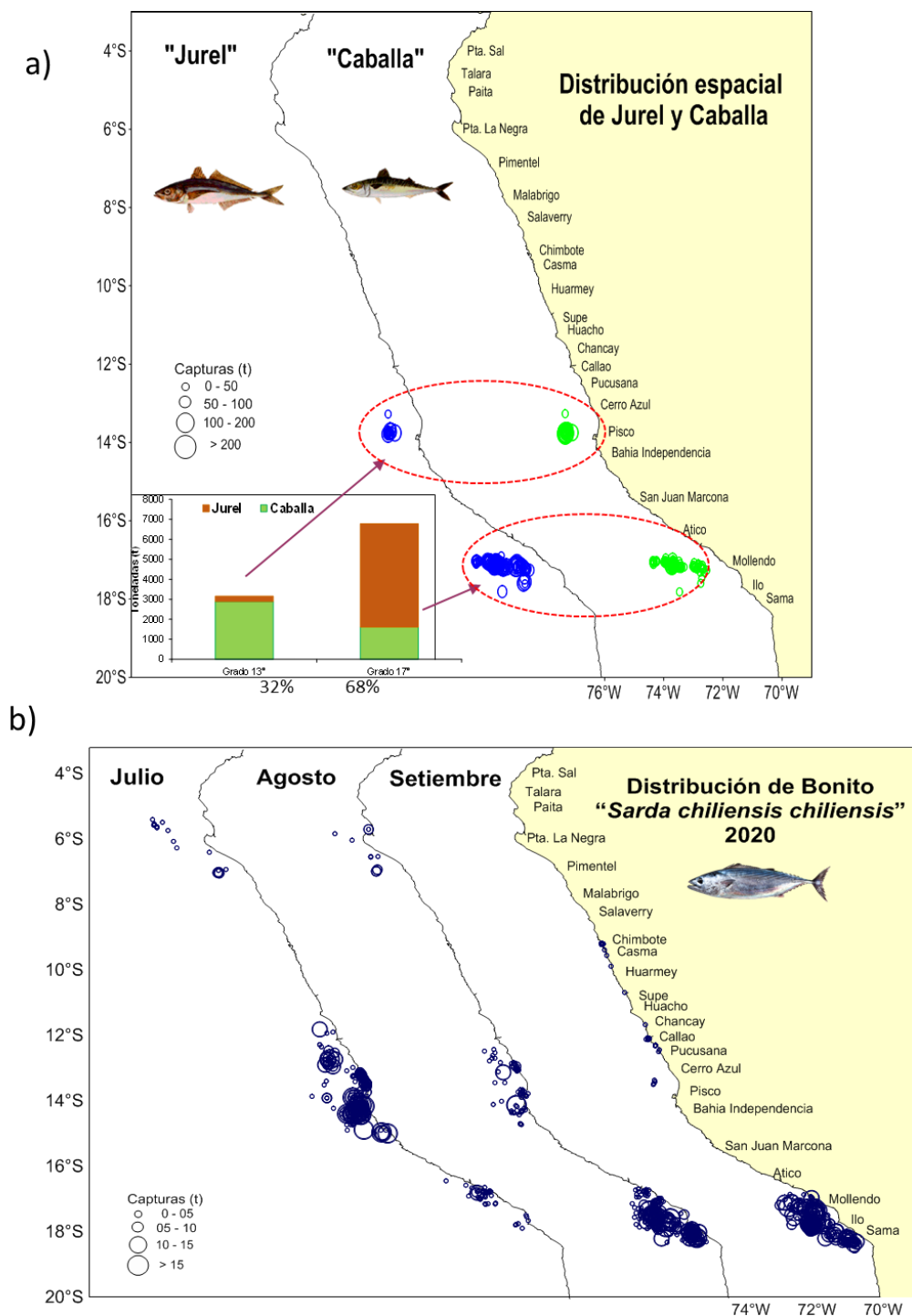


Figura 22. (a) Distribución de jurel y caballa durante setiembre del 2020. Proveniente de la flota de cerco industrial - RSW. (b) Distribución de bonito en los meses de julio, agosto y setiembre del 2020, proveniente de la flota de cerco artesanal. Fuente: IMARPE.

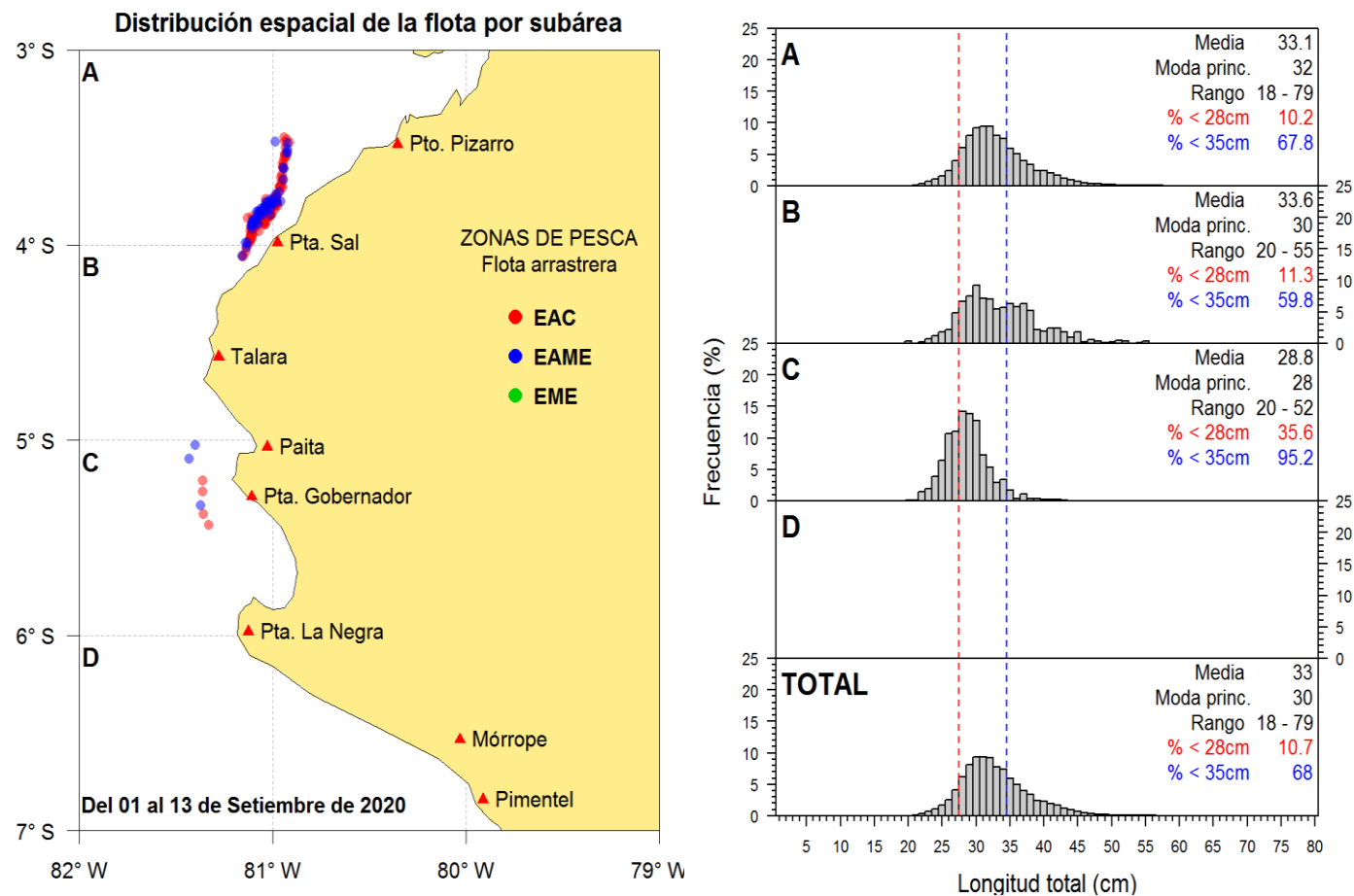
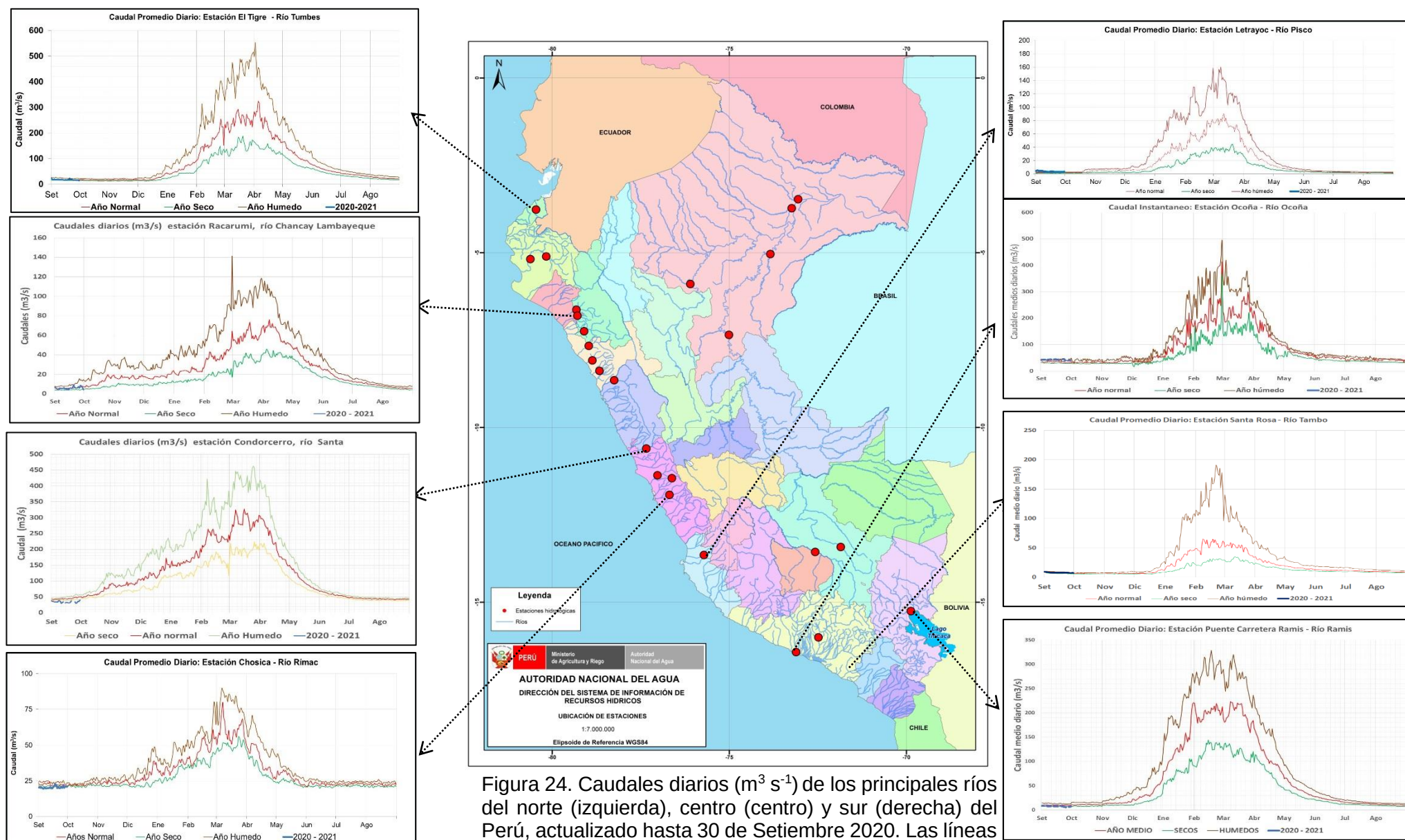


Figura 23. Distribución y b) estructura mensual de la merluza, durante setiembre del 2020. Fuente: IMARPE.



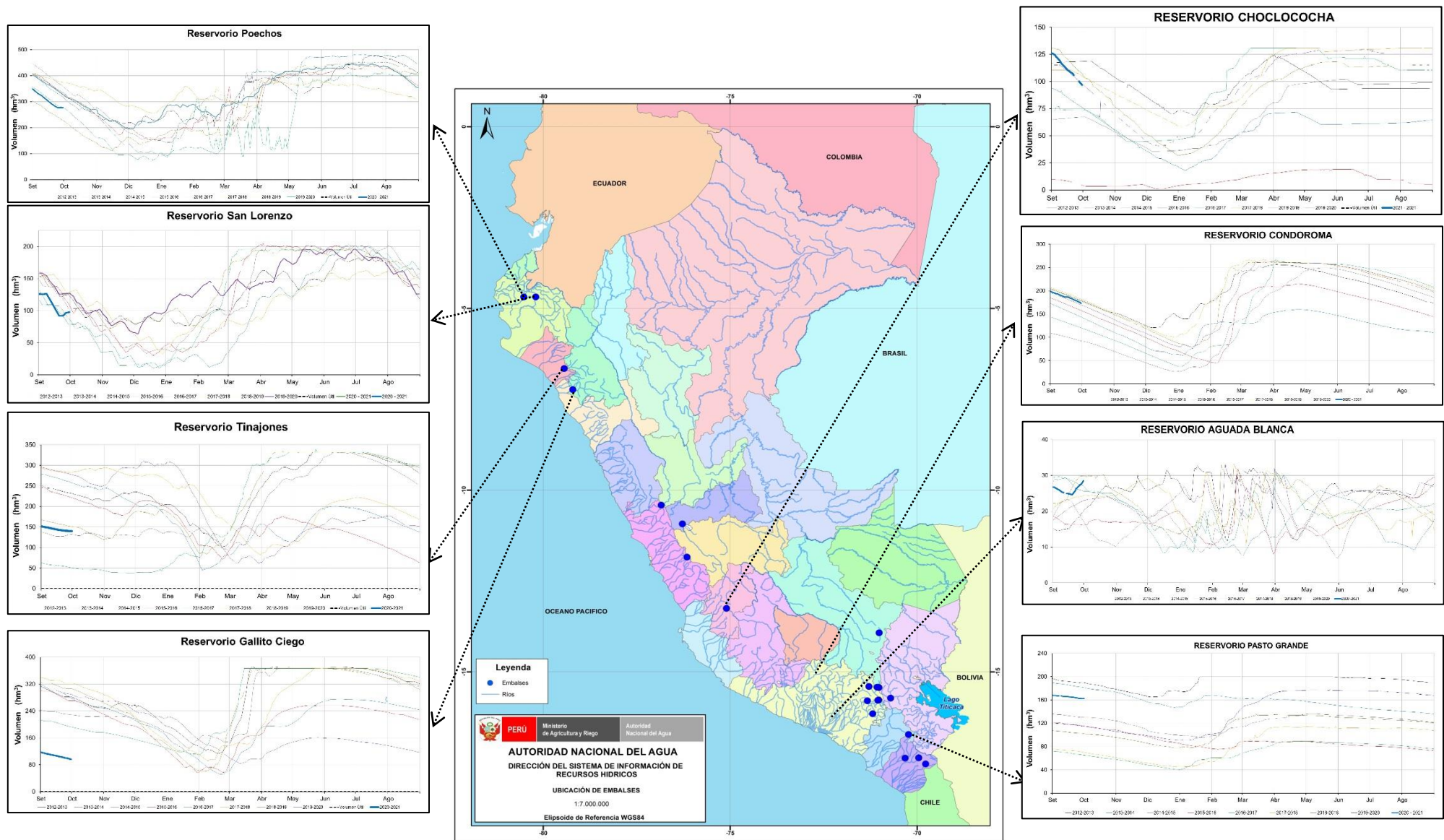


Figura 25. Volúmenes de almacenamiento (hm^3) de los principales Embalses del norte (izquierda), centro (derecha) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 31 de agosto 2020. Las líneas azules indican volúmenes de almacenamiento del año hidrológico 2020-2021, líneas rojas, amarillo, verdes y negro: corresponden a años hidrológicos 2019 – 2020, 2018-2019, 2017-2018, 2016-2017, 2014-2015. Fuente: PE Chira-Piura, JU's San Lorenzo, Chancay Lambayeque, AUTODEMA, GORE PERPG, EGESUR. Procesamiento: ANA

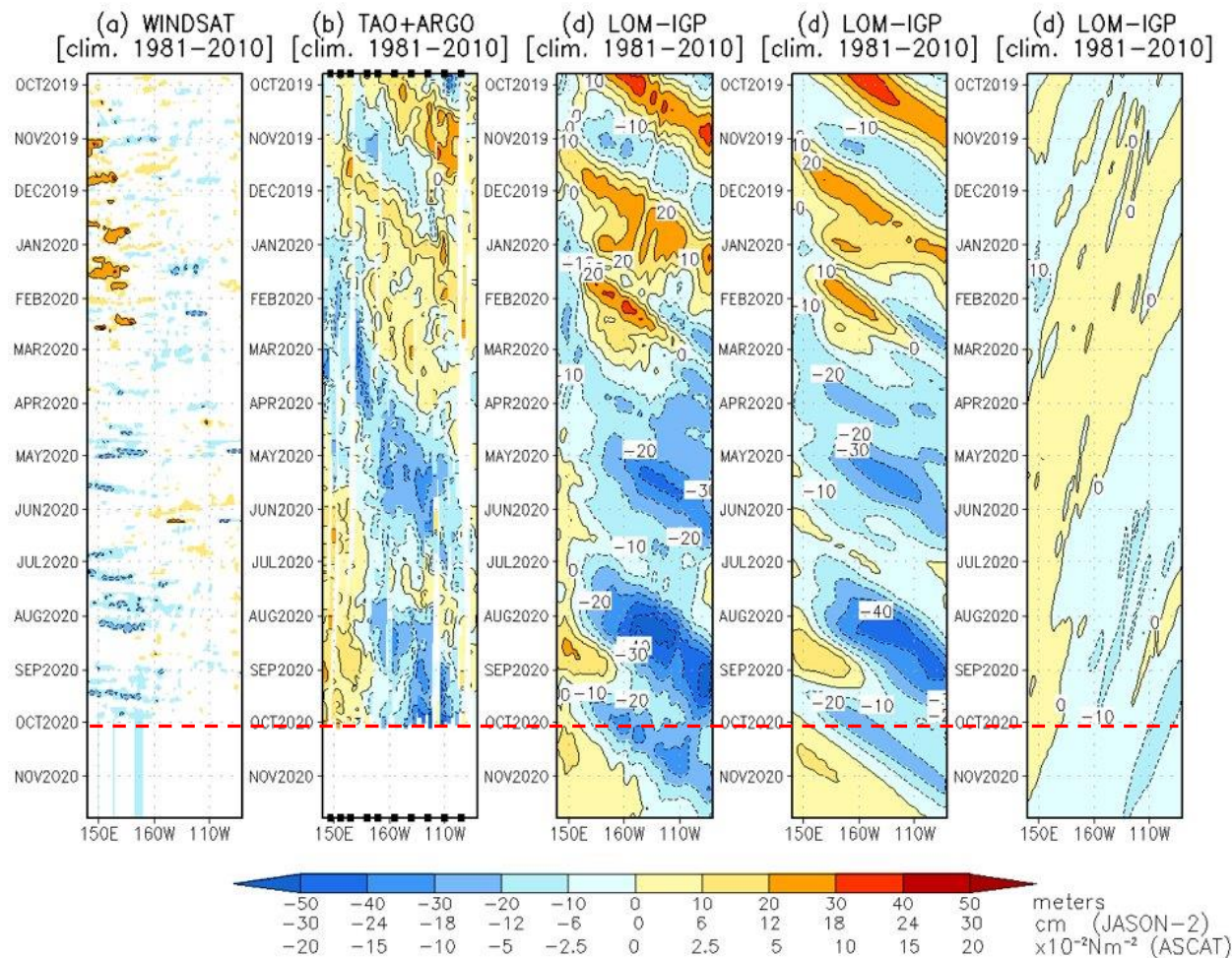


Figura 26. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO y los derivadores de Argo (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y 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. La línea roja discontinua representa el inicio del pronóstico Procesamiento: IGP.

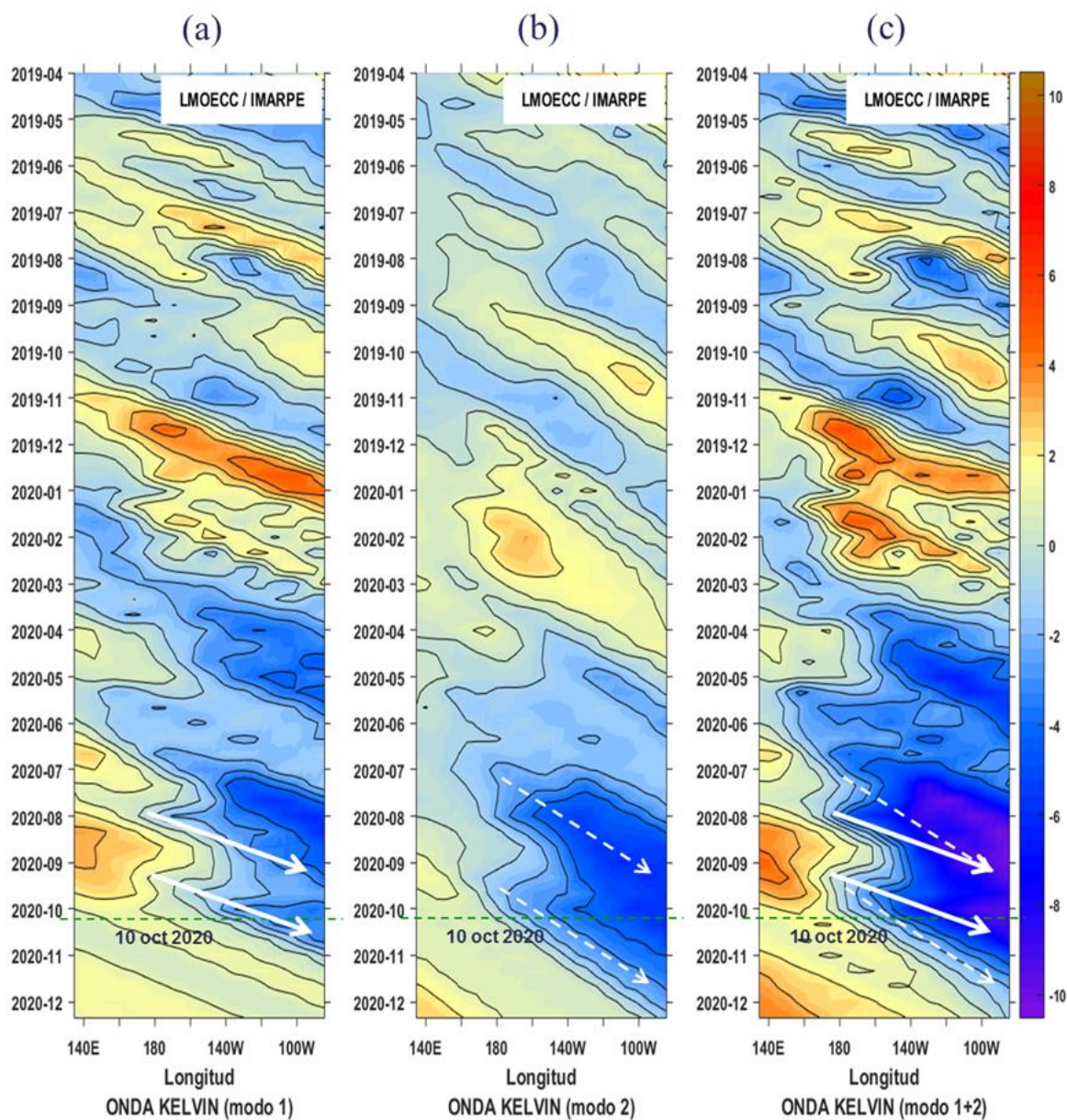


Figura 27. Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento; fecha inicial del pronóstico; 10 de octubre. 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	Estaciones de observación fenológica/Cultivo	ESRL/NOAA	GPM	Reanálisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS			TRMM-3B42	SeaWIFS + MODIS	GFS	MERCATOR Ocean
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																						
Radiación de Onda Larga											X										IGP	* http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170E_140W.gif http://www.met.igp.gob.pe/variabclim/yakifigs/olr170W_100W.gif
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.
Clorofila																			X		IMARPE	* Promedio mensual y pentadal corresponden a MODIS y SeaWIFS+MODIS corregido, respectivamente. * Cobertura nubosa de MODIS.
VARIABLES BIOLOGICO-PESQUERAS																						
Desembarques pesqueros								X													IMARPE	* Disponible desde 1959 con frecuencia diaria y mensual.
Distribución espacial de recursos				X		X															IMARPE	* El muestreo del PBP representa 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana.
Biometría e indicadores				X		X															IMARPE	* Información par anchoveta disponible desde 1959 con frecuencia variable (diaria, mensual, semestral).
VARIABLES DE RECURSOS HIDRICOS Y AGROMETEOROLÓGICAS																						
Caudal de ríos			X																		ANA	
Reservorios y embalses			X																		ANA	
Desarrollo de cultivos									X												SENAMHI	

*Continuación de la Tabla A.1.1.

2. INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

Condiciones biológico-pesqueras

En la segunda quincena de setiembre, se ejecutó una pesca exploratoria, dirigida hacia los recursos caballa (*Scomber japonicus peruanus*) a efectos de determinar la captura incidental del recurso jurel (*Trachurus murphyi*), con la participación de embarcaciones de mayor escala (flota industrial-RSW), inicialmente entre el 16 al 25 de setiembre (RM N° 294-2020-PRODUCE), luego fue ampliada hasta el 8 de octubre (RM N° 319-2020-PRODUCE), ante la buena disponibilidad de estos recursos.

La buena disponibilidad de jurel y caballa, estuvo posiblemente asociadas a la presencia de frentes oceánicos y aguas de mezcla entre las ASS y ACF, principalmente frente a Pisco e Ilo, lo que permitió que las flotas de cerco industrial y artesanal dirijan su esfuerzo de pesca hacia el jurel y la caballa. Durante la pesca exploratoria, se registró un desembarque total de 18 720 toneladas (t), de los cuales 5 808 t correspondió a caballa (31%) y 18 913 t a jurel (69 %). Al inicio de la pesca exploratoria, la composición por especies de las capturas, presento una marcada predominancia de caballa entre Cerro azul y Pisco (13°S) entre las 30 y 60 millas náuticas (m.n.) de la costa luego en la última semana cambió hacia una dominancia del jurel entre Ático e Ilo (17°S), entre 20 y 40 m.n. En cuanto la estructura de tallas, ambas especies fueron de adultos, la caballa presentó una moda de 31 cm de longitud a la horquilla (LH), mientras que el jurel presentó una estructura polimodal, con moda principal en 40 cm de longitud total (LT) y modas secundarias en 37 y 32 cm LT.

Otro recurso importante fue el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), que se distribuyó principalmente en la zona sur, entre Ático y Morro Sama dentro de las 60 m.n., presentando un marcado cambio en las zonas de pesca respecto a los meses de julio y agosto, donde se presentó en la zona central frente a Pisco y en menor proporción en el norte frente a Bayovar, posiblemente debido a las condiciones frías que se presentaron en esa parte del litoral.

El desembarque total de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en setiembre fue de 34,219 t, registrando incrementos del 97 % con relación al mes anterior y del 132 % en el mismo periodo del año 2019. El calamar gigante se distribuyó de Paita a Pimentel, entre 25 y 100 m.n. de la costa (Figura A.2.1).

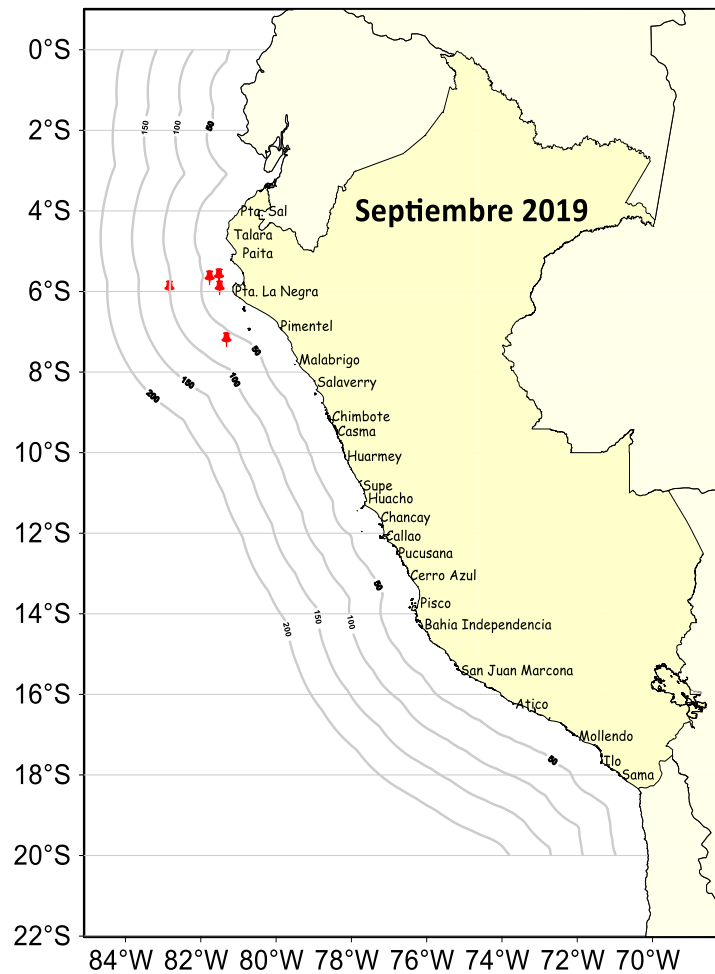


Figura A.2.1. Distribución de calamar gigante durante setiembre del 2020, proveniente de la flota artesanal. Fuente: IMARPE.