

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 6 N°10

OCTUBRE 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, y Renzo Adrianzen.

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

IGP: Kobi Mosquera, Yamina Silva y Jorge Reupo

ANA: Sigfredo Ernesto Fonseca Salazar

INDECI: Jakie Rojas.

CENEPRED: Ena Jaimes.

Año: 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° 10, octubre de 2020, 53 p.

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

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú Octubre, 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 (Presidente 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 blue 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.....	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, octubre de 2020

RESUMEN EJECUTIVO

En octubre de 2020, en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4) y en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) descendieron respecto a setiembre de $-1,0\text{ °C}$ a $-1,4\text{ °C}$ y de $-0,9\text{ °C}$ a $-1,2\text{ °C}$, respectivamente. En niveles bajos de la tropósfera, desde los 120°W hacia los 130°W , hubo intensificación de los vientos alisios; entre 120°W y 80°W , se observaron vientos anómalos del oeste, incidiendo sobre la región noroeste del Perú, mientras que, en niveles altos de la tropósfera, entre 130°W y 90°W , predominaron anomalías de vientos del oeste. Una onda Kelvin cálida débil, formada como resultado de la reflexión de una onda Rossby cálida en el extremo occidental del Pacífico, habría arribado a la costa americana en la quincena de octubre, elevando el nivel del mar frente a la costa peruana. Por otro lado, el grupo de ondas Kelvin frías, que se formó en setiembre, arribaría a la costa americana a inicios de noviembre. A escala regional, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) continuó al sur de su posición habitual y con una configuración zonal, aunque su núcleo mantuvo una intensidad normal; esto favoreció la intensificación de los vientos alisios hacia el Pacífico central, pero propició anomalías del viento del norte frente a la costa peruana, en promedio. En la franja costera, adyacente al litoral de Tumbes y del norte de Piura, persistieron las anomalías positivas de TSM ($+1\text{ °C}$), asociadas a la incursión de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y Aguas Tropicales Superficiales (ATS), ambas de baja salinidad; sin embargo, frente a la costa, entre Paita y Callao, la cobertura espacial y la magnitud de las anomalías negativas de TSM mostraron una tendencia a disminuir, aunque en la última semana se detectaron anomalías de $-1,0\text{ °C}$, en promedio, en la zona comprendida dentro de las 60 millas náuticas entre Paita y Atico. Las Aguas Costeras Frías (ACF) presentaron una amplia distribución que alcanzaron las 80 millas náuticas al sur del Callao, así como, las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), cálidas y de alta salinidad, se aproximaron más a la costa, principalmente en la zona centro y frente al codo Perú-Chile. En la capa sub-superficial, la termoclina y oxiclina mantuvieron una posición somera frente a la costa norte, manifestando anomalías térmicas que alcanzaron su mayor magnitud (-2 °C) sobre los 50 m de profundidad y por fuera de las 200 millas de la costa.

La concentración de clorofila-a (indicador de la producción del fitoplancton) aumentó en la primera quincena del mes frente a la costa norte y en la zona de Pisco – San Juan de Marcona, en donde se alcanzaron anomalías de $+10\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 100 millas náuticas. En la segunda quincena, entre Chicama y Chimbote y entre Callao y Pisco, se observaron núcleos de alta concentración, con anomalías de $+5\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 50 millas náuticas. En el aspecto biológico-pesquero, se observó que la anchoveta del stock norte-centro presentó una disminución de la actividad desovante y un aumento en su contenido graso. Las especies transzonales como jurel, caballa y bonito continuaron siendo capturadas por la flota industrial y artesanal, principalmente entre las 30 a 80 millas náuticas en la región sur y entre las 30 y 50 millas náuticas frente a Huarmey. El calamar gigante se distribuyó de Paita hasta Punta La Negra, entre las 25 y 140 millas náuticas de la costa, mientras que la merluza mantuvo su mayor concentración en el extremo norte. En el aspecto hidrológico, los caudales de los principales ríos de la costa norte y de la región del Títicaca continuaron mostrando valores por debajo de lo normal.

Los ríos de la costa sur presentaron caudales sobre lo normal y los ríos de la costa centro tuvieron un comportamiento diverso. En cuanto a los impactos agrometeorológicos, las temperaturas diurnas con valores superiores respecto a su variabilidad climática, promovieron la fructificación del mango Edward y el mango Kent, a la vez que, promovieron el crecimiento vegetativo y la etapa reproductiva de los sembríos de arroz, en valles productores de Piura y Lambayeque. En la costa sur (La Yarada, Tacna), las temperaturas normales promovieron la fructificación del olivo.

Finalmente, considerando los modelos climáticos internacionales, la tendencia negativa de la temperatura superficial y sub-superficial del mar en la mayor parte del Pacífico ecuatorial y el acoplamiento anómalo observado recientemente entre el océano y la atmósfera en el Pacífico central, se espera una mayor probabilidad que La Niña en el Pacífico central alcance la magnitud de moderada a fuerte hasta diciembre y la magnitud de moderada durante el verano 2021. En la región Niño 1+2, debido a procesos locales en la circulación atmosférica y oceánica, se estima una mayor probabilidad de condiciones de La Niña Costera de magnitud débil hasta el mes de noviembre, mientras que, a partir de diciembre, una mayor probabilidad de condiciones neutras. Para el período diciembre 2020 a marzo 2021, se mantiene la estimación de una mayor probabilidad de condiciones neutras (58%) en la región Niño 1+2. Para el Pacífico central, la mayor probabilidad corresponde a condiciones de La Niña (89 %) con una magnitud más probable de moderada (47 %). Esta condición en el Pacífico central podría contribuir a la ocurrencia de lluvias superiores a lo normal en gran parte en los sectores central y sur del país durante el verano, y no se descarta la normalización de lluvias en la sierra norte occidental para el mismo período.

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

Como parte del procedimiento de análisis, se realiza una estimación del sesgo en cada uno de los sensores de satélite contribuyentes. Esto se realiza calculando emparejamientos entre cada sensor de satélite y un conjunto de datos de referencia (actualmente compuesto por los datos *in situ* y un subconjunto de los datos de satélite MetOp AVHRR). Estas diferencias se introducen luego en un procedimiento de Interpolación óptima para producir campos de polarización cuadrículados en cada sensor. OSTIA utiliza datos satelitales proporcionados por el proyecto GHRSSST junto con observaciones in situ, para determinar la TSM. Para mayor información <http://ghrsst-pp.metoffice.gov.uk/ostia-website/index.html>. En el presente informe se toma en cuenta la TSM del producto OSTIA a $1/20^\circ$, así como las anomalías de la TSM a $1/4^\circ$.

1.2. Índices

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

Índices reproductivos de anchoveta: La información del proceso reproductivo de la anchoveta proviene de los muestreos biológicos realizados en las diferentes sedes regionales del IMARPE (Paita, Chimbote, Huanchaco, Huacho, Callao, Pisco e Ilo). A partir de esta información se determinan los siguientes índices reproductivos: 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 OCTUBRE DE 2020

Condiciones atmosféricas y oceánicas en el Pacífico ecuatorial

En el océano Pacífico ecuatorial central y oriental se mantuvieron las condiciones frías anómalas, pero con mayor intensidad en la región central, asociadas al desarrollo de La Niña (Figura 1). En promedio en la región central, se presentaron anomalías negativas de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en superficie (Tabla 1), mientras que, a nivel sub-superficial, anomalías de hasta $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 150 m de profundidad en la región central (Figura 2). En las regiones Niño 3.4 y Niño 1+2, esta última que incluye la zona norte y centro del mar peruano, las anomalías semanales de la TSM mantuvieron una tendencia descendente, lo que provocó un cambio de $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y de $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre inicios y fines de mes, respectivamente (Figura 3, Tabla 1).

El Índice Costero El Niño para el mes de setiembre (ICEN) indica condiciones frías débiles, mientras que el ICEN temporal (ICEN-tmp) para octubre, condiciones neutras. Por su parte, el Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) para setiembre y el ONI temporal (ONI-tmp) para octubre indican condiciones frías débiles y frías moderadas, respectivamente (Figura 4, Tabla 2).

Sobre el Pacífico ecuatorial, en niveles bajos de la tropósfera (entre 1000 y 850 hPa), desde los 120°W hacia los 130°W , persistieron e intensificaron los vientos alisios, mientras que, entre los 120°W y 080°W , vientos anómalos del oeste, incidiendo sobre la región noroeste del Perú. En niveles altos de la tropósfera (200 hPa) y entre los 130°W y 090°W , predominaron anomalías de vientos del oeste (Figura 5). Por otro lado, la convección permaneció sobre Indonesia y el patrón subsidente dominante se posicionó al oeste de la línea de cambio de fecha, la cual acentuó la circulación de Walker (Figura 6).

Los datos satelitales y los resultados de algunos modelos numéricos sugieren que una onda Kelvin cálida débil habría arribado a la costa americana en la quincena de octubre. Esta onda cálida, que fue mencionada en los Comunicados N° 10-2020 (ENFEN 2020 a) y 11-2020 (ENFEN 2020 b), sería el resultado de la reflexión de una onda Rossby cálida en el extremo occidental del Pacífico. Por otro lado, un grupo de ondas Kelvin frías, formadas en setiembre y posiblemente reforzadas a comienzos de octubre, según los datos observados y los resultados de los modelos numéricos, arribarían a la costa americana a inicios de noviembre. Ello se manifestó, cerca de Galápagos, sobre los 80 m de profundidad, con el aumento de las anomalías negativas de temperatura hasta $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, desde la segunda quincena de octubre (Figuras 2 y 7).

Condiciones atmosféricas a escala regional y en la costa peruana

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) en promedio, continuó al sur de su posición habitual, manteniendo un núcleo con valores cercanos a su promedio normal (1026 hPa) y una configuración zonal (Figura 8). Esta configuración favoreció a la intensificación de los alisios hacia la cuenca central del Pacífico ecuatorial. Por otro lado, frente a la costa peruana, debido a dicha configuración, la magnitud de los vientos estuvo debilitada, lo que propició anomalías de vientos del norte. Sin embargo, como parte de la variabilidad costera, hacia finales de octubre, se presentó un leve incremento de vientos del sur (Figura 9).

Respecto a las temperaturas extremas del aire (máximas y mínimas) a lo largo de la costa peruana, este mes las temperaturas máximas en la costa norte presentaron valores superiores a su climatología, a excepción de la estación Trujillo (La Libertad), que reportó anomalías de $-1,2$ °C en la tercera década del mes. En el resto de las estaciones, los valores estuvieron dentro del rango normal. Respecto a las temperaturas mínimas, las estaciones en la costa norte reportaron valores próximos a su normal, a excepción de las estaciones La Esperanza (Piura) y Lambayeque (La Libertad), que, en la segunda década, reportaron anomalías de $-1,3$ °C y -1 °C, respectivamente. En la costa central, en la primera década, la estación de Huarmey (Ancash) reportó $+1,1$ °C y en la costa sur; y en la segunda década, la estación La Yarada (Tacna) reportó $+1,3$ °C; las demás estaciones costeras se mantuvieron dentro del rango normal (Figura 10).

Condiciones oceanográficas en el mar peruano

En el nivel del mar predominaron valores por debajo de lo normal tanto en el litoral como en la franja adyacente a la costa en las dos primeras semanas; sin embargo, a mediados de mes se registró un incremento, posiblemente asociado al arribo de la onda Kelvin cálida débil, para luego disminuir en algunas áreas en la última semana (Figura 11).

En el litoral norte, la TSM presentó anomalías negativas durante la primera semana de octubre, las cuales cambiaron a positivas en la siguiente semana, alcanzando un valor de hasta $+2$ °C; mientras que en el litoral centro y sur se mantuvieron las anomalías positivas y cercanas de cero, respectivamente. En la segunda quincena de octubre, con excepción de Tumbes, en el litoral norte la TSM mostró nuevamente valores por debajo de lo normal, en promedio, con anomalías de hasta -1 °C. En el litoral centro y sur, la TSM se presentó en el rango neutro o exhibió anomalías positivas, como fue el caso de Salaverry, Callao y Mollendo, que alcanzaron picos por encima de $+1$ °C (Figuras 12 y 13).

En la franja costera adyacente al litoral de Tumbes y del norte de Piura, persistieron condiciones cálidas superficiales con anomalías de TSM mayores a $+1$ °C, asociadas a aguas ecuatoriales superficiales (AES) y aguas tropicales superficiales (ATS), ambas de baja salinidad (Figura 14). Frente a la costa, entre Paita y Callao, disminuyó la cobertura espacial y magnitud de las anomalías negativas de TSM a valores promedio de $-0,5$ °C. Sin embargo, durante la última semana de octubre la zona comprendida dentro de las 60 millas náuticas ente Paita y Atico se dio un incremento de la magnitud de las anomalías negativas de TSM a valores promedio de $-1,0$ °C. La cobertura de las anomalías negativas de TSM frente y al norte de Paita continuó extendida hacia el oeste, mientras que, en la costa sur, la TSM osciló dentro de lo normal (Figura 13).

Las ASS presentaron una mayor aproximación a la costa, principalmente, en la zona central, respecto a setiembre. Las Aguas Costeras Frías (ACF) presentaron una amplia distribución que superó las 80 millas náuticas al sur del Callao. Frente a la costa sur, la TSM osciló dentro de lo normal, apreciándose una ampliación del área ocupada por las ASS frente al codo Perú-Chile, respecto a setiembre. Asimismo, se observaron amplias áreas de mezcla entre las ACF y ASS frente a la costa, entre Chicama y Punta Falsa (Figura 14).

En la capa sub.superficial, frente al Golfo de Guayaquil, entre las 240 y 300 millas náuticas de la costa, predominaron anomalías negativas sobre los 300 m de profundidad, con los mayores valores de -1 °C en promedio sobre los 50 m de profundidad.

Frente a la costa peruana, dentro de las 100 millas náuticas adyacentes a Punta Falsa, se detectaron anomalías negativas de temperatura hasta $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ sobre los 50 m. Entre Chicama y Callao, dentro de las 90 millas náuticas, en promedio, se registraron anomalías negativas con valores de hasta $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 50 m, siendo de menor magnitud en superficie (Figuras 15 y 16). Entre Pisco y San Juan de Marcona, dentro de las 80 millas náuticas, se observaron anomalías de temperatura de $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en promedio sobre los 100 m (Figura 16). Finalmente, a 220 y 340 millas náuticas frente a Paita y a Chicama, respectivamente, se observaron anomalías negativas sobre los 300 m de profundidad, alcanzando valores máximos de $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la capa superior (60 m de profundidad) (Figura 17). En general, la termoclina y oxiclina continuaron presentándose en una posición superficial frente a la costa norte y centro (Figura 16).

La concentración de clorofila-a (indicador de la producción de fitoplancton) aumentó en la primera quincena de octubre frente a la costa norte y en la zona de Pisco – San Juan de Marcona. Entre Paita y Pimentel se observó una amplia área productiva con núcleos de anomalías mayores a $5\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$. Igualmente, entre Pisco y San Juan de Marcona se detectó otra zona de alta productividad, asociada a anomalías de $+10\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 100 millas náuticas. Durante la segunda quincena de octubre, entre Chicama y Chimbote, y entre Callao y el norte de Pisco se observaron núcleos de alta productividad ($\sim 10\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$), asociada a anomalías de $+5\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ dentro de las 50 millas náuticas (Figura 18).

Impactos biológico-pesqueros

En octubre, la flota de cerco artesanal dirigida hacia la anchoveta realizó actividades de pesca frente a los puertos de Paita y Chimbote (región norte) y Pisco (región centro) dentro de las 10 millas náuticas de la costa. En el norte, la estructura por tamaños fue de adulta, con grupos modales entre 13,5 y 14,5 cm de longitud total (LT), mientras que, en el centro, continuó la alta presencia de juveniles (83,7 %), y moda en 10,5 cm LT (Figura 19). La información de la anchoveta en la región norte - centro proveniente del Seguimiento de la Pesquería Pelágica y del Crucero de Evaluación Hidro-acústica de Recursos Pelágicos 2009-11, mostró la disminución de los indicadores reproductivos fracción desovante (FD) e índice gonadosomático (IGS), observándose a la FD por debajo de su valor crítico (valor indicador de periodo importante de desove) (Figuras 20 a y b). Mientras que el contenido graso (CG), evidenció un incremento conforme a la tendencia de su patrón y acorde a su condición reproductiva (Figura 20 d).

La pesca exploratoria dirigida hacia la caballa (*Scomber japonicus peruanus*) y jurel (*Trachurus murphyi*), desarrollada del 16 de setiembre al 8 de octubre evidenció la buena disponibilidad de estos recursos, asociadas a la presencia de frentes oceánicos y aguas de mezcla entre las ASS y ACF, principalmente de Huarney (10°S) a Callao y de Atico (16°S) al extremo sur. Se presentó una marcada dominancia de caballa frente a Huarney entre las 40 y 60 m.n. de la costa y continuó la dominancia de jurel en la región sur de 20 a 40 m.n. (Figuras 21 a y b). La especie *Merluccius gayi peruvianus* “merluza” mantuvo su mayor concentración en el extremo norte, con un desplazamiento de tallas juveniles, comportamiento asociado con las condiciones subsuperficiales frías, desfavorables a los flujos del norte. (Figura 22).

Impactos hidrológicos

Los caudales de los principales ríos de la costa norte y de la región del Titicaca continuaron mostrando valores por debajo de lo normal. Por lo contrario, los ríos de la costa sur presentaron caudales sobre lo normal; mientras que, los ríos de la costa centro tuvieron un comportamiento diverso. Es así que los ríos Chillón y San Juan presentaron caudales por debajo de lo normal, el río Rímac, caudales dentro de lo normal y los ríos de Cañete, Pisco e Ica, sobre lo normal (Figura 23).

El porcentaje de almacenamiento de los principales reservorios continuó disminuyendo a nivel nacional. En la costa norte variaron entre 20,50 % en Gallito Ciego y 42,30% en Tinajones. Así mismo, en la costa centro y norte el porcentaje de almacenamiento varió de 9,9 % en Dique Los Españoles a 86,50 % en El Frayle con respecto a sus capacidades útiles (Figura 24 y Tabla 3).

Impactos agrometeorológicos

En la costa norte, la prevalencia de condiciones térmicas diurnas con valores superiores con respecto a su variabilidad climática, promovieron la fase de fructificación del mango Edward y el mango Kent en los valles productores de Alto Piura, San Lorenzo (Piura), Olmos, Motupe Jayanca (Lambayeque). Sin embargo, la deficiencia hídrica viene incidiendo en el normal desarrollo de la presente campaña. En cuanto a los sembríos de arroz de los valles de la región norte como San Lorenzo (Piura), La Leche y Zaña (Lambayeque), las temperaturas máximas con valores de normales a superiores, promovieron el crecimiento vegetativo y la etapa reproductiva de los sembríos. En la costa sur, en la localidad de La Yarada (Tacna), las temperaturas normales promovieron la fructificación del olivo (Tabla 4).

IV. PRONÓSTICO

El pronóstico de los modelos climáticos de agencias internacionales para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) actualizados a la fecha, indica, en promedio, el desarrollo de condiciones frías, de magnitud moderada a fuerte, hasta enero 2021. Entre enero y abril, las condiciones declinarían gradualmente a frías débiles (Tabla 5).

Considerando la tendencia negativa de las condiciones frías en la mayor parte del Pacífico ecuatorial y el mayor acoplamiento observado recientemente entre el océano y la atmosfera en el Pacífico central, de acuerdo con el juicio experto de la Comisión Multisectorial ENFEN, se espera una mayor probabilidad que La Niña en el Pacífico central alcance la magnitud de moderada a fuerte en lo que resta del año y la magnitud de moderada durante el verano 2021.

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2 frente a la costa norte y centro del Perú), los modelos internacionales indican, en promedio, anomalías negativas cercanas a -1 °C hasta fin de año, que tenderían a disminuir en magnitud durante el verano (Tabla 6).

De acuerdo con el juicio experto, el arribo de nuevas ondas Kelvin frías, hasta el mes de diciembre (Figuras 25 y 26), contribuiría a mantener las condiciones frías anómalas frente a la costa peruana. Sin embargo, frente al litoral de Tumbes y norte de Piura, se espera que continúen presentándose ligeras anomalías positivas de la TSM, debido a cambios en la circulación local.

Estas condiciones podrían repetirse también durante el verano, tomando en consideración la previsión, de acuerdo a los modelos, de la circulación atmosférica en el Pacífico sudoriental, contrarrestando la influencia del Pacífico ecuatorial sobre la TSM frente a la costa peruana. Ante este escenario, se mantiene una relativamente baja probabilidad de la ocurrencia de La Niña costera en el verano.

Respecto a las probabilidades mensuales (de noviembre 2020 a febrero 2021), la Comisión Multisectorial ENFEN, para el Pacífico oriental, estima que durante noviembre se daría una mayor probabilidad de condiciones La Niña (53 %), seguida de condiciones neutras (46 %); mientras que, de diciembre 2020 a febrero 2021, predominarían condiciones neutras (aumentando de 51 % a 55 %) y disminuirían las probabilidades para una condición La Niña (de 46 % a 31 %) (Tabla 7). En el Pacífico central, predominaría mensualmente una condición La Niña, aunque presentando una ligera disminución de noviembre 2020 a febrero 2021 (de 97 % a 94 %) (Tabla 8).

En relación al próximo verano (de diciembre 2020 a marzo 2021), la Comisión Multisectorial del ENFEN mantiene la estimación de una mayor probabilidad de condiciones neutras (58%) en la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano (Tabla 9), mientras que, para el Pacífico central, la mayor probabilidad corresponde a condiciones de La Niña (89 %) con una magnitud más probable de moderada (47 %) (Tabla 10). Esta condición en el Pacífico central podría contribuir a la ocurrencia de lluvias superiores a lo normal en gran parte en los sectores central y sur del país durante el verano, y no se descarta la normalización de lluvias en la sierra norte occidental para el mismo período (SENAMHI, 2020).

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 2020. Para el verano son más probable las condiciones neutras.

El actual desarrollo de La Niña en el Pacífico central y su extensión hacia el verano, con una magnitud más probable de moderada, plantearía un escenario de lluvias superiores a lo normal en gran parte en los sectores central y sur del país. Por este motivo la Comisión recomienda a las entidades competentes que realicen las labores de reducción y prevención del riesgo frente al escenario planteado.

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.

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

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

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 Magister en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

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

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

SENAMHI. 2020. Escenario probabilístico de lluvias para el verano 2021. Informe técnico N°14-2020/ SENAMHI-DMA-SPC. Link: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02261SENA-1.pdf>

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

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

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

VI. 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 2020								
R. Niño	Niño 4		Niño 3.4		Niño 3		Niño 1+2	
Oct	27,9	-0,8	25,3	-1,4	23,6	-1,3	19,6	-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 diciembre de 2019 hasta setiembre de 2020, así como sus valores temporales para octubre y noviembre de 2020. Climatología de SSTOI. Fuente IGP.

Valores del Índice Costero El Niño					ONI	
Mes	ICENOI	Categoría	ICEN v5	Categoría	ONI	Categoría
dic-19	-0.04	Neutro	-0.25	Neutro	0.56	C. Débil
ene-20	0.21	Neutro	-0.16	Neutro	0.53	C. Débil
feb-20	0.27	Neutro	-0.15	Neutro	0.51	C. Débil
mar-20	0.45	C. Débil	0.10	Neutro	0.50	C. Débil
abr-20	0.38	Neutro	0.19	Neutro	0.28	Neutro
may-20	-0.05	Neutro	0.02	Neutro	-0.01	Neutro
jun-20	-0.59	Neutro	-0.51	Neutro	-0.23	Neutro
jul-20	-0.94	Neutro	-0.93	Neutro	-0.38	Neutro
ago-20	-0.99	Neutro	-1.14	Fría Débil	-0.59	Fría Débil
sep-20	-1.00	Neuto	-1.00	Neutro	-0.95	Fría Débil
Mes	ICENtmp	Categoría	ICENtmp	Categoría	ONItmp	Categoría
oct-20	-0.92	Neutro	-0.91	Neutro	-1.19	Fría Moderada
nov-20	-0.85	Neutro	-0.73	Neutro	-1.54	Fría Fuerte

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

Zona	Nombre Embalse	Operador	Fecha Registro	Departamento de Influencia	Volumen (hm ³)		Porcentaje % Almacenado
					Útil/Total	Almacenado	
Costa - Norte	Poechos	PECHP	30-Oct	Piura	438,30	182,60	41,70
Costa - Norte	San Lorenzo (Embalse)	JUSL	30-Oct	Piura	195,60	62,70	32,10
Costa - Norte	Tinajones	PEOT	30-Oct	Lambayeque	285,90	121,00	42,30
Costa - Norte	Gallito Ciego	PEJEZA	30-Oct	La Libertad	366,60	75,00	20,50
Costa - Sur	Ccaracocha	PETACC	30-Oct	Ica	40,00	22,60	56,50
Costa - Sur	Choclococha	PETACC	30-Oct	Ica	131,10	74,00	56,40
Costa - Sur	Condorama	AUTODEMA	30-Oct	Arequipa	259,00	143,80	55,50
Costa - Sur	Pañe	AUTODEMA	30-Oct	Arequipa	99,60	58,70	58,90
Costa - Sur	Dique Los Españoles	AUTODEMA	30-Oct	Arequipa	9,10	0,90	9,90
Costa - Sur	Pillones	AUTODEMA	30-Oct	Arequipa	78,50	33,60	42,80
Costa - Sur	El Frayle	AUTODEMA	30-Oct	Arequipa	127,20	110,00	86,50
Costa - Sur	Aguada Blanca	AUTODEMA	30-Oct	Arequipa	30,40	23,60	77,60
Costa - Sur	Chalhuanca	EGASA	30-Oct	Arequipa	25,00	7,40	29,60
Costa - Sur	Bamputañe	EGASA	30-Oct	Arequipa	40,00	12,60	31,50
Costa - Sur	Pasto Grande	PERPG	29-Oct	Moquegua	200,00	161,30	80,70
Costa - Sur	Represa Paucarani	PET	30-Oct	Tacna	10,50	7,60	72,40
Costa - Sur	Represa Jarumas	PET	30-Oct	Tacna	12,50	11,60	92,80
Costa - Sur	Aricota	EGESUR	30-Oct	Tacna	280,00	207,60	74,10
Sierra - Centro	Lago Junín	STATKRAFT PERU S.A.	30-Oct	Junin	441,00	83,30	18,90
Sierra - Centro	Cuchoquesera	Proyecto Cachi	30-Oct	Ayacucho	80,00	21,30	26,60
Sierra - Sur	Lagunillas	PELTC	30-Oct	Puno	585,10	422,00	72,10
Sierra - Sur	Sibinacocha	EGEMSA	30-Oct	Cusco	110,00	54,40	49,50
Situación Nacional					3 845,40	1 914,80	49,79

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

CULTIVO	REGIÓN	ESTACIÓN	VARIEDAD	FECHA DE SIEMBRA	FASE FENOLÓGICA	ESTAD O	OBSERVACIONES
MANGO	Tumbes	Cañaverall	Criollo		Fructificación	Bueno	
	Piura	Chulucanas	Edward		Fructificación	Bueno	
	Piura	Bigote	Criollo		Fructificación	Bueno	
	Lambayeque	Olmos	Edward		Fructificación	Bueno	
	Lambayeque	Tongorrape	Kent		Fructificación	Bueno	
	Lambayeque	Jayanca	Kent		Fructificación	Bueno	
	Ancash	Buena Vista	Criollo		Fructificación	Bueno	
	Ica	Palpa	Criollo				
ARROZ	Piura	Bernal	IR-43				
	Piura	Partidor	Mallares	08/07/2020	Floración	Bueno	
	Piura	Morropon	Mallares				
	Lambayeque	Oyotun	Pitipo	12/07/2020	Elongación del tallo	Regular	Se encuentra en estado regular debido a la disminución de la frecuencia de riego
	Lambayeque	Puchaca	La Puntilla	22/07/2020	Inicio de panoja	Bueno	
	Lambayeque	Lambayeque	IR-43				
OLIVO	Moquegua	Ilo	Sevillana				
	Tacna	La Yarada	Sevillana		Fructificación	Bueno	

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.

Modelos	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ
CFS2		-1.57	-1.99	-2.14	-1.91	-1.38	-0.96	-0.72
CanCM4i		-1.40	-1.48	-1.36	-1.10	-0.76	-0.51	-0.33
GEM_NEMO		-1.36	-1.47	-1.46	-1.33	-1.15	-1.00	-0.84
GFDL		-1.25	-1.10	-0.75	-0.33	0.10	0.50	0.86
NASA		-2.48	-3.08	-2.88	-2.30	-1.79	-1.47	-1.19
GFDL_FLOR		-1.30	-1.26	-1.03	-0.76	-0.40	-0.09	0.19
NCAR_CCSM4		-1.30	-1.54	-1.79	-1.90	-1.68	-1.33	-1.08
NMME		-1.52	-1.70	-1.63	-1.37	-1.01	-0.69	-0.45
ONItmp	-1.20							

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.

Modelos	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ
CFS2		-1.00	-1.12	-1.07	-1.07	-0.99	-0.86	-0.49
CanCM4i		-0.81	-0.70	-0.54	-0.47	-0.50	-0.45	-0.18
GEM_NEMO		-0.90	-0.84	-0.67	-0.52	-0.46	-0.40	-0.26
GFDL		-0.54	-0.40	-0.37	-0.35	-0.17	0.12	0.74
NASA		-1.31	-1.62	-1.69	-1.81	-1.80	-1.47	-0.88
GFDL_FLOR		-0.69	-0.65	-0.59	-0.43	-0.18	0.19	0.60
NCAR_CCSM4		-1.15	-1.21	-1.04	-0.98	-1.04	-1.07	-0.97
NMME		-0.91	-0.94	-0.85	-0.80	-0.73	-0.56	-0.20
ICENtmp	-1.01							

Tabla 7. Probabilidades mensuales estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico oriental (región 1+2 frente a la costa de Perú) entre noviembre 2020 a febrero 2021.

Pacífico oriental	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)
La Niña fuerte	0	0	0	0
La Niña moderada	3	3	2	2
La Niña débil	50	43	34	29
Neutro	46	51	54	55
El Niño débil	1	3	8	12
El Niño moderado	0	0	2	2
El Niño fuerte	0	0	0	0
El Niño extremo	0	0	0	0

Tabla 8. Probabilidades mensuales estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central (región 3.4) entre noviembre 2020 a febrero 2021.

Pacífico central	Noviembre (%)	Diciembre (%)	Enero (%)	Febrero (%)
La Niña fuerte	39	43	37	26
La Niña moderada	46	45	47	41
La Niña débil	12	10	13	27
Neutro	3	2	3	5
El Niño débil	0	0	0	1
El Niño moderado	0	0	0	0
El Niño fuerte	0	0	0	0
El Niño extremo	0	0	0	0

Tabla 9. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico oriental (región 1+2 frente a la costa de Perú) en el verano diciembre 2020 – marzo 2021.

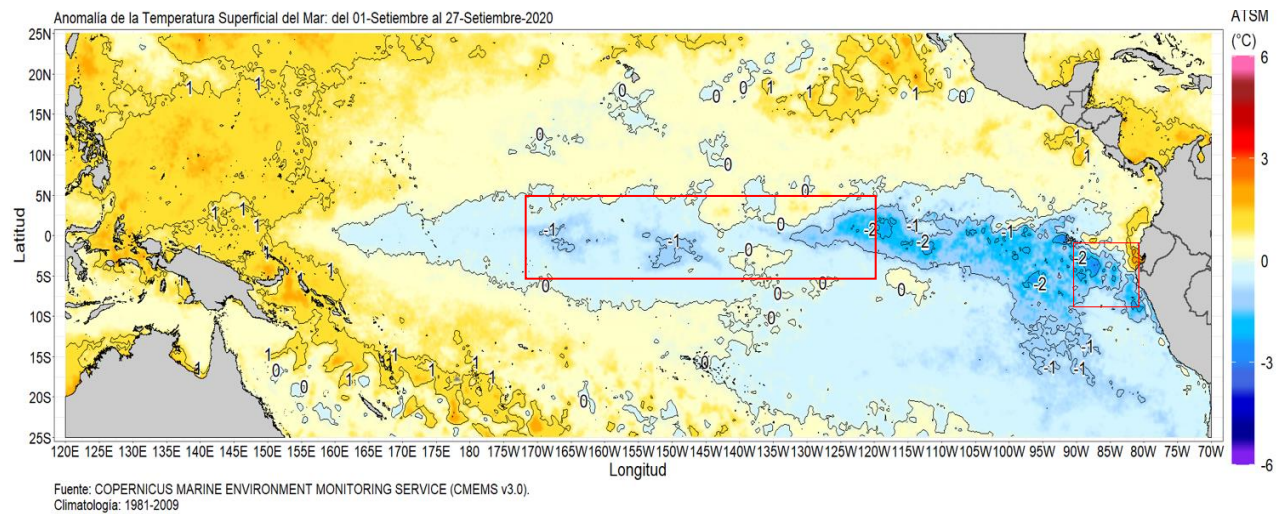
Magnitud del evento Diciembre 2020 – marzo 2021	Probabilidad de Ocurrencia
El Niño fuerte	0 %
El Niño moderado	2 %
El Niño débil	13 %
Neutro	58 %
La Niña débil	25 %
La Niña moderada	2 %

Tabla 10. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico central (región 3.4) en el verano diciembre 2020 – marzo 2021.

Magnitud del evento Diciembre 2020 – marzo 2021	Probabilidad de Ocurrencia
El Niño moderado	0 %
El Niño débil	1 %
Neutro	10 %
La Niña débil	30 %
La Niña moderada	47 %
La Niña fuerte	12 %

VII. FIGURAS

a) Setiembre 2020



b) Octubre 2020

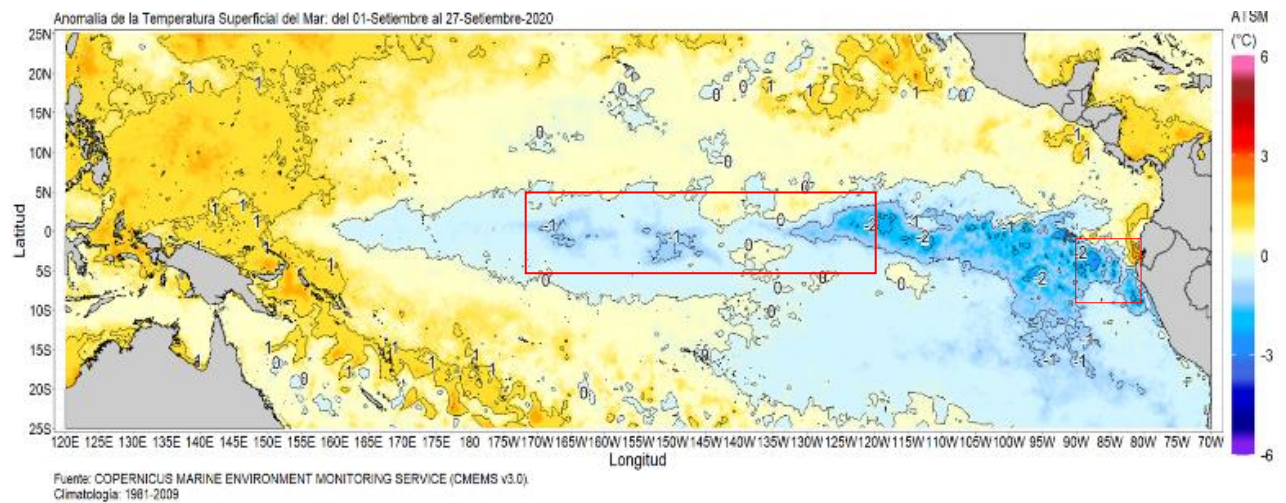


Figura 1. Promedio mensual de las anomalías de TSM en el Pacífico central durante setiembre (a) y octubre 2020 (b). Las regiones El Niño 3.4 y El Niño 1+2 están delimitadas con los recuadros rojos. Fuente: CMEMS v.3.0, Procesamiento: DIHIDRONAV.

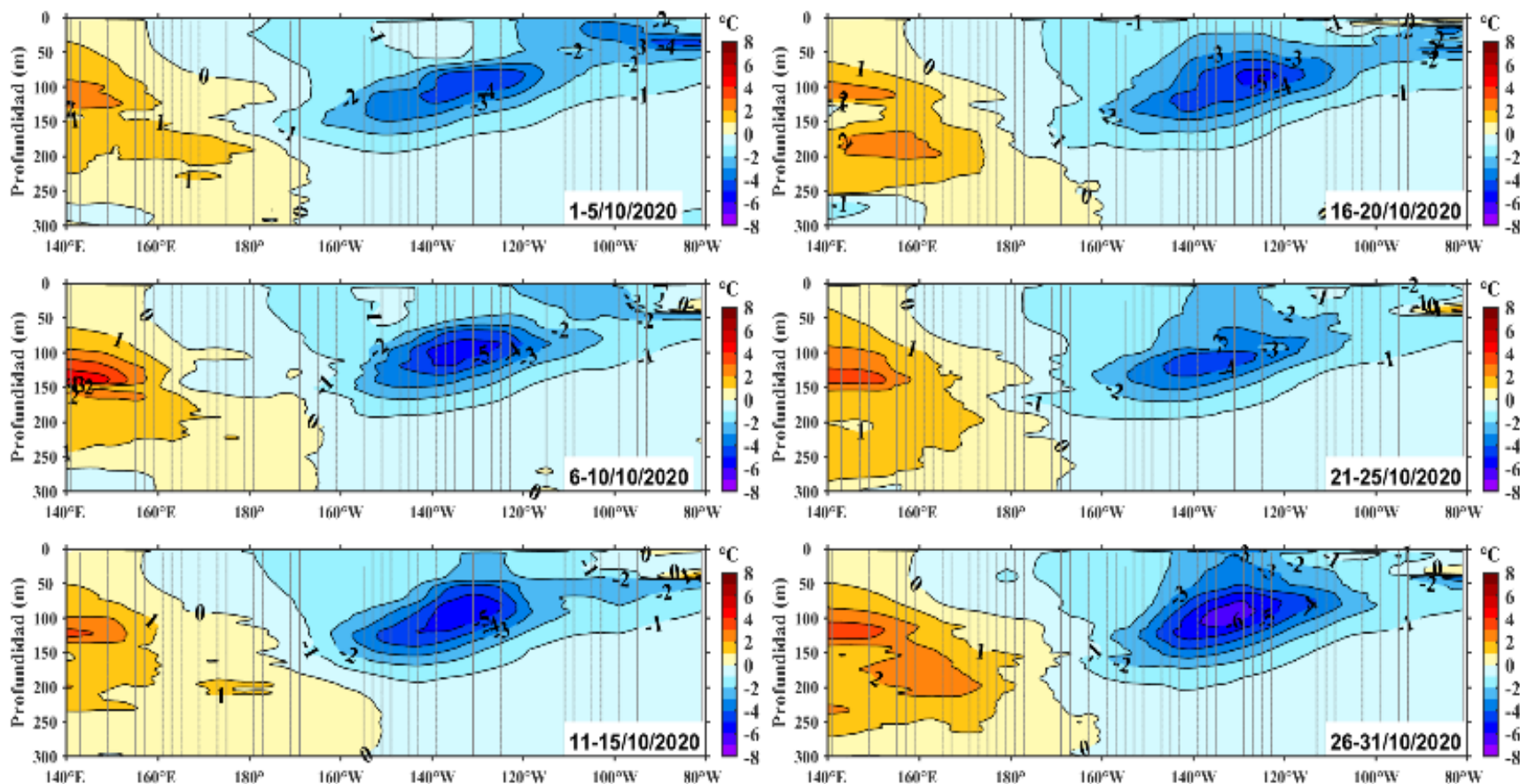


Figura 2. Anomalías de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en la capa superior (0-500 m) del Pacífico ecuatorial ($2^{\circ}\text{S} - 2^{\circ}\text{N}$), en promedios de cinco días durante octubre de 2020 (las fechas indican el último día, los contornos están separados a 1°C). Periodo base: 1981-2010.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

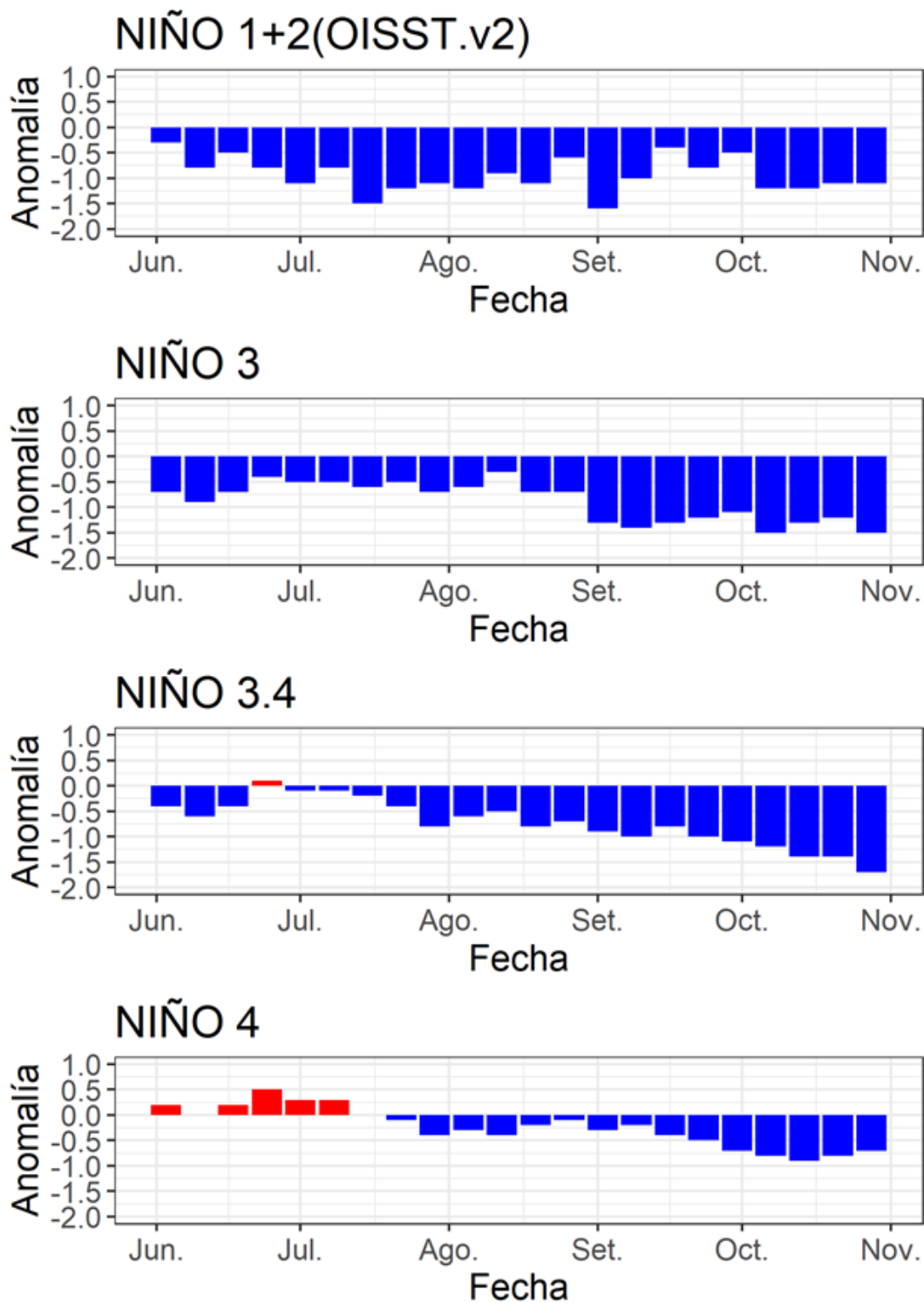


Figura 3. Series de tiempo de las anomalías semanales de la TSM (°C) en las regiones Niño, de junio a octubre del 2020. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA; procesamiento: DIHIDRONAV.

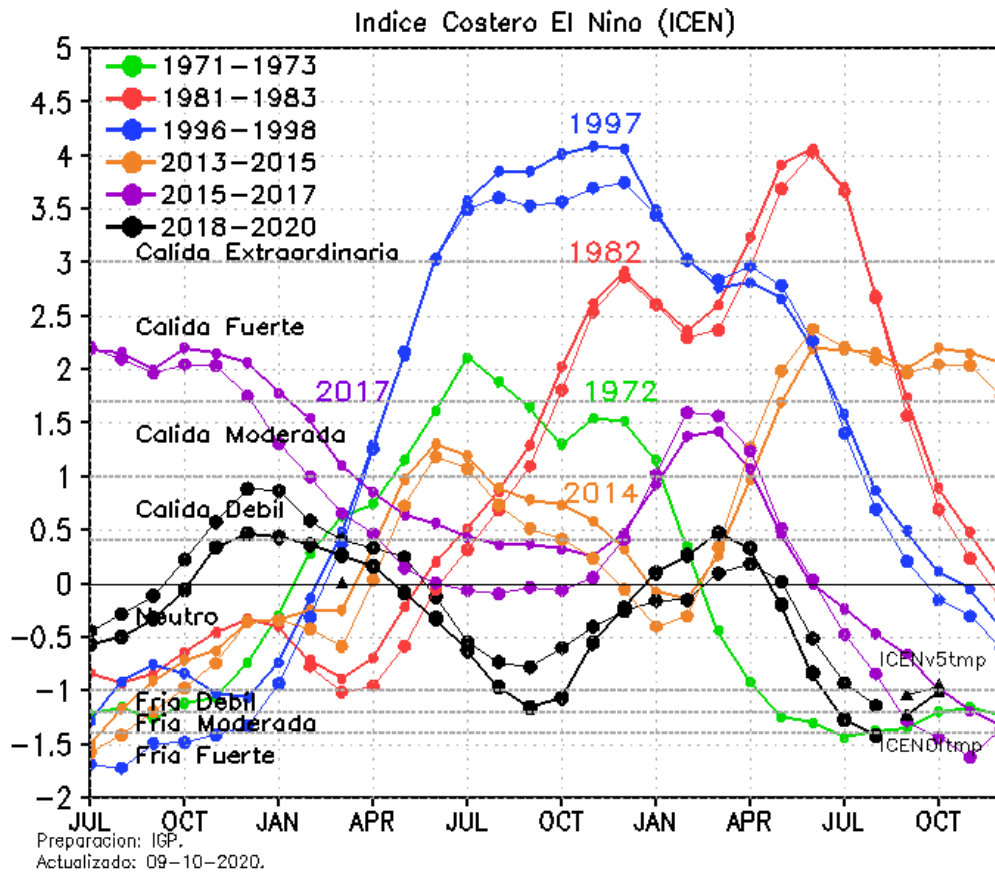


Figura 4. Variabilidad temporal del ICEN para los años 1971-1973 (verde), 1981-1983 (rojo), 1996-1998 (azul), 2013-2015 (anaranjado), 2015-2017 (morado), y 2018-2020 (negro). Fuente: IGP.

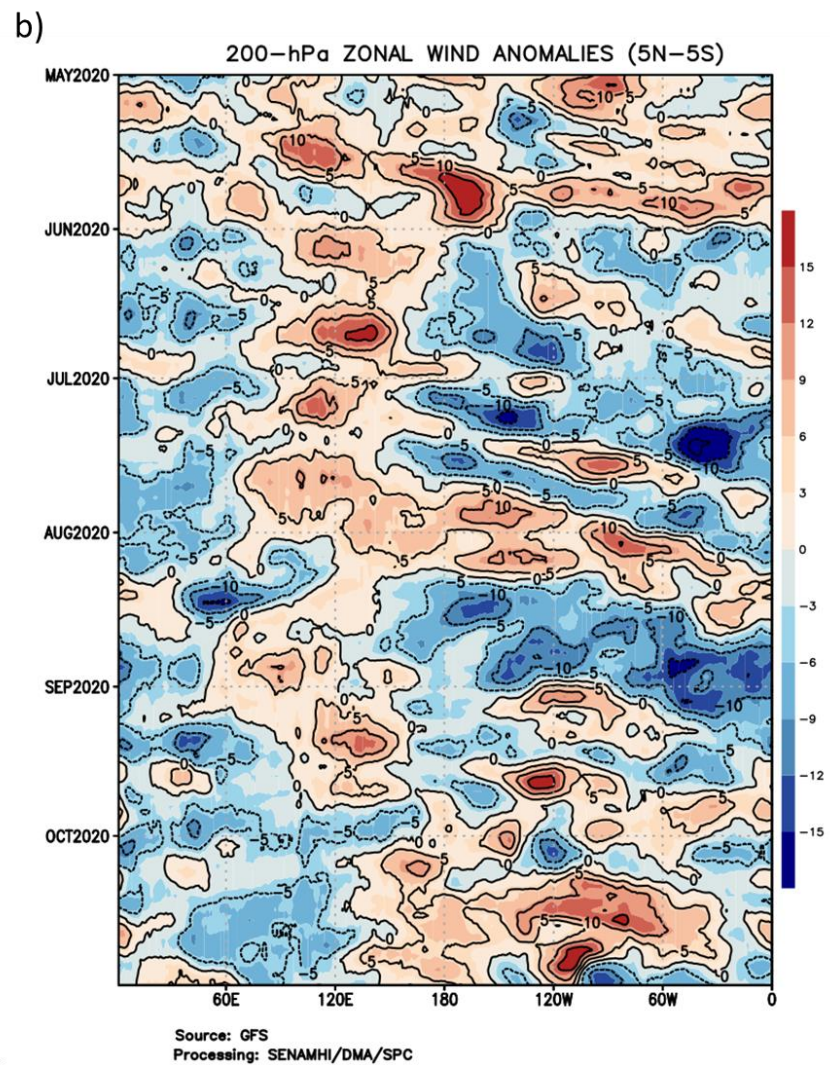
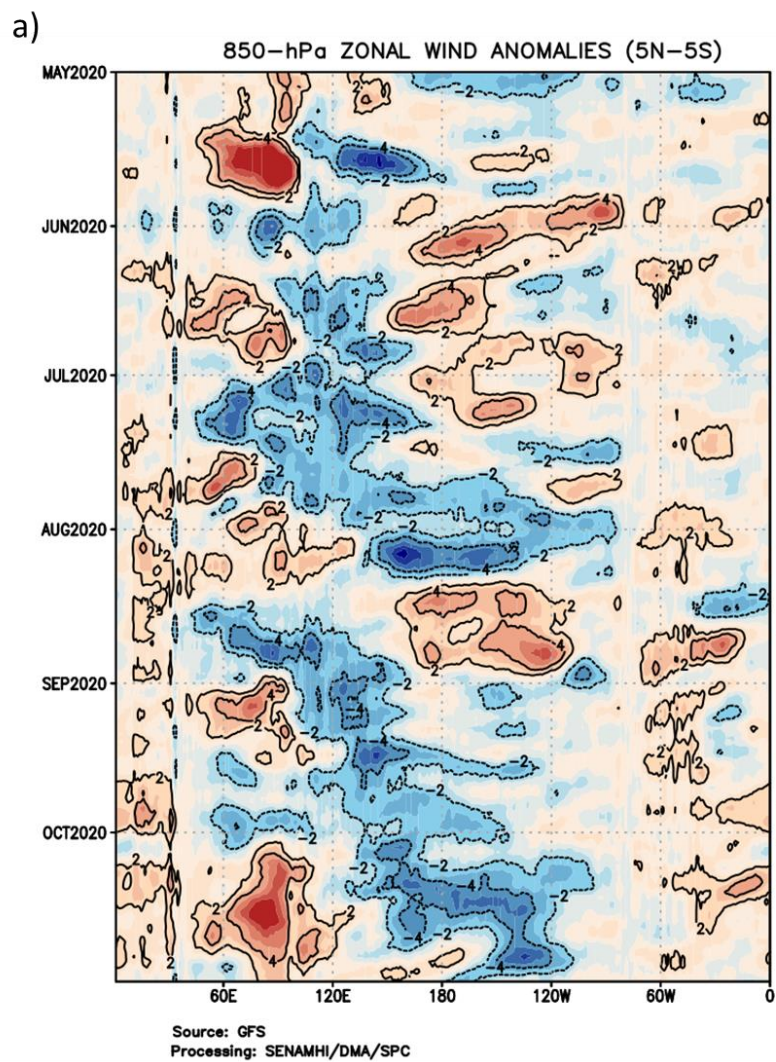


Figura 5. Anomalías de vientos zonales a 850 hPa (a) y 200 hPa (a) entre los 5°S y 5°N en la franja ecuatorial. Procesamiento: SENAMHI.

OCTUBRE 2020

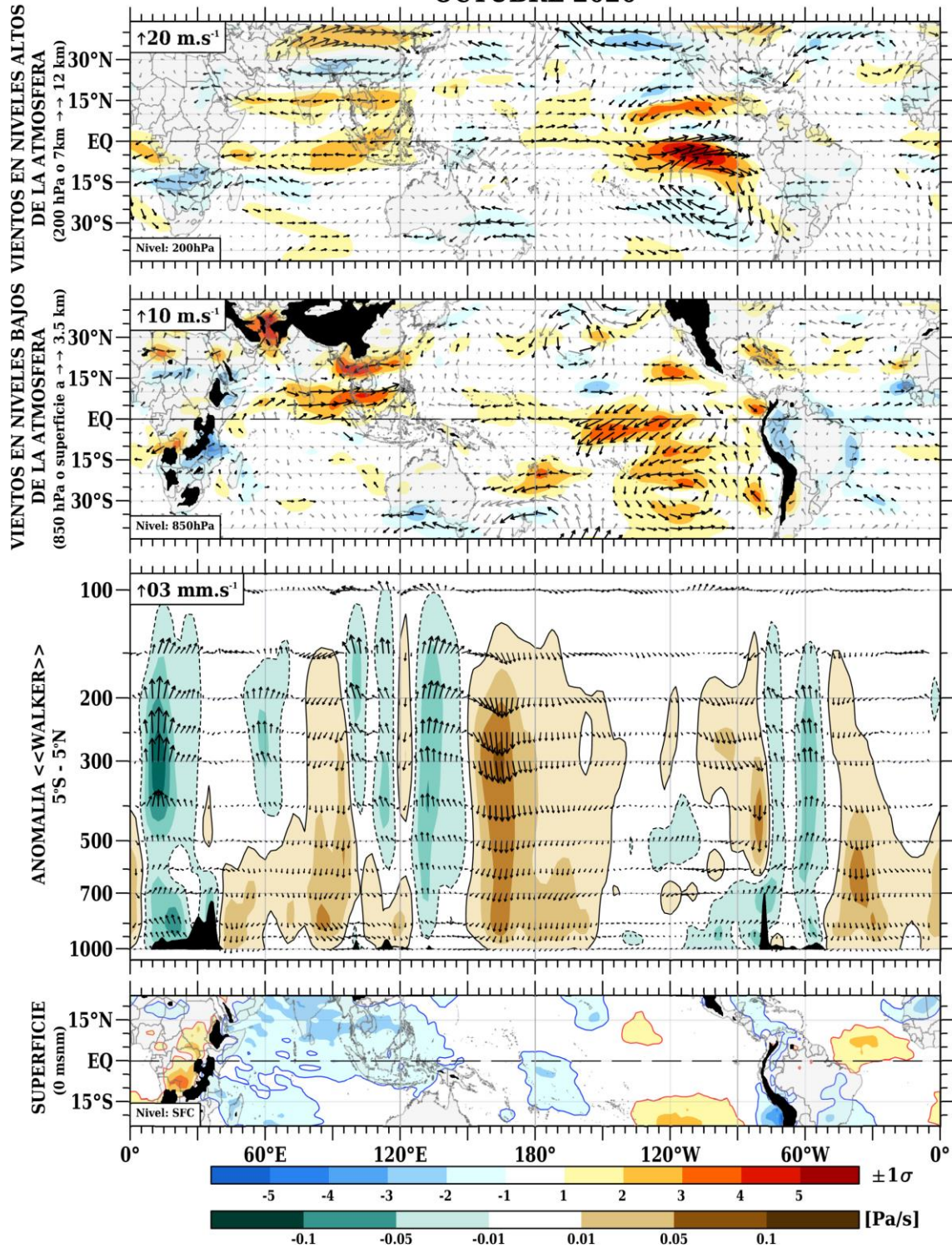


Figura 6. (a) Anomalías de los vientos (colores) y su dirección (flechas) en niveles altos (200 hPa) y (b) bajos (850 hPa) de la atmósfera para el mes de octubre del 2020. (c) Patrón anómalo de la circulación atmosférica ecuatorial (Walker) para el mes de octubre de 2020. (d) Anomalías de presión a nivel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

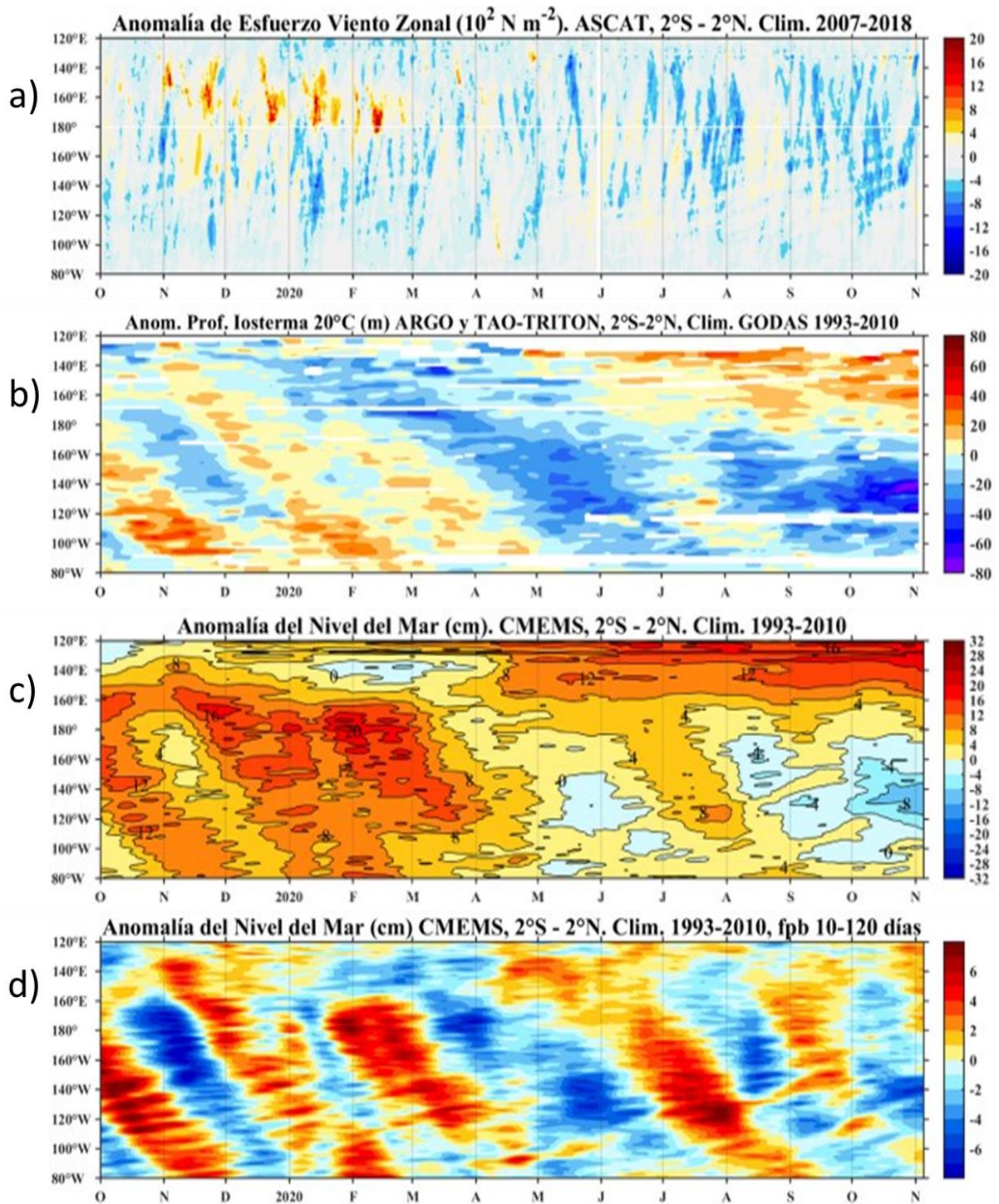


Figura 7. Diagrama Hovmöller de a) Anomalia del esfuerzo de viento zonal (10^2 Nm^{-2}), b) anomalia de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) suavizado de 11 días, fuente: ARGO y TAO-TRITON, climatología: 1993-2010, c) anomalia del nivel medio del mar diario (cm) y d) anomalia del nivel del mar diario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

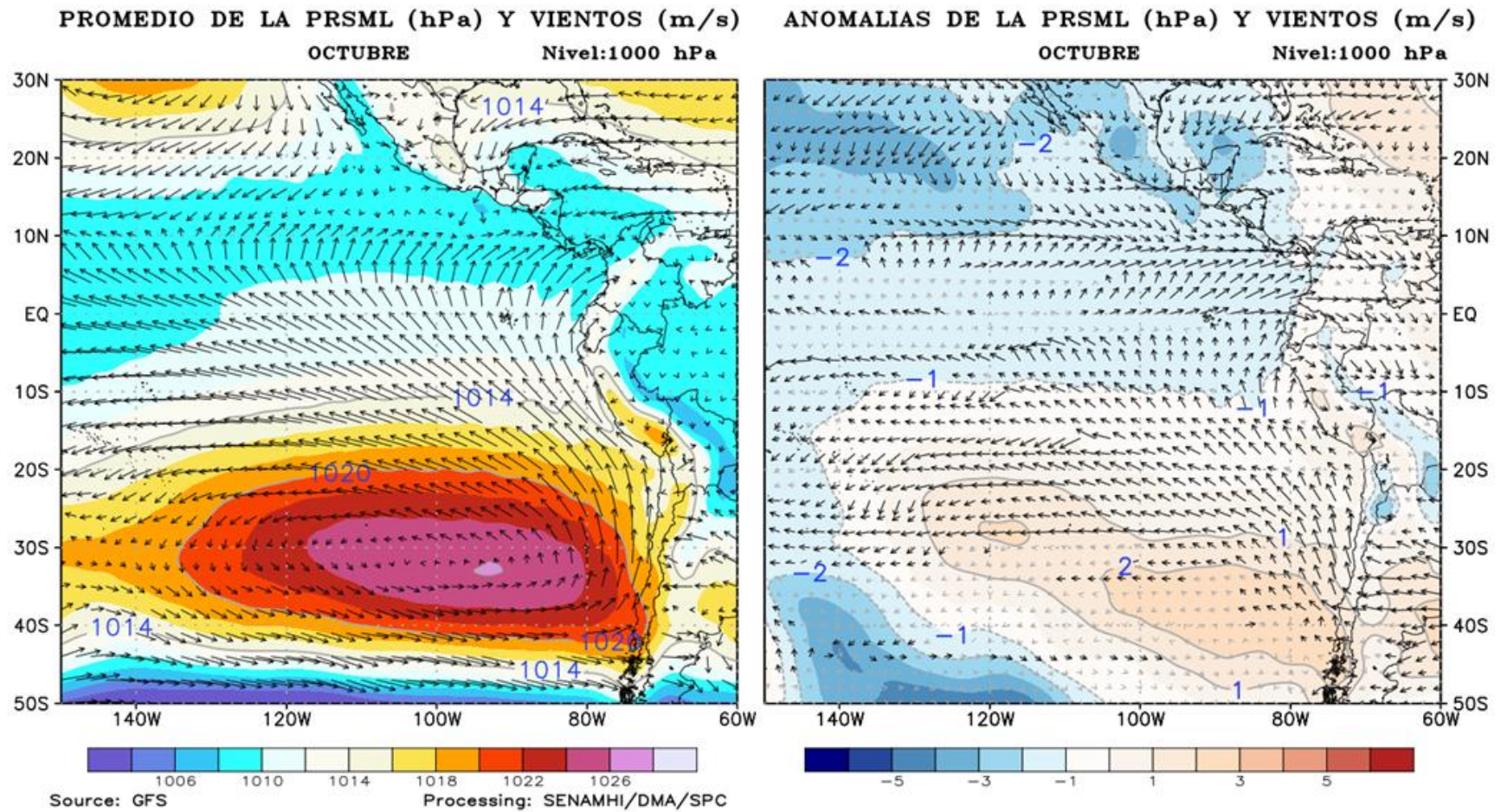
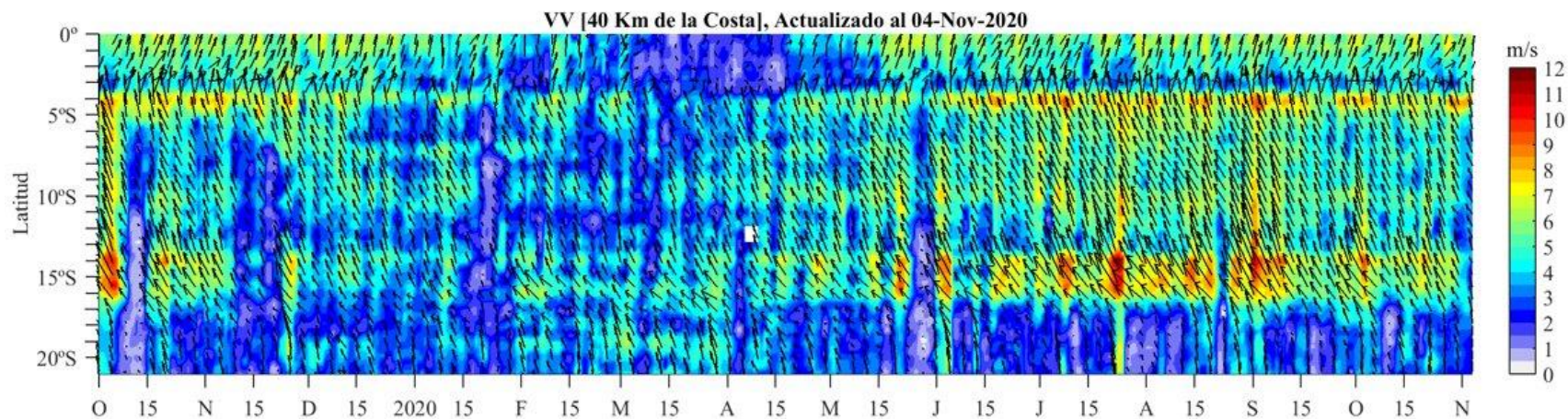


Figura 8. Promedio mensual (izquierda) y anomalías (derecha) de la presión reducida a nivel del mar (PRMSL, colores) y vientos (flechas) para octubre 2020. Procesamiento: SENAMHI.

a)



b)

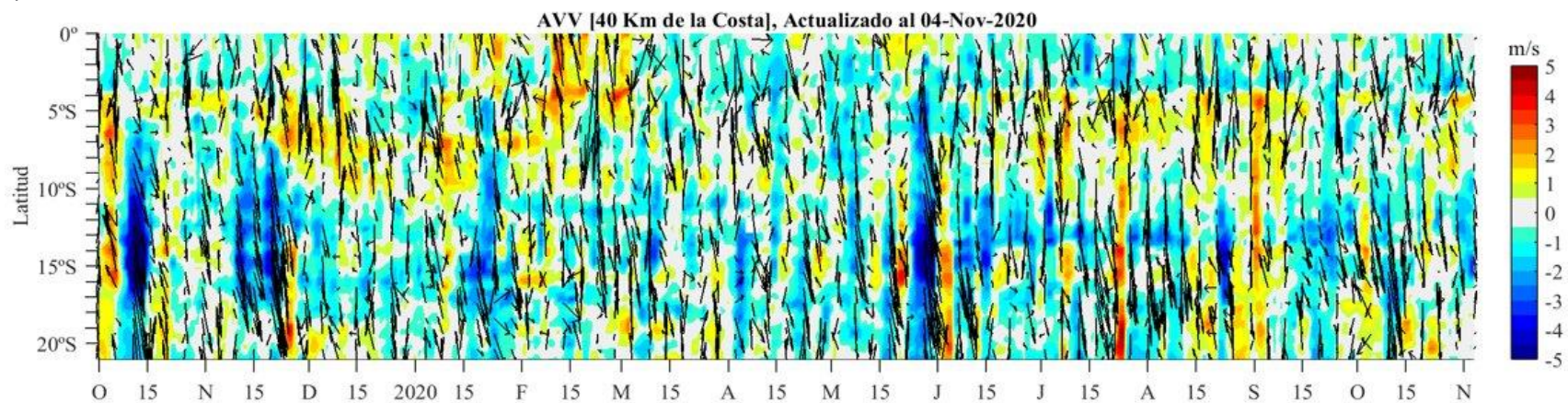


Figura 9. a) Velocidad del viento (m s^{-1}), y b) anomalía del viento (m s^{-1}), desde los 0° hasta 20°S en el periodo durante los últimos 12 meses. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Actualizado al 04 de noviembre. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

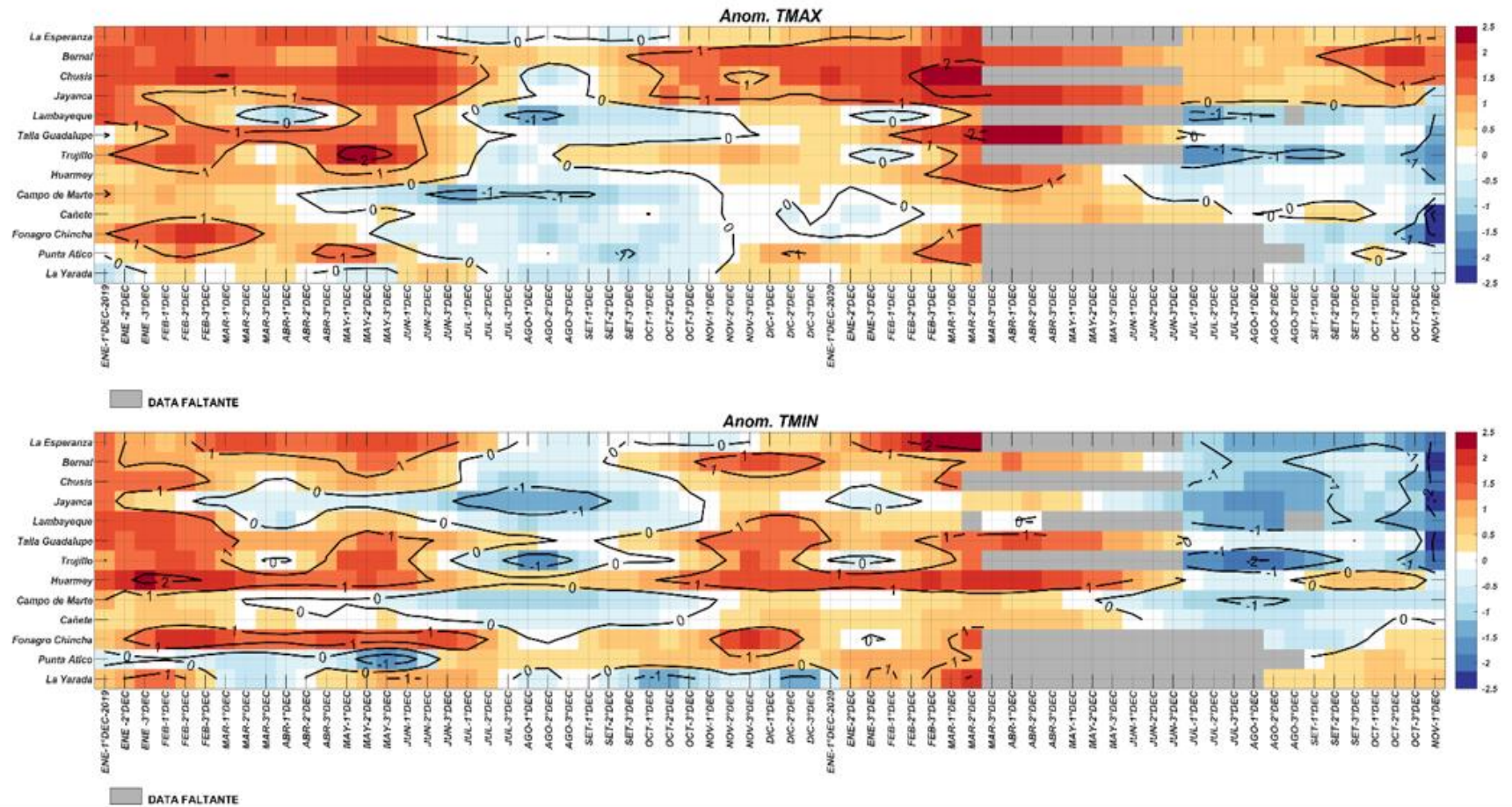
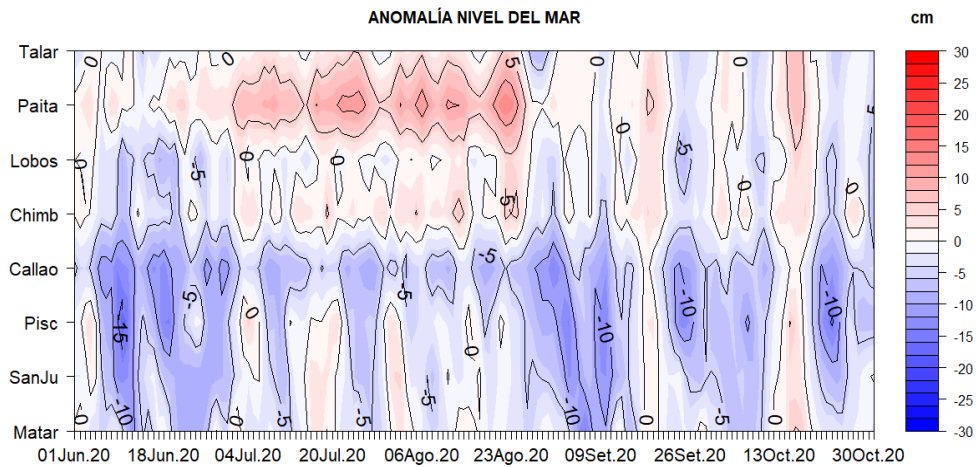
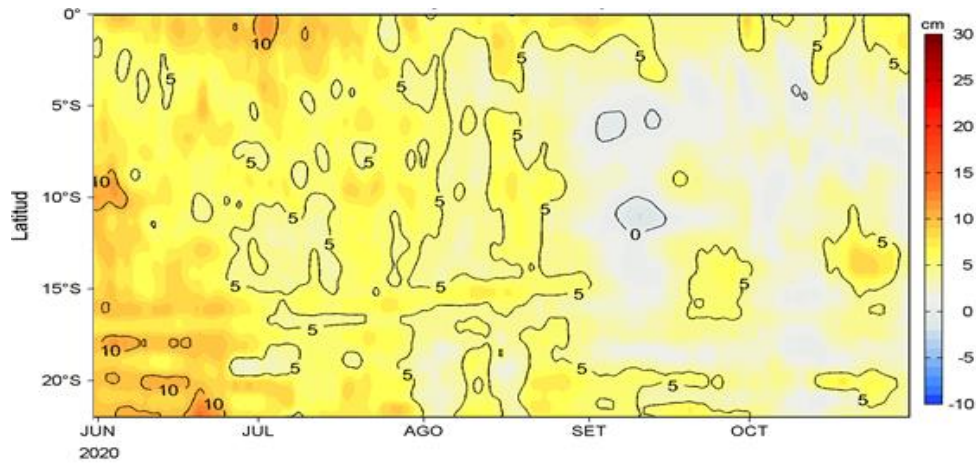


Figura 10. Temperaturas del aire máxima (arriba) y mínima (abajo) en las estaciones costeras de SENAMHI entre enero 2019 hasta octubre 2020. Fuente: SENAMHI.

a)



b)



c)

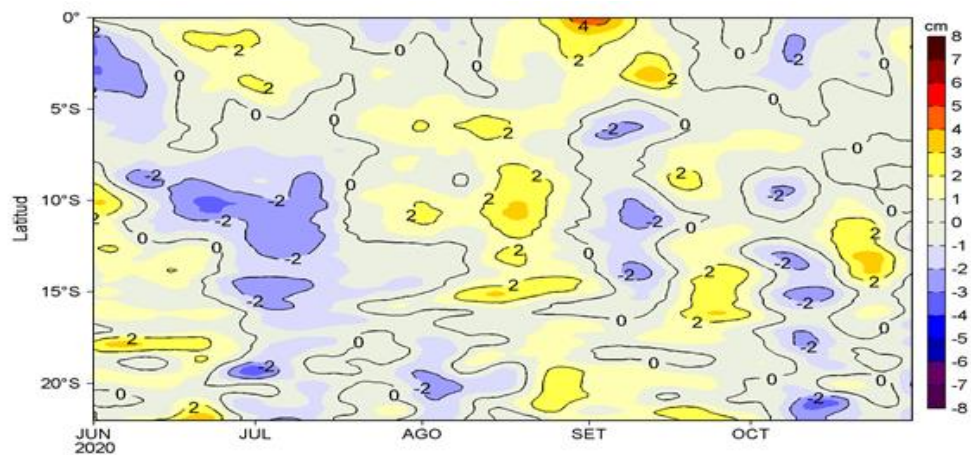


Figura 11. Anomalías del NMM, actualizados al 04 de noviembre del 2020: a) Diagrama Hovmöller durante el último semestre en estaciones costeras de la DIHIDRONAV, y Diagrama Hovmöller de las anomalías del nivel del mar diario (cm) sin filtro (b) y con un filtro pasa banda de 10 a 120 días (c), para una franja de 60 millas náuticas (~111 km) adyacente al litoral peruano. Fuente: CMEMS v3.0; Climatología: 1993-2012. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

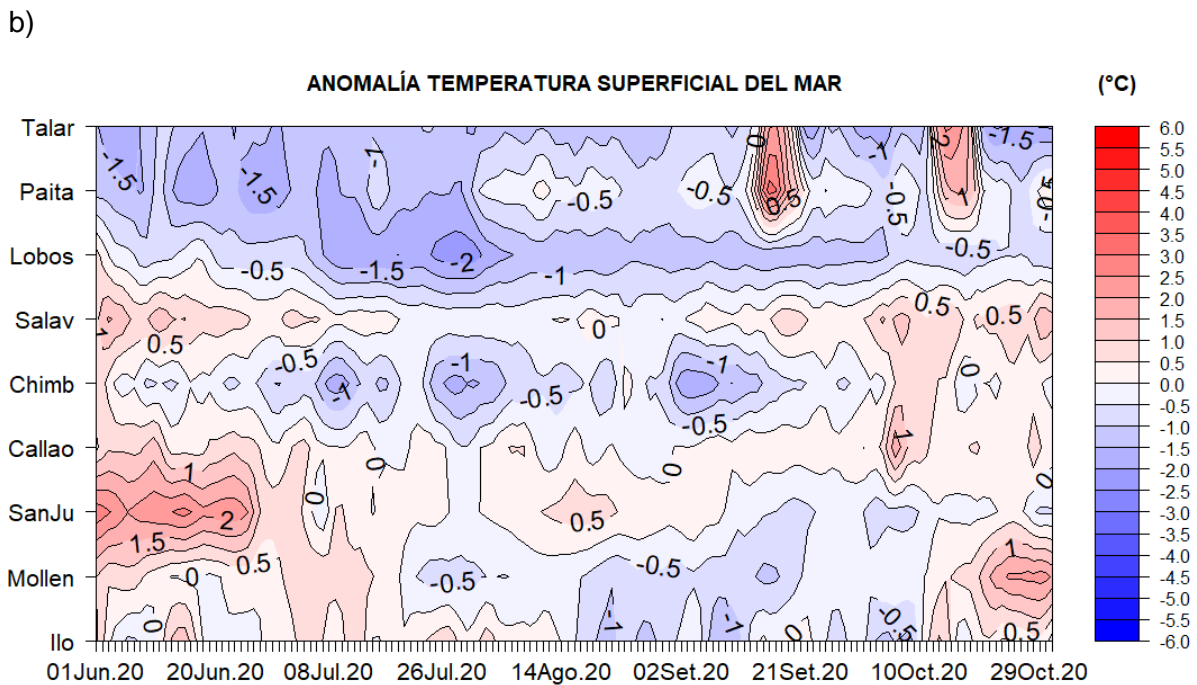
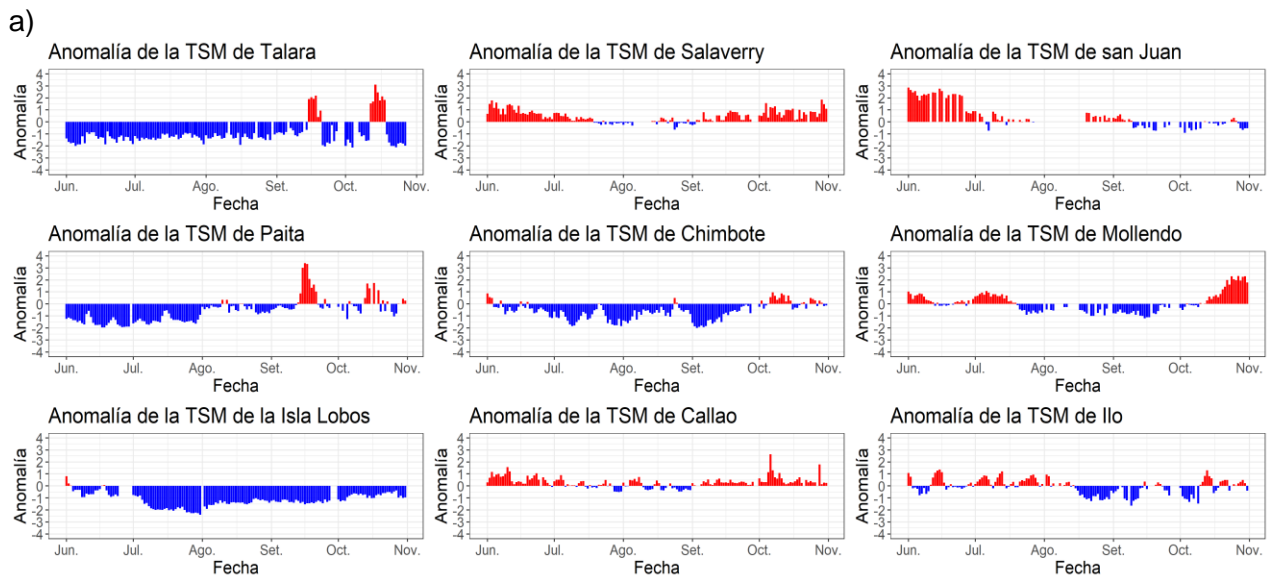


Figura 12. Anomalia de TSM diaria a lo largo de la costa peruana durante los últimos 6 meses, a) serie y b) hövmoller. Actualizado al 04 de noviembre. Climatología: 1981-2010. Fuente: DIHIDRONAV.

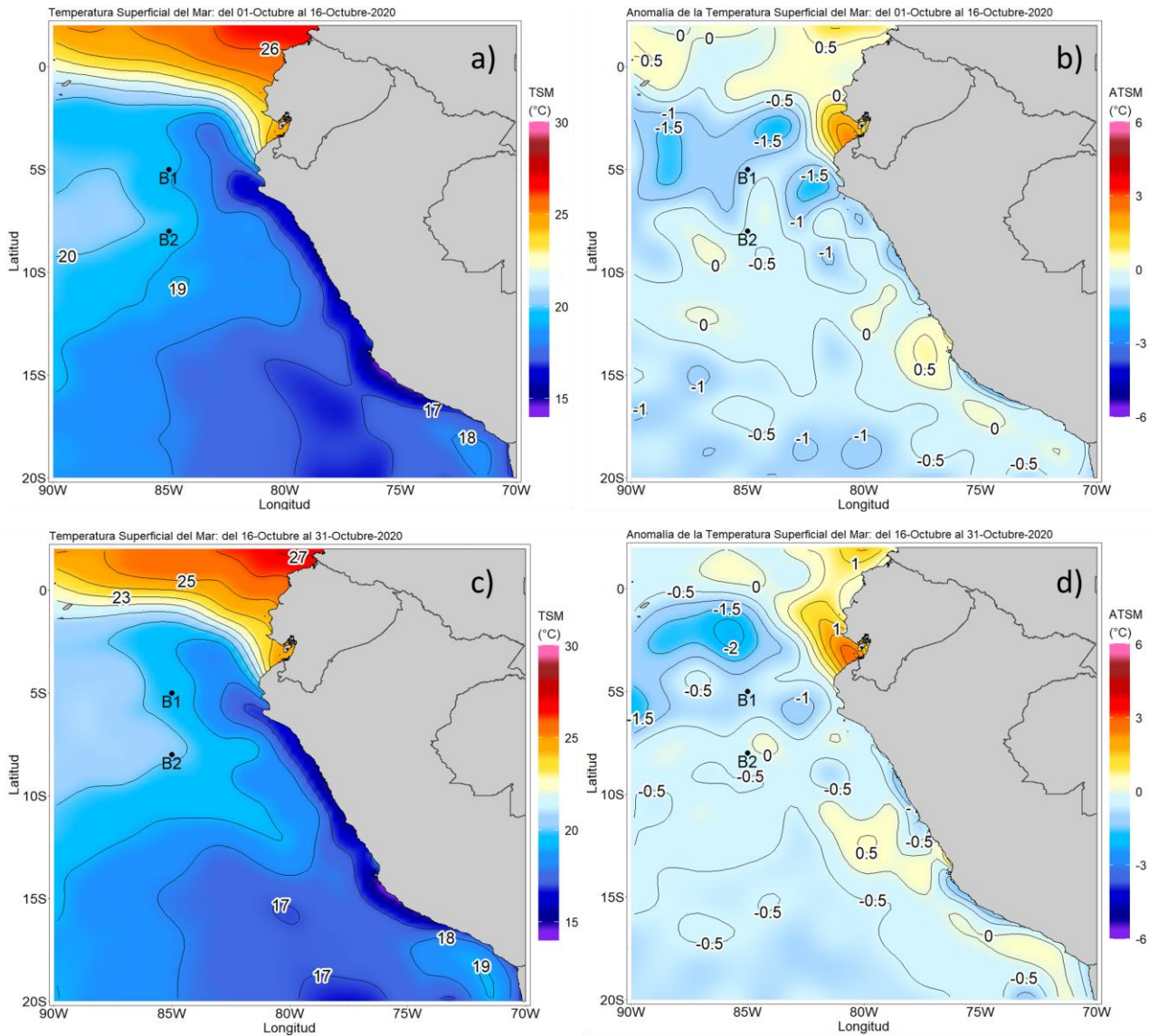


Figura 13. Mapa de distribución espacial promedio de las Temperaturas Superficiales del Mar (TSM, °C) y, de las Anomalías de la Temperatura superficial del mar (ATSM, °C) durante la primera (a, b) y segunda (c, d) quincena de octubre 2020, en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: DIHIDRONAV.

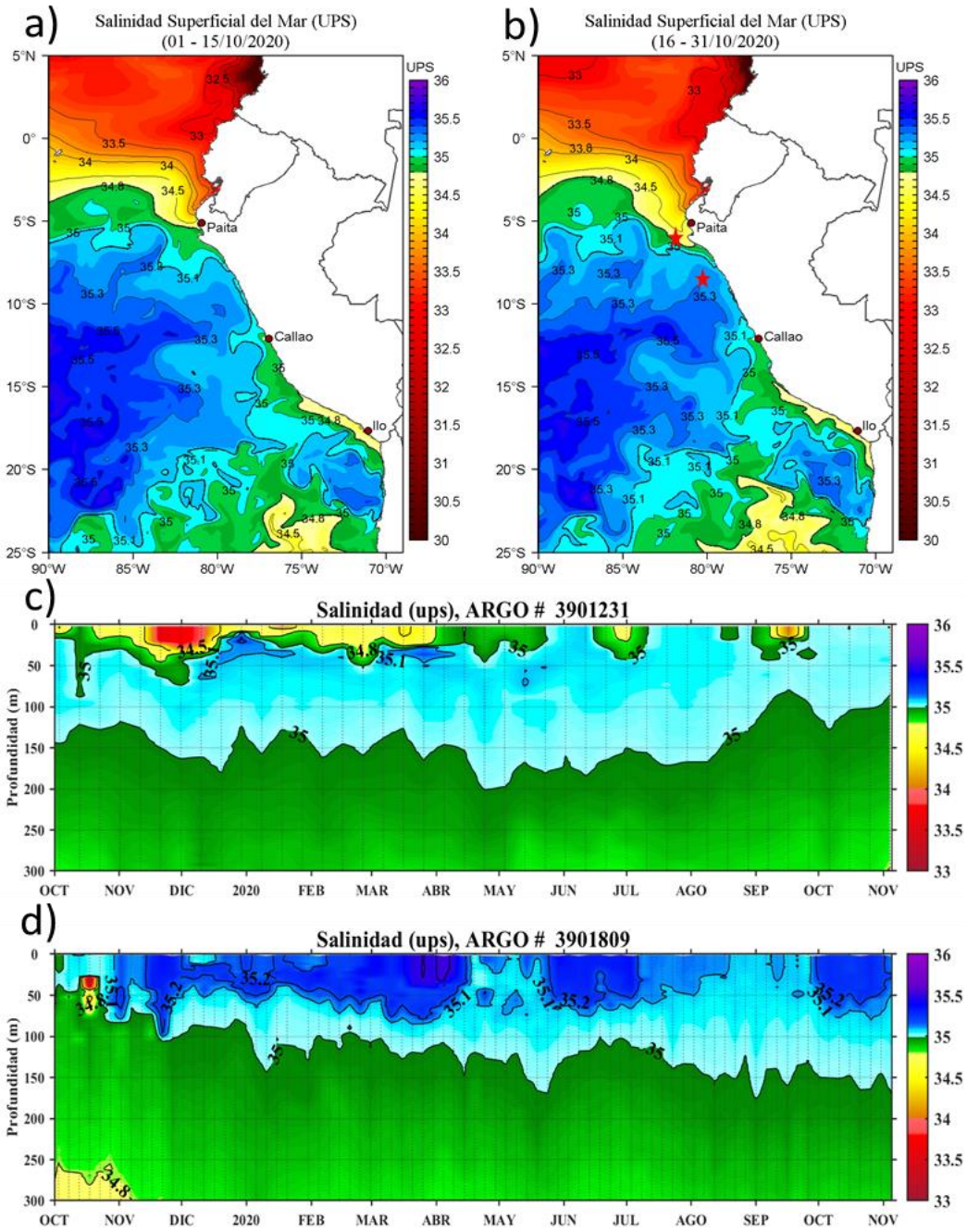


Figura 14. Distribución espacial promedio de la Salinidad Superficial del Mar (UPS) para a) la primera quincena de octubre y b) la segunda quincena de octubre de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental. Fuente: MERCATOR. Evolución de la salinidad del agua de mar en los flotadores ARGO a) número 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.

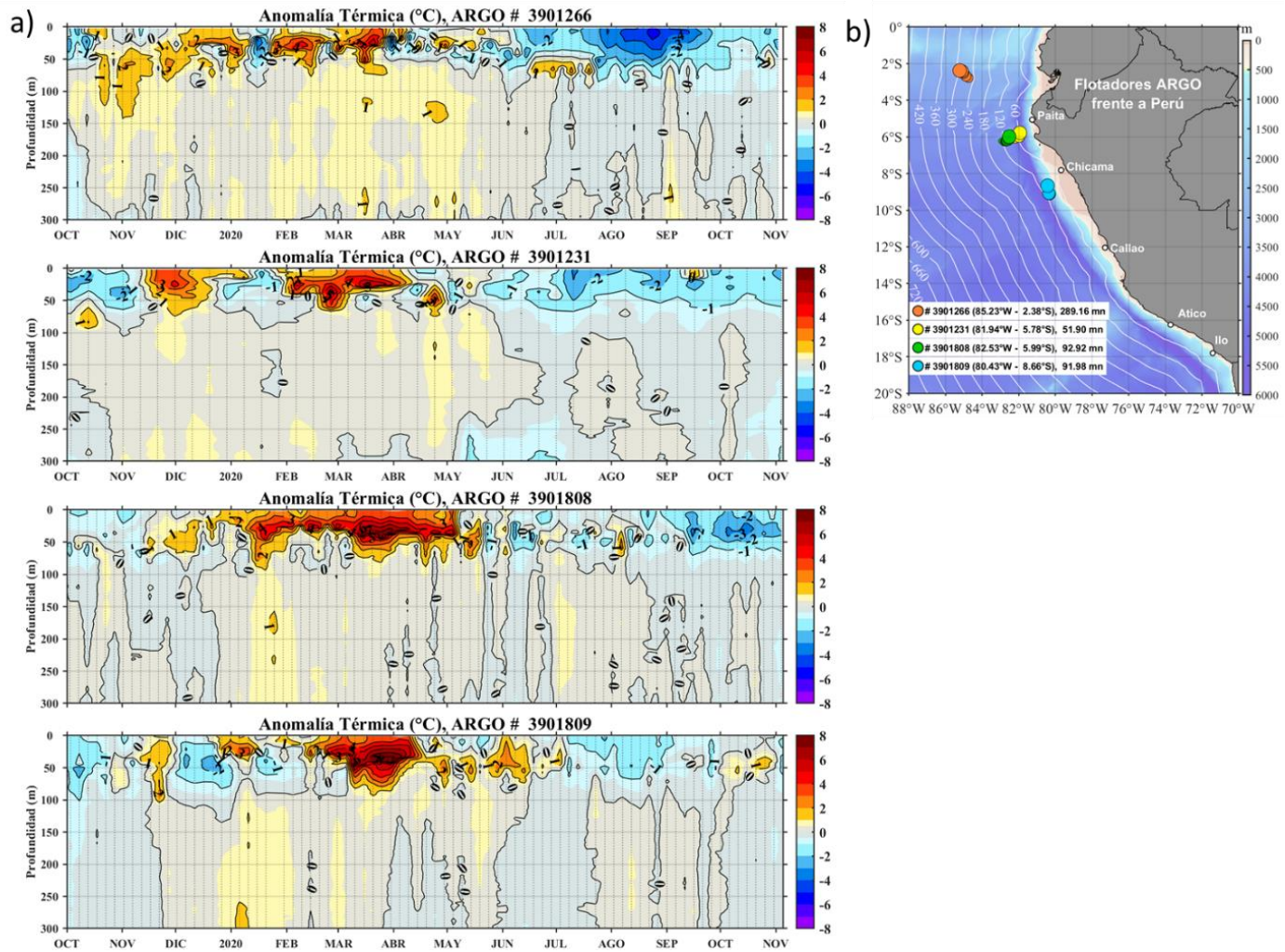


Figura 15. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en la a) flotadores ARGO y d) ubicación de las últimas posiciones y coordenadas geográficas hasta al mes de octubre donde brindo información el flotador ARGO, fuente: ARGO, climatología: 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

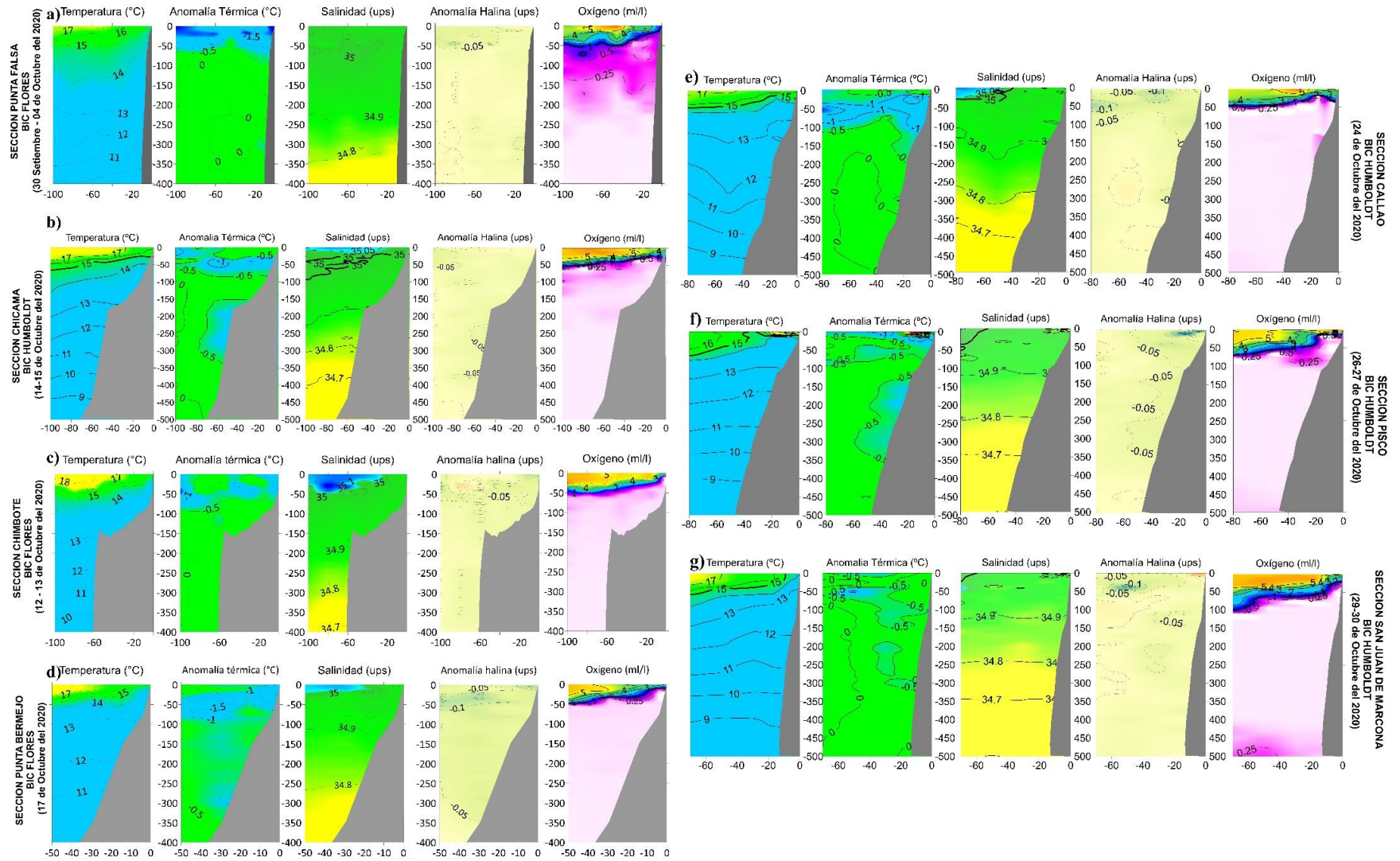


Figura 4. Secciones mostrando la distribución vertical de Temperatura, Anomalías térmicas, Salinidad, Anomalías halinas y Oxígeno disuelto, frente a: a) Punta Falsa, b) Chicama, c) Chimbote, d) Punta Bermejo, e) Callao, f) Pisco y g) San Juan de Marcona, registrados durante el mes de octubre del 2020 en el Crucero Pelágico 20.09-11, a bordo del BIC Luis Flores Portugal y BIC Humboldt.

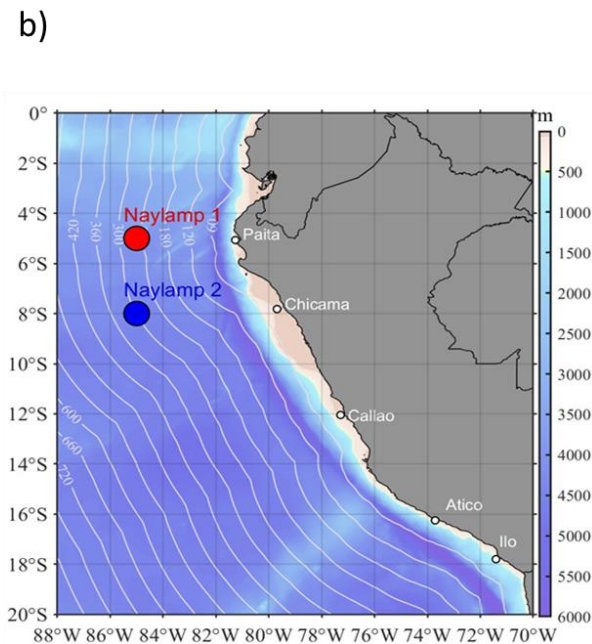
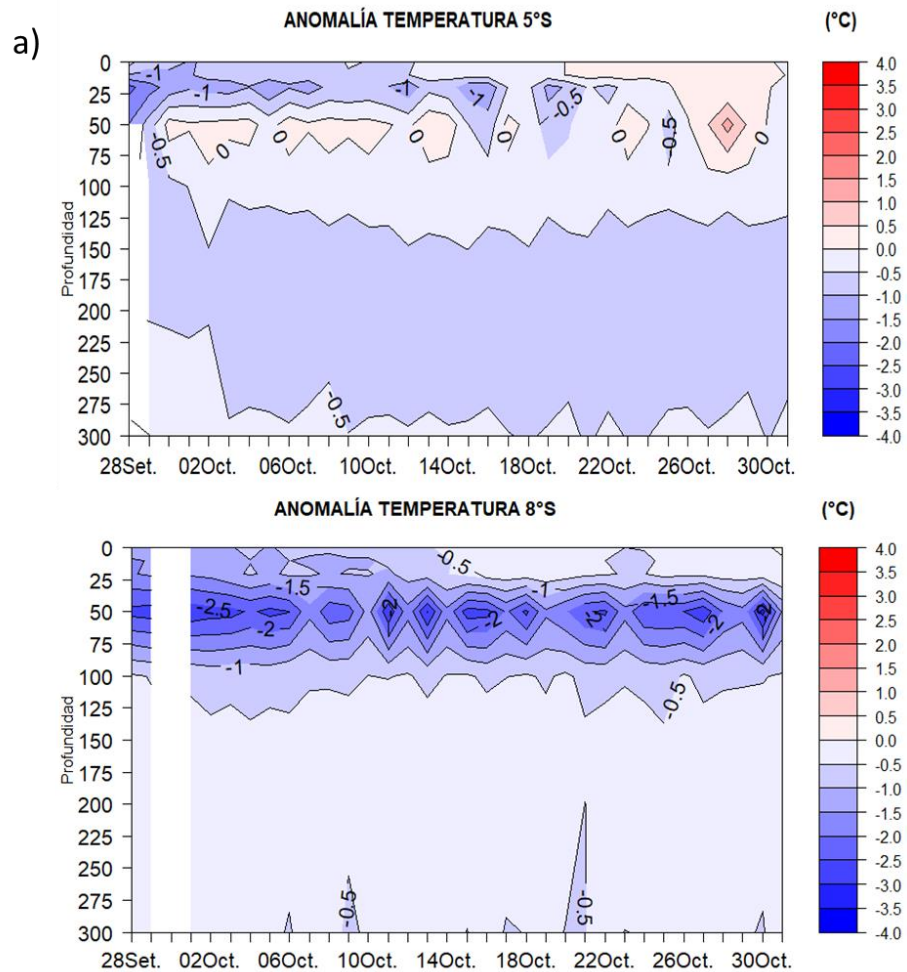


Figura 17. Evolución de la anomalía de la temperatura del agua de mar en las boyas a) Naylamp 1 (figura superior) y Naylamp 2 (figura inferior), y b) ubicación de las boyas Naylamp 1 (85°W-5°S) y Naylamp 2 (85°W-8°S). Climatología: IMARPE. Procesamiento: DIHIDRONAV.

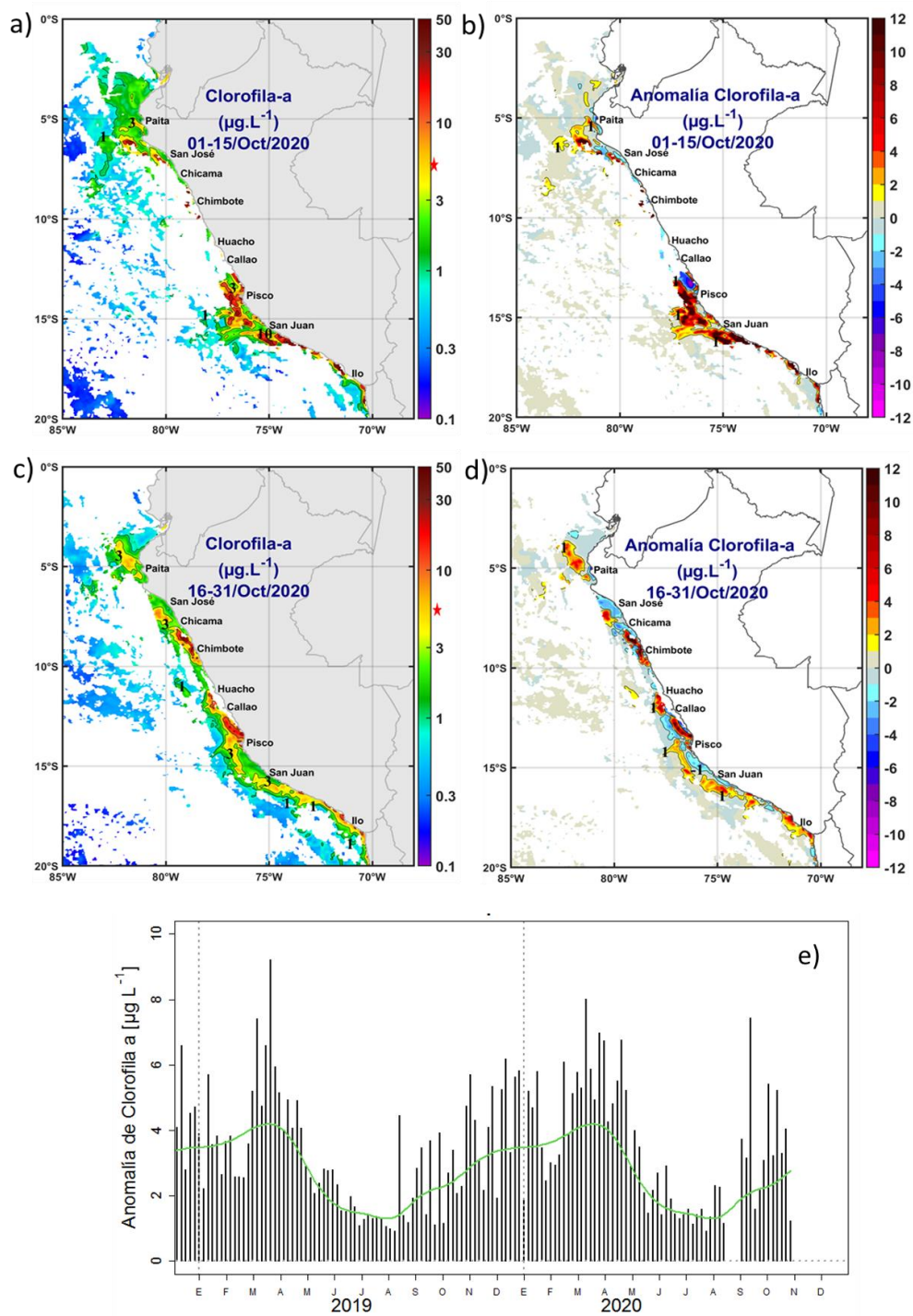


Figura 18. Mapa de la concentración de clorofila-a satelital (colores) superficiales de CMEMS v3.0 (flechas) (a y c) y su anomalía (b y d) durante octubre de 2020, proveniente de MODIS-AQUA ($\mu\text{g L}^{-1}$). En (e), se muestra la serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barras negras) y su climatología (línea verde) proveniente de SeaWiFS-MODIS ($\mu\text{g L}^{-1}$) entre 4°S - 16°S y dentro de los 100 km de la costa. Fuente: IMARPE.

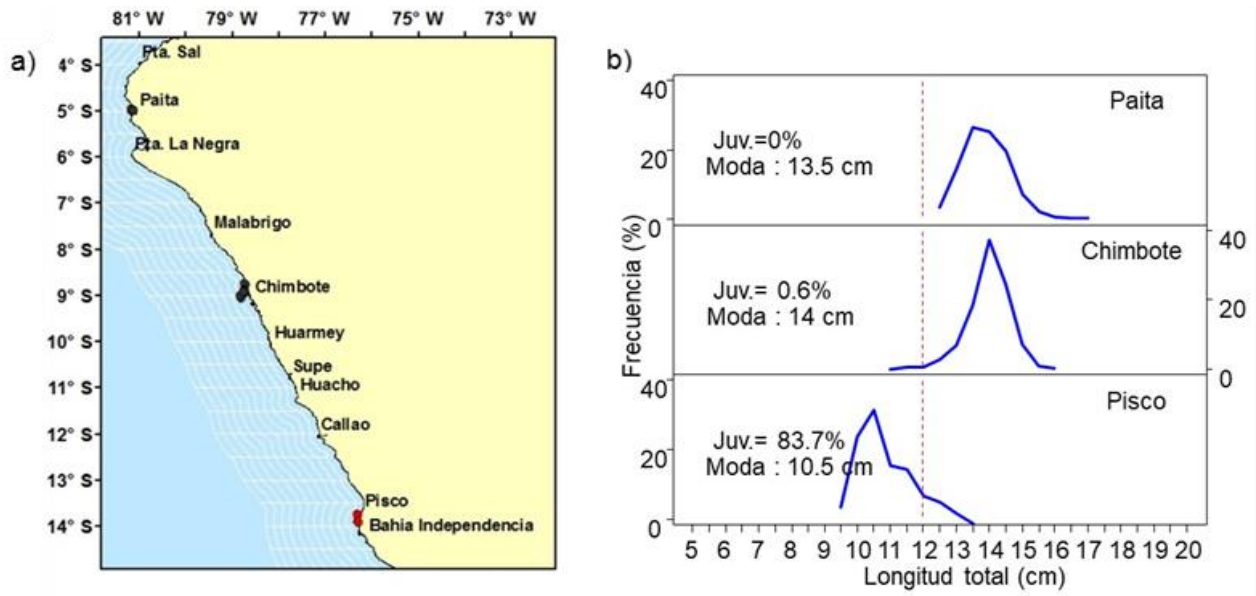


Figura 19. a) Distribución y b) estructura por tamaños de anchoveta, proveniente de la flota de cerco artesanal, durante octubre del 2020. Fuente IMARPE.

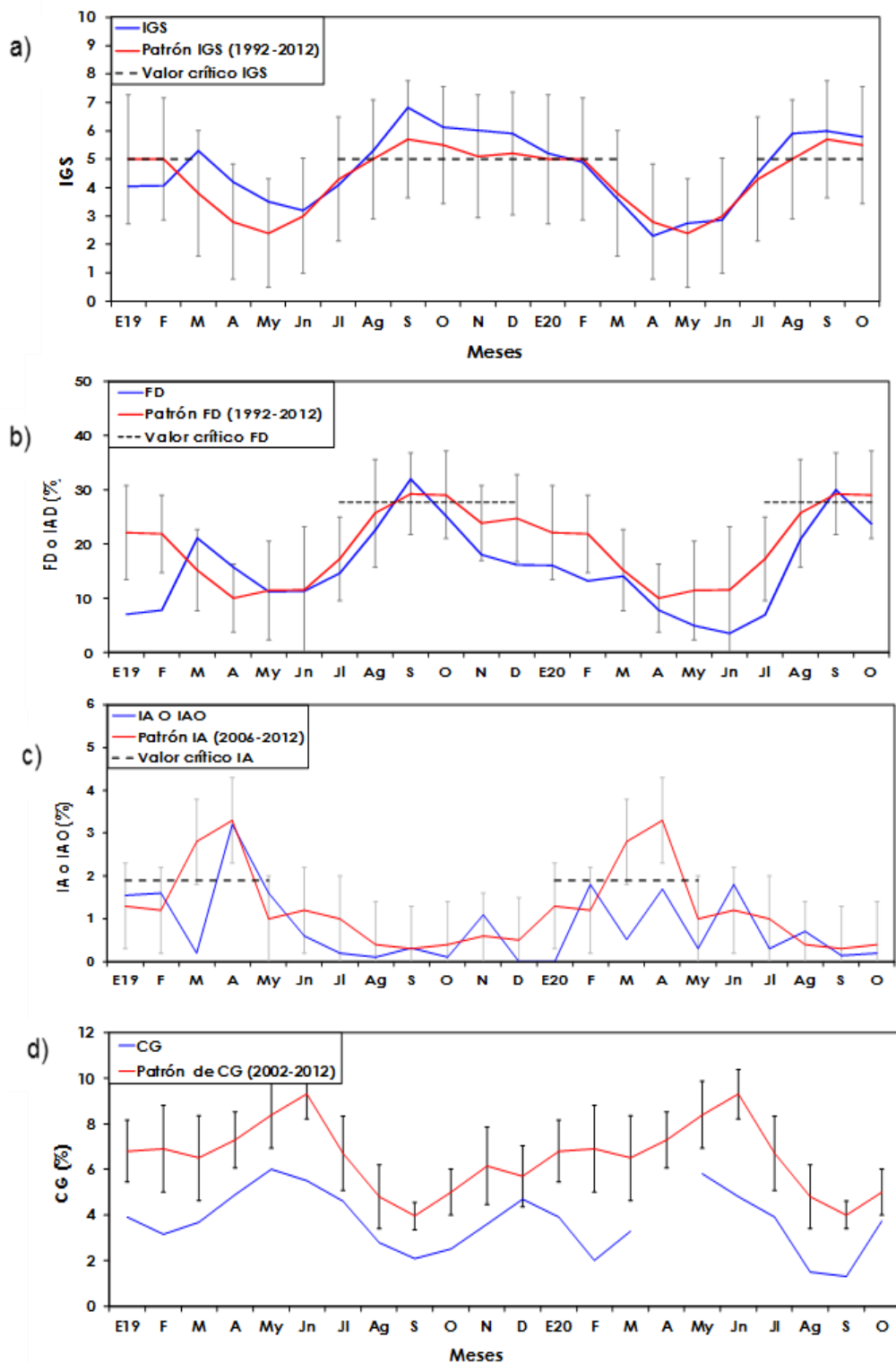


Figura 20. Indicadores reproductivos del recurso anchoveta en el stock norte-centro: a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Grado. Serie mensual: enero 2019 – octubre del 2020. Fuente: IMARPE.

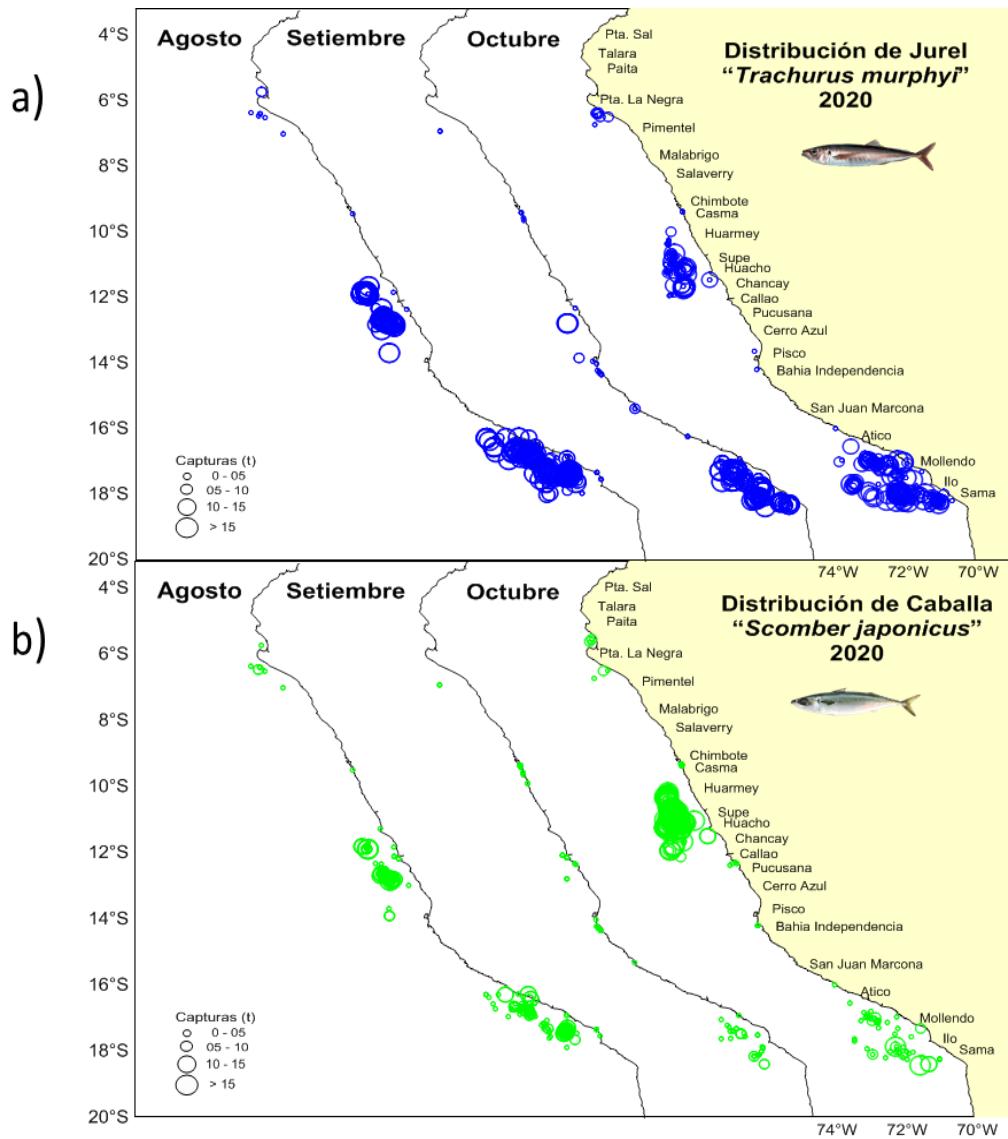


Figura 21. Distribución espacial de a) jurel y b) caballa durante agosto, setiembre y octubre del 2020 proveniente de la flota de cerco industrial - RSW. Fuente: IMARPE.

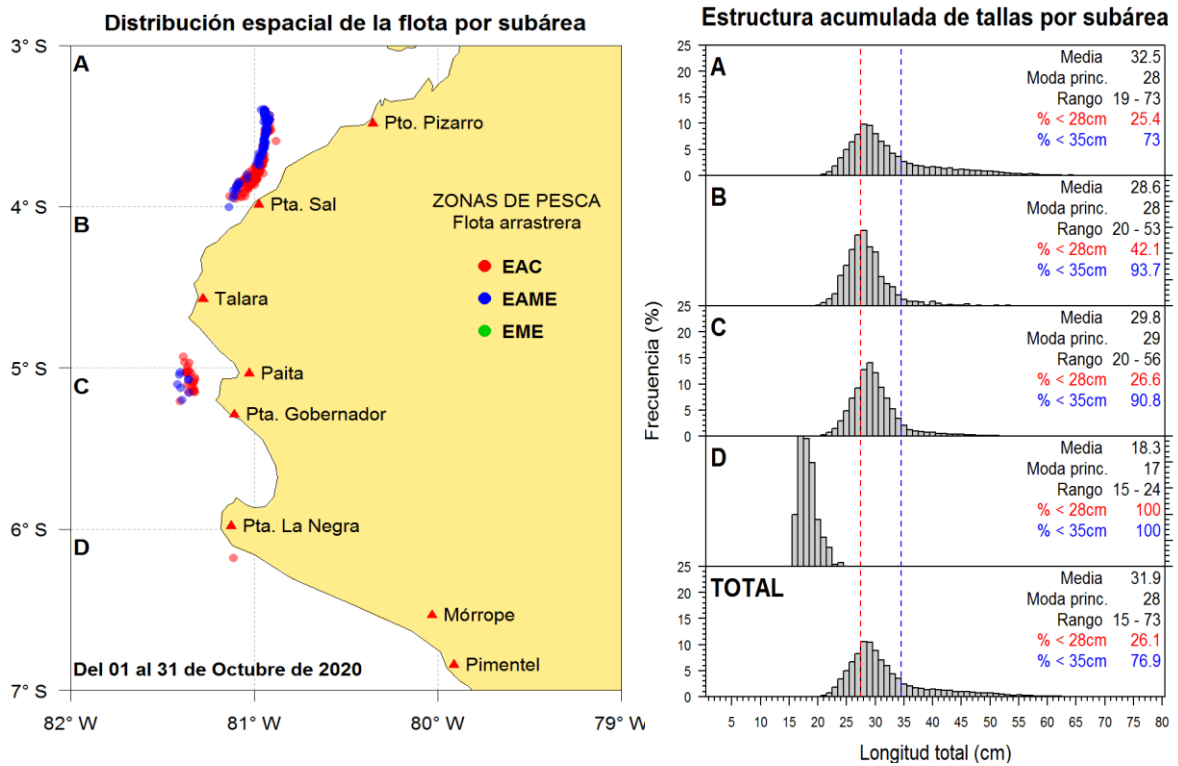


Figura 22. (a) Distribución espacial y (b) estructura mensual de la merluza, durante octubre del 2020. Fuente: IMARPE.

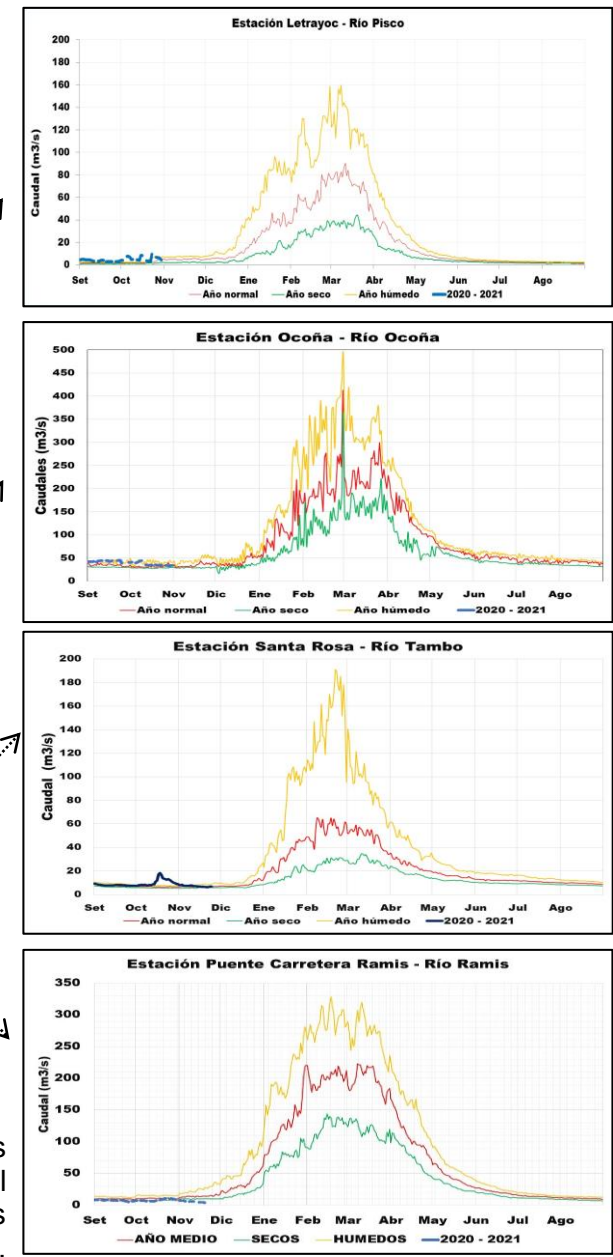
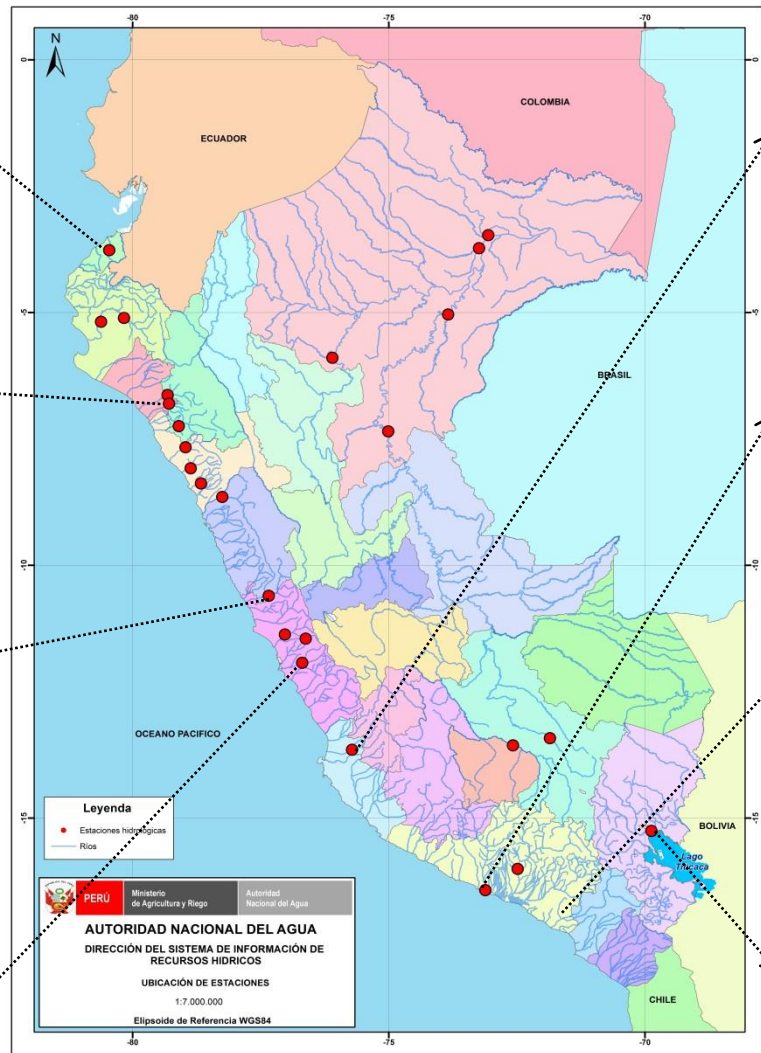
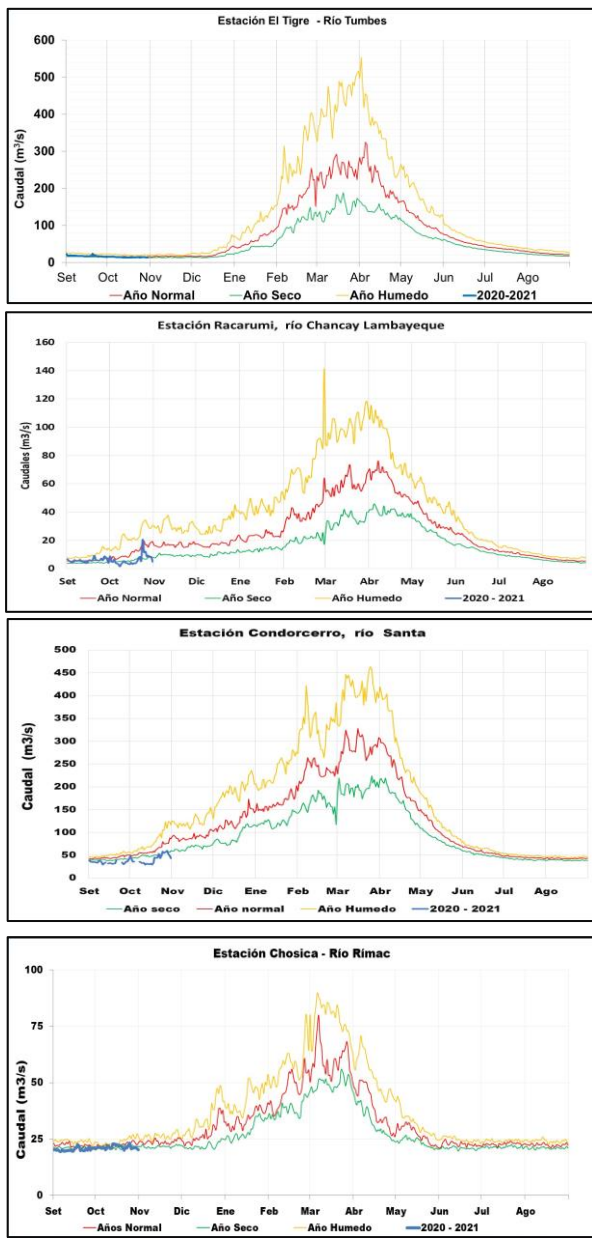


Figura 23. Caudales diarios ($m^3 s^{-1}$) de los principales ríos del norte (izquierda), centro (centro) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 31 de octubre 2020. Las líneas azules indican caudales del año hidrológico 2020-2021, rojas: caudales normales; Fuente: SENAMHI, Proyectos Especiales y Juntas de Usuarios. Procesamiento: ANA.

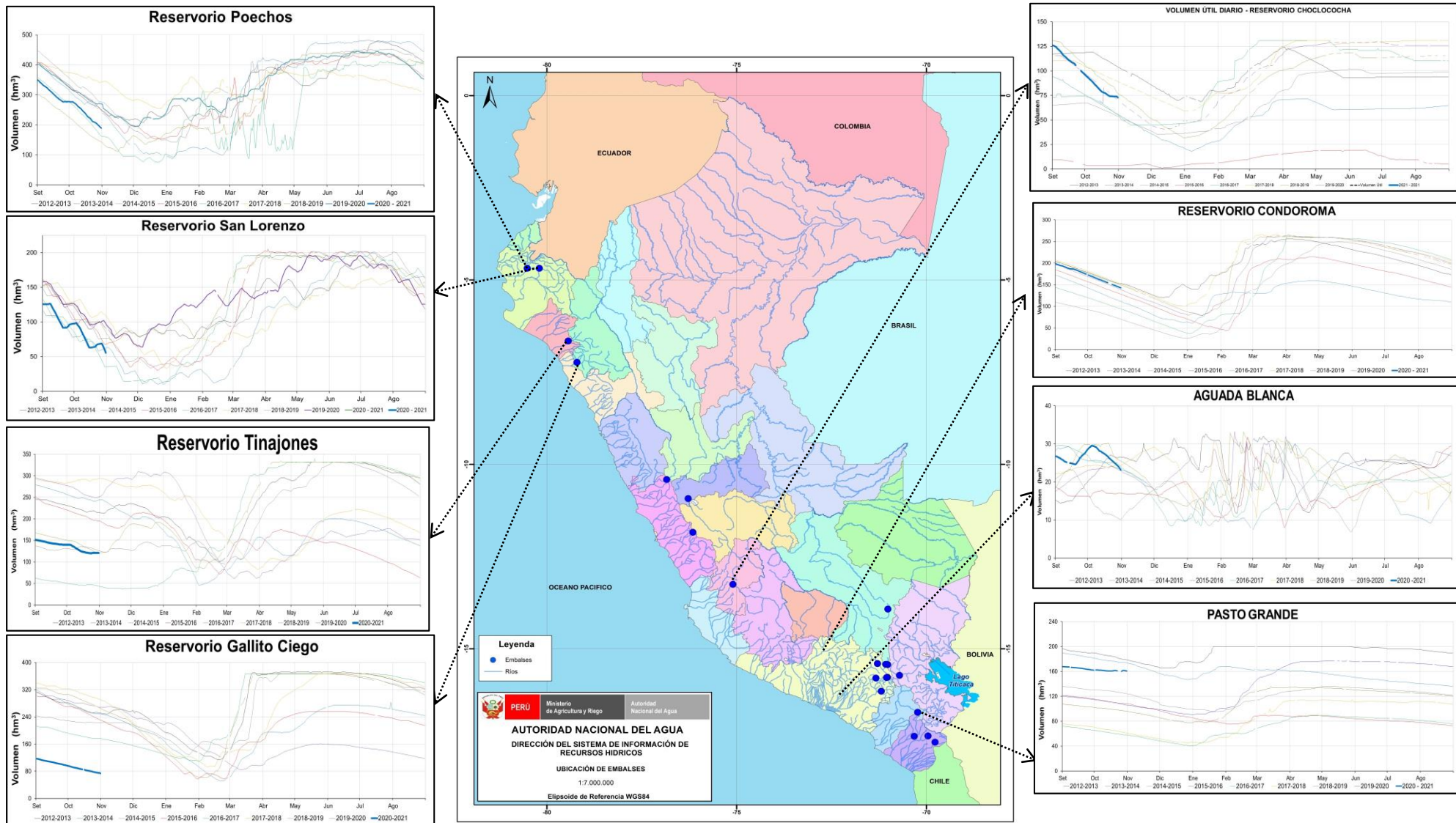


Figura 24. Volúmenes de almacenamiento (hm^3) de los principales Embalses del norte (izquierda), centro (derecha) y sur (derecha) del Perú, actualizado hasta 31 de octubre 2020. Las líneas azules indican volúmenes de almacenamiento del año hidrológico 2020-2021, líneas rojas, amarillo, verdes y negro: 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 47

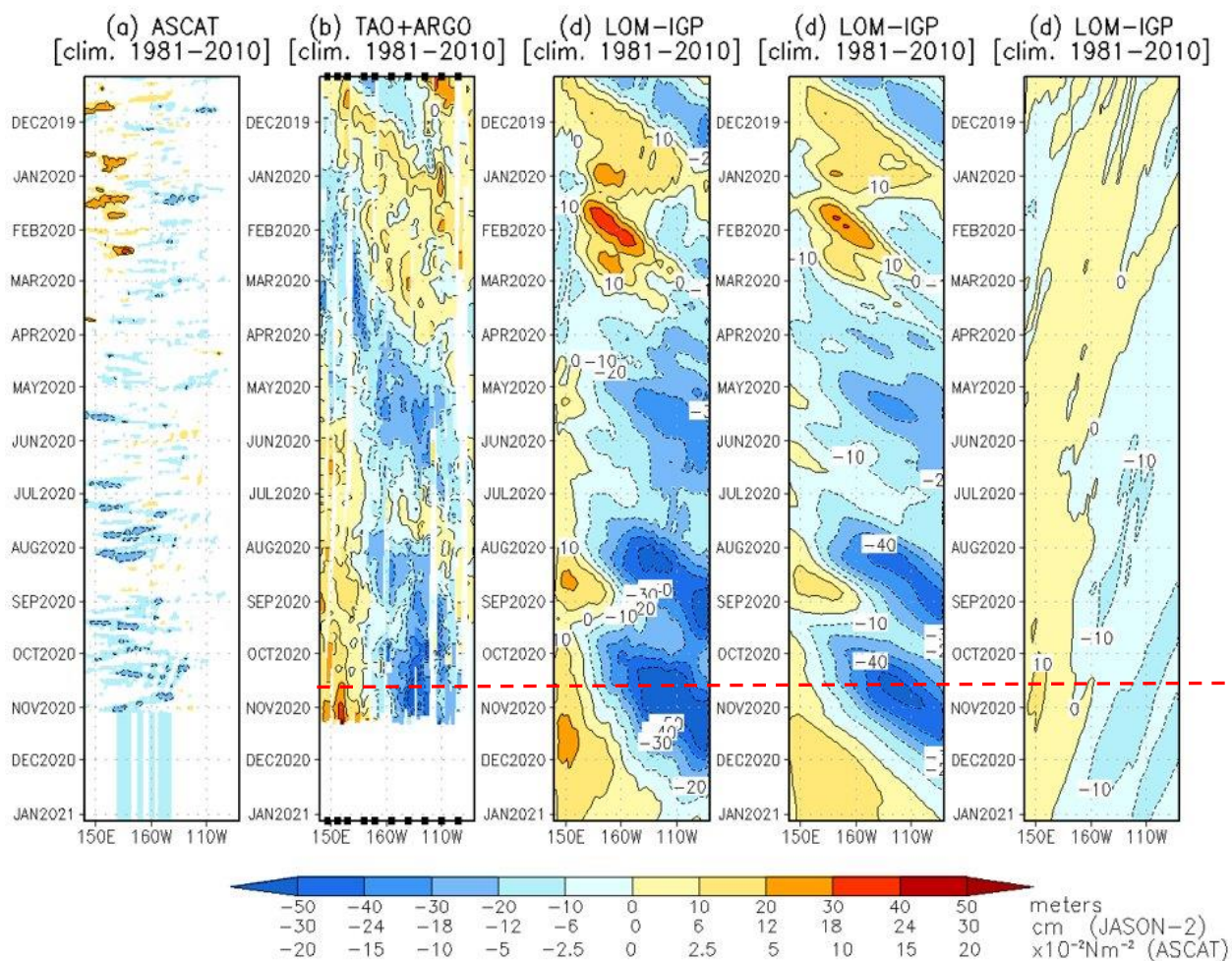


Figura 25. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO y los derivadores de Argo (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda de Rossby (e), calculado con el Modelo oceánico lineal (LOM-IGP), forzando por ASCAT y $\tau=0$ para el pronóstico. La línea roja discontinua representa el inicio del pronóstico Procesamiento: IGP.

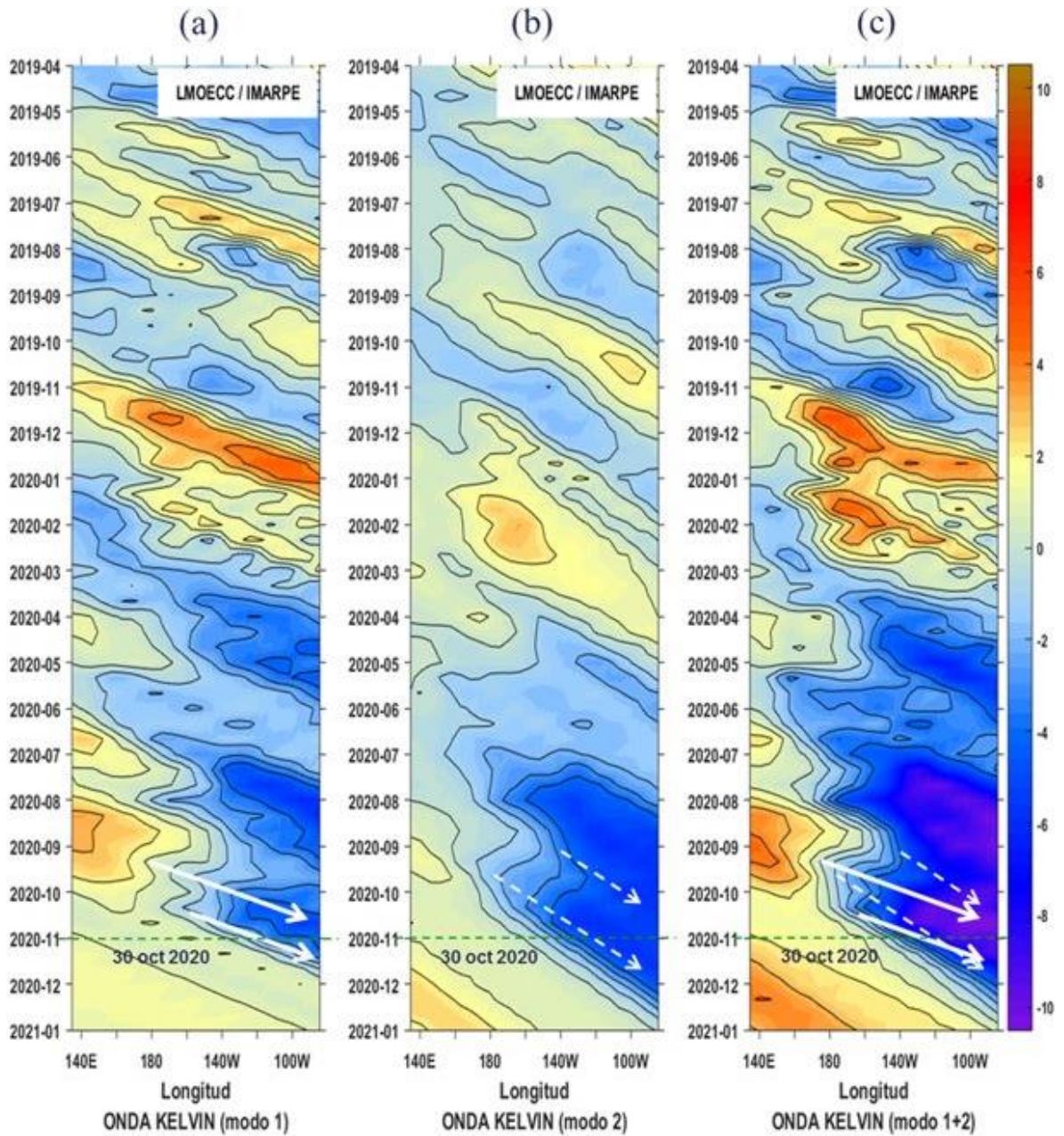


Figura 26. Diagrama Hovmöller de longitud-tiempo de las ondas Kelvin oceánicas en el Pacífico ecuatorial: (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modo 1+ Modo 2. El modelo fue forzado con información de NCEP. La línea discontinua horizontal de color verde indica el inicio del pronóstico sin el forzante de viento; fecha inicial del pronóstico; 30 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 Bujías de Pesca	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 BIOLÓGICO-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 HIDRÍCOS 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

Otro recurso transzonal importante fue el bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), que con el acercamiento de las ASS en el centro del litoral, contribuyó a su presencia entre Supe (10°S) y Pisco (13° S) de 50 a 60 mn de la costa, aunque su mayor disponibilidad se presentó en la zona sur, entre Ático (16°S) y Morro Sama (18°S) dentro de las 50 mn (Figura A.2.1).

Dentro de los invertebrados, con la presencia del evento La Niña, el indicador de masas de aguas frías, el crustáceo *Pleurocondes monodon* “múnida” presentó una amplia distribución a lo largo del litoral entre Punta Falsa (5°S) y San Juan de Marcona (15°S), dentro de las 30 mn de la costa, asociado a las ACF (Figura A.2.2 a). De otro lado, el cefalópodo *Dosidicus gigas* “calamar gigante o pota” se distribuyó de Talara (4°S) a Pimentel (6°S), entre 11 y 140 millas náuticas de la costa, con mayores concentraciones entre Paita y Punta La Negra (Figura A.2.2 b).

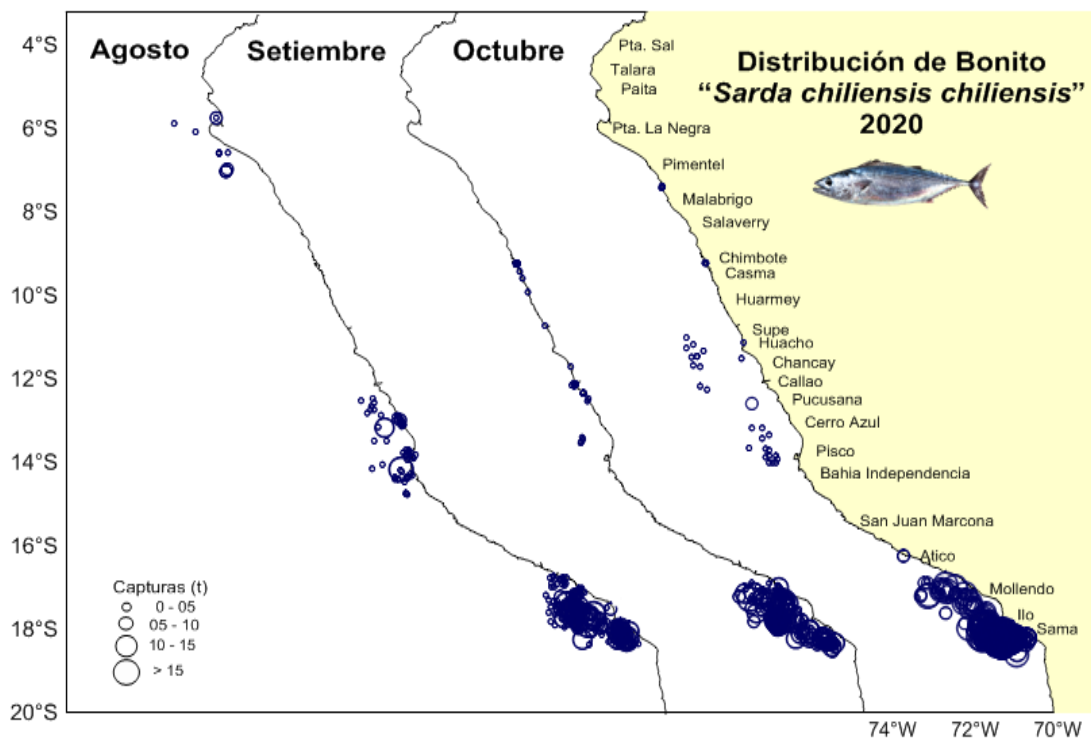


Figura A.2.1. Distribución espacial de bonito durante los meses de agosto, setiembre y octubre del 2020, proveniente de la flota de cerco artesanal. Fuente: IMARPE.

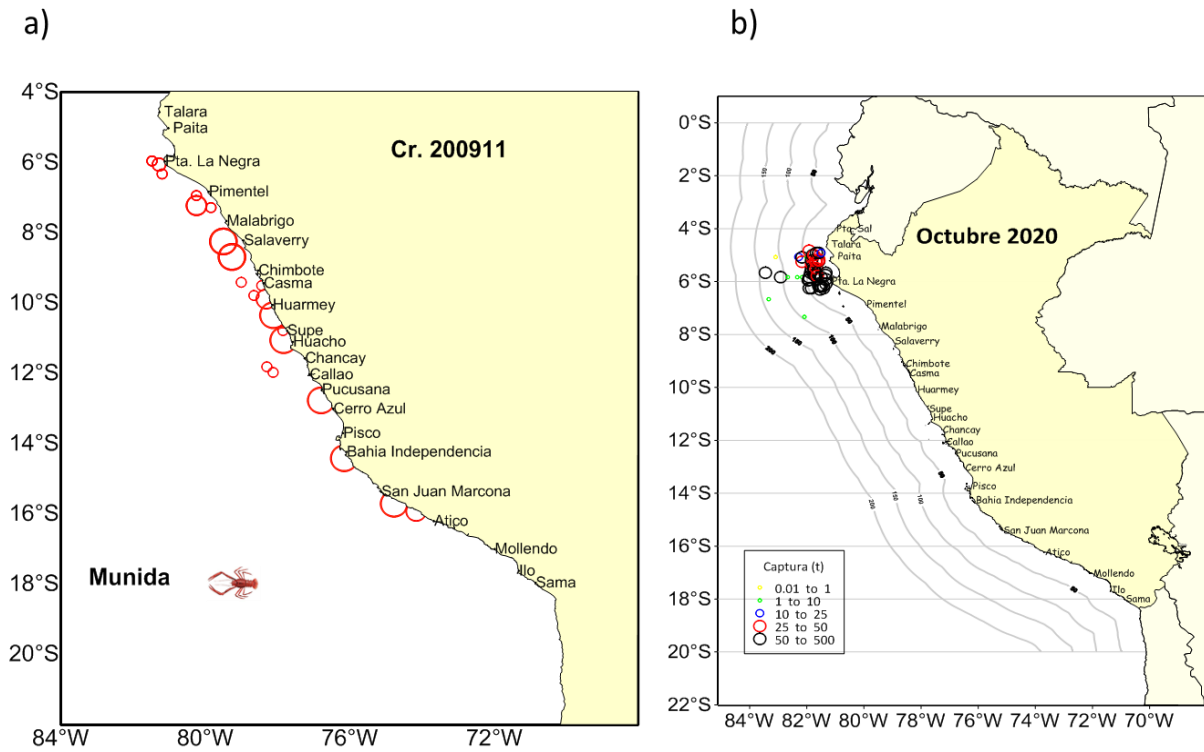


Figura A.2.2. Distribución espacial de munida (a) y calamar gigante (b) durante octubre del 2020. Fuente: IMARPE.