

Presupuestal por Resultados N°068

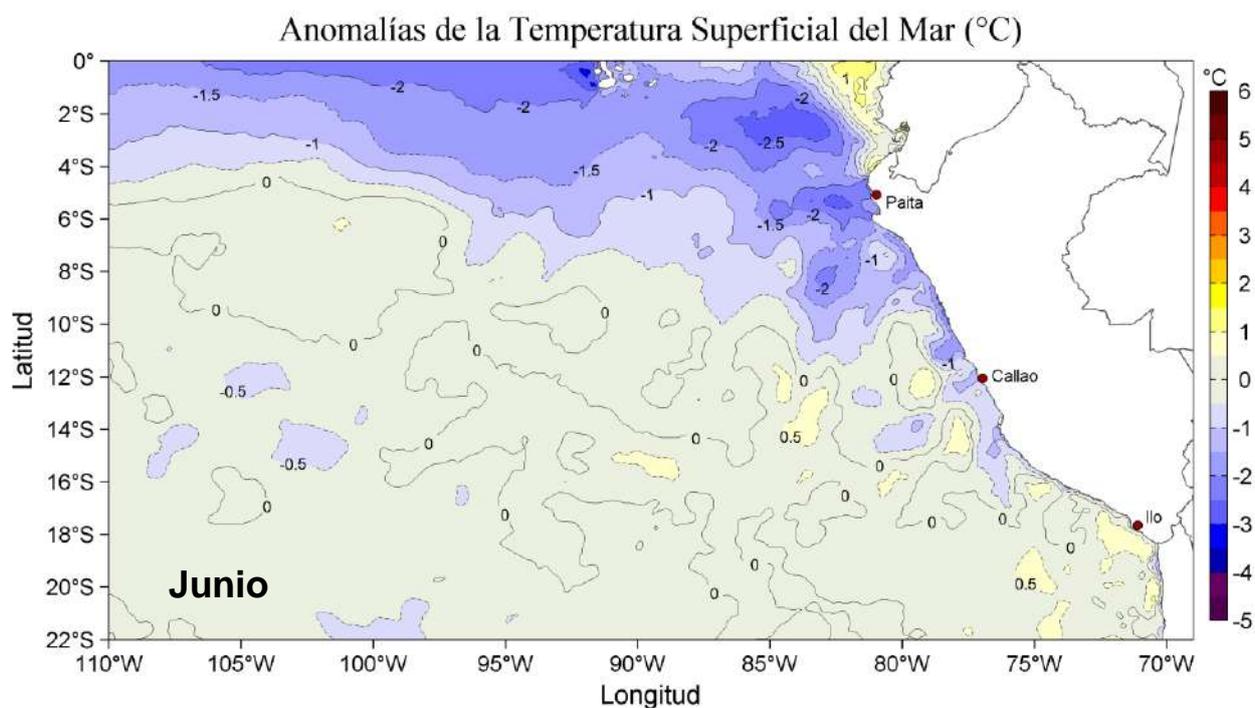
“Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de emergencias por Desastres”

Producto: Estudios para la estimación del riesgo de Desastres

Actividad 4: Generación de Información y Monitoreo del Fenómeno El Niño

INFORME DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Y BIOLÓGICO-PESQUERAS JUNIO 2020



Junio, 2020

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

GRUPO DE TRABAJO INSTITUCIONAL EL NIÑO

Informe de las Condiciones Oceanográficas y Biológico Pesqueras Junio 2020

I. RESUMEN EJECUTIVO	4
II. INTRODUCCIÓN	6
III. MATERIALES Y MÉTODOS	7
1. VARIABLES	7
2. ÍNDICES	7
3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES	9
4. INDICADORES BIOLÓGICOS	9
5. MODELOS DE PRONÓSTICO	10
IV: CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS EN JUNIO 2020	14
1. CONDICIONES FÍSICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL Y SUDORIENTAL	14
1.1. Aspectos Meteorológicos	14
1.1.1. Distribución del campo de presión a nivel del mar	14
1.1.2. Radiación de onda larga y Vientos en el Pacífico ecuatorial	14
1.2. Aspectos oceanográficos	14
1.2.1. Condiciones Térmicas superficiales	14
1.2.2. Temperatura en la columna de Agua	15
2. CONDICIONES FRENTE A LA COSTA PERUANA	15
2.1. Aspectos meteorológicos	15
2.1.1. Velocidad del viento en la costa peruana	15
2.2. Aspectos oceanográficos físicos	16
2.2.1. Temperatura superficial del mar	16
2.2.2. Salinidad superficial del mar	17
2.2.3. Nivel del mar	17
2.2.4. Secciones oceanográficas	18

2.2.5. Estaciones fijas costeras	19
2.2.6. Variabilidad de alta frecuencia registrada en flotadores ARGO	19
2.2.7. Forzante Remoto y variabilidad local	19
2.2.8. Aspectos biogeoquímicos y de productividad	20
2.2.8.1. Oxígeno	20
2.2.8.2. Productividad	20
2.2.9. Otras Observaciones	21
3. INDICADORES ECOLÓGICOS Y BIOLÓGICO-PESQUEROS	22
3.1. Indicadores de masas de agua, volumen y composición del plancton	22
3.1.1. Fitoplancton	22
3.1.2. Zooplancton	23
3.2. Condiciones biológico – pesqueras de los recursos pelágicos	24
3.2.1. Anchoqueta	24
3.2.1.1. Distribución, capturas, tallas	24
3.2.1.2. Indicadores reproductivos y somáticos	24
3.2.2. Jurel (<i>Trachurus murphy</i>) y Caballa (<i>Scomber japonicus</i>)	24
3.2.3. Otras especies	24
3.3. Condiciones biológico – pesqueras de los recursos demersales y litorales	25
3.3.1. Merluza	25
3.3.2. Invertebrados	25
3.3.3. Recursos de la pesca artesanal	26
3.3.4. Presencia de otras especies indicadoras	26
4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACIFICO ECUATORIAL Y FRENTE A LA COSTA PERUANA	27
4.1. Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales	27
4.2. Propagación de ondas Kelvin	27
4.3. Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú	28
V REFERENCIAS	29
VI RECONOCIMIENTOS	34
VII TABLAS	35
VIII FIGURAS	38

I. RESUMEN EJECUTIVO

El Grupo de Trabajo Institucional El Niño de IMARPE analizó la información recolectada de las condiciones meteorológicas, oceanográficas y biológico-pesqueras correspondiente al mes de junio de 2020, actualizando las perspectivas ambientales.

A nivel de macroescala, el campo de presión a nivel del mar frente a la costa peruana estuvo en el rango normal, en promedio. Las anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) en el Pacífico ecuatorial oriental y central presentaron condiciones frías, cuyas mayores intensidades se vieron en la región Niño 1+2, con una media mensual que sobrepasó anomalías de $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. En la capa de 0 - 300 m del Pacífico ecuatorial oriental ($140^{\circ}\text{W} - 95^{\circ}\text{W}$), las condiciones frías se volvieron a intensificar hasta anomalías de aproximadamente $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, que se atenuaron luego en la segunda quincena hasta unos $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El mar peruano se caracterizó por presentar un enfriamiento anómalo del mar en sectores oceánicos desde Talara al norte, donde ocurrió el máximo enfriamiento ($-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), así como en sectores costeros entre Talara y San Juan de Marcona, presentando mayor intensidad entre Talara y Punta Falsa ($-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$). El índice térmico costero peruano (ITCP) y el índice costero El Niño (ICEN) señalaron la presencia de condiciones frías anómalas del mar peruano y condiciones neutrales negativas, respectivamente.

Frente a Tumbes se mantuvo la presencia de las aguas tropicales superficiales (ATS), mientras que, las aguas ecuatoriales superficiales (AES) se presentaron hasta Talara, propiciando una mezcla con las aguas subtropicales superficiales (ASS) hasta Punta Falsa. Entre Punta Falsa y Chicama, así como de San Juan de Marcona al sur se observaron proyecciones de aguas costeras frías (ACF) hacia mar adentro, propiciando también mezcla con ASS a mayor distancia de la costa. Las ASS se mantuvieron cerca de la costa, principalmente entre Huanchaco y Pisco.

Las anomalías del nivel del mar (ANM) presentaron valores ligeramente superiores frente a la costa norte peruana, variando entre $+5\text{ cm}$ y $+7\text{ cm}$, con un aumento de $+2\text{ cm}$ desde Tumbes hacia el norte, respecto a mayo. Frente a la costa centro - sur se observó un incremento de las ANM, especialmente entre Huarmey y Callao, asociado a la presencia de un remolino anticiclónico de gran tamaño (radio $>100\text{ km}$) que se mantuvo durante todo el mes con un desplazamiento hacia el oeste. Dentro de los 111 km , las ANM se mantuvieron o descendieron en la primera quincena frente a la costa norte, mientras que en la segunda aumentaron en el norte, asociadas a la proyección de aguas cálidas de origen ecuatorial, y descendieron frente al resto de la costa.

El afloramiento costero se mantuvo activo desde Talara hasta Huacho y entre Pisco y San Juan de Marcona, debido a la ocurrencia de vientos moderados a ligeramente fuertes a lo largo de la costa peruana. En la zona oceánica se registraron predominantemente vientos moderados a fuertes, que habrían contribuido al desarrollo de las anomalías térmicas negativas frente a la costa peruana.

Durante el mes se realizó el Crucero de Evaluación de Recursos Demersales 2020-06, a bordo del BIC Humboldt, el cual registró al sur de Talara condiciones frías en la superficie, con anomalías negativas de hasta $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, aunque en el extremo norte, se detectaron anomalías positivas de hasta $+3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se presentaron aguas tropicales superficiales (ATS) con salinidades menores a $33,8\text{ ups}$ dentro de las 15 millas náuticas (m.n.) frente a Puerto Pizarro y AES de Talara a Punta Sal con salinidades de $34,6$ a $34,8\text{ ups}$.

Las secciones de Paita (hasta las 50 m.n.) y de Chicama (hasta las 80 m.n.), mostraron condiciones frías anómalas sobre al menos los 300 m de profundidad, con valores promedio de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, indicando el efecto persistente de la onda Kelvin fría que arribó en mayo. En Paita se observó aguas de mezcla entre aguas subtropicales superficiales (ASS) y aguas costeras frías (ACF) sobre los 50 m; mientras que, en Chicama se observaron ASS fuera de las 70 m.n. y aguas de mezcla o ACF dentro de las 60 m.n. En ambas secciones se observó una posición muy superficial de la oxiclina y flujos subsuperficiales muy debilitados hacia el sur sobre la plataforma y el talud. En la sección Paita fueron registradas especies del zooplancton indicadoras de ASS, mientras que en la sección Chicama, dentro de las 30 m.n., se observaron indicadores de ACF, tanto del fitoplancton como del zooplancton.

La concentración de clorofila-a satelital, indicador de la producción primaria fitoplanctónica, varió entre $1\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ y $2\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ entre Paita y San Juan; y, al sur de San Juan hasta Ilo alcanzó valores alrededor de $3\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$. En promedio, las concentraciones encontradas estuvieron cercanas a su valor climatológico a ligeramente negativas en la zona centro-norte; mientras que, en la zona sur correspondieron a anomalías positivas.

La primera temporada de pesca de anchoveta 2020 en la zona norte – centro, alcanzó al 30 de junio al 77,8 % de la cuota establecida (2 413 000 toneladas). La anchoveta presentó en junio una extensión de su distribución hacia el norte, con las mayores capturas frente a Chicama, Chimbote y Callao dentro de las 40 m.n. de la costa. La estructura de tallas de la anchoveta presentó un amplio rango de tamaños, desde 8,0 a 16,5 cm de Longitud Total (LT), con moda principal en 13,0 cm y porcentaje de juveniles de 14,2 %. Por otro lado, la merluza se concentró en latitudes más cercanas al límite norte del mar peruano. Además, especies indicadoras de aguas frías como el calamar y la munida, se distribuyeron en la zona costera al sur de Pimentel.

En cuanto a las perspectivas, se espera la llegada de una onda Kelvin fría (modo 2) llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en julio. Además, una onda Kelvin fría (modo 1) que fue reforzada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial central durante el mes, llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en agosto.

Los pronósticos de las agencias internacionales indican el desarrollo de anomalías negativas de TSM en el Pacífico ecuatorial central alrededor del umbral hacia una condición débil de La Niña durante la primavera austral 2020. Por otro lado, para la región Niño 1+2 se pronostican valores dentro del rango de valores entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el trimestre agosto-octubre 2020. En cuanto a los modelos de pronóstico implementados en IMARPE, el modelo de complejidad intermedia del Pacífico tropical pronostica condiciones frías anómalas en la franja adyacente a la costa durante julio-octubre 2020; mientras que, el modelo estadístico pronostica anomalías negativas de TSM, pero dentro del rango de condiciones neutras durante julio-octubre 2020.

II. INTRODUCCIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS) es el principal forzante que influye en la variación de las condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del Océano Pacífico. El ENOS conjuga dos procesos, tanto oceánico (El Niño, EN) como el atmosférico (Oscilación del Sur) y se expresa mediante una fase cálida (EN) y una fase fría (La Niña, LN). Debido a los diversos efectos e impactos de este proceso en el ecosistema del afloramiento costero peruano, que a su vez repercuten en los sistemas socioeconómicos, cada vez hay un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen en su desarrollo, como en optimizar la anticipación al desenlace de posibles impactos extremos, constituyéndose en un principal propósito el poder generar alertas tempranas para mitigar daños.

Bajo este contexto, se conformó el Grupo de Trabajo Institucional El Niño del Instituto del Mar del Perú (MARPE), cuya misión es el estudio y monitoreo de las condiciones oceanográficas frente a Perú y de sus efectos ecológicos y biológico-pesqueros. Mensualmente se reporta el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos en el Pacífico ecuatorial oriental, poniendo mayor énfasis en la zona costera de Perú. Para estimar y entender los impactos de El Niño y de La Niña en el ecosistema del marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, así como también la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Además, se presentan especies indicadoras de condiciones cálidas y frías registradas durante los monitoreos mensuales de IMARPE y la incidencia de las condiciones oceanográficas en las principales pesquerías. Finalmente, mediante el análisis de los pronósticos de las agencias internacionales y el uso de modelos numéricos implementados en IMARPE, se formula la previsión futura de los principales indicadores climáticos y oceanográficos asociados a El Niño / La Niña, principalmente a corto y mediano plazo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. VARIABLES

Las principales variables utilizadas para el monitoreo de las condiciones ambientales, oceanográficas se resumen en la tabla III.1.

Debido al estado de emergencia generada por la pandemia del CODVID 19, algunos monitoreos no se pudieron realizar como en las estaciones costeras (temperatura disponible hasta el 16 de marzo), secciones oceanográficas, monitoreo de nutrientes, fitoplancton, zooplancton y bentos.

2. ÍNDICES

Índice del Anticiclón del Pacífico Sur (APS): Los índices de intensidad (IAPS) y posición (ILON, ILAT) del APS, se calculan a partir de las anomalías de la presión atmosférica a nivel del mar máxima en la región del Pacífico oriental subtropical y su correspondiente posición longitudinal y latitudinal. Las anomalías se obtienen usando el periodo base 1981-2010. Los índices se determinan aplicando el promedio móvil de tres meses a las series mensuales de intensidad y posición. El IAPS se clasifica en 3 condiciones: débil ($< -1,1$), neutro ($-1,1 - 1,5$) e intenso ($>1,5$), mediante 2 umbrales definidos por los percentiles 20 y 80 de la serie del IAPS. Para los índices de posición ILOE e ILAT se usan los percentiles 25 y 75, de tal forma que los valores positivos (negativos) de los índices ILOE e ILAT sobre 4,2 y 1,6 respectivamente (debajo -3,9 y -1,1 respectivamente) representa un desplazamiento al este y al norte (al oeste y al sur) del APS con respecto a su posición climatológica. Los datos de presión se obtienen del re-análisis NCEP/NOAA (Kalnay et al., 1996) disponibles desde enero 1948 hasta el presente.

Índice de Afloramiento Costero (IAC): Estima la intensidad del afloramiento o el transporte de masas de agua con referencia a la línea de costa. El IAC se basa en el transporte de Ekman, el cual es calculado, de acuerdo a Bakun (1975), a partir del esfuerzo de viento sobre la superficie y el parámetro de Coriolis. El cálculo final del IAC (Bakun 1975) toma en cuenta el transporte de masa entre la densidad del mar, multiplicado por el coseno de ángulo formado por la diferencia entre el ángulo de costa y la dirección del viento. El ángulo usado para la línea de costa fue de 145° . Existe información de este índice desde enero 2000 hasta la actualidad, tomando en cuenta información satelital de los satélites de vientos de QuickScat y ASCAT.

Datos e índices de Temperatura Superficial del Mar (TSM): Las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en las regiones Niño se evalúan con la media móvil de tres meses, en periodos semanales (OISST.v2) y mensuales (ERSST.v5), ambos con climatología de 1981-2010 (CPC-NCEP-NOAA). Las ubicaciones de las regiones Niño en el Pacífico Ecuatorial son: Niño 1+2 ($0^{\circ} - 10^{\circ}\text{S}, 90^{\circ}\text{W} - 80^{\circ}\text{W}$), Niño 3 ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}, 150^{\circ}\text{W} - 90^{\circ}\text{W}$), Niño 3.4 ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}, 170^{\circ}\text{W} - 120^{\circ}\text{W}$), Niño 4 ($5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}, 150^{\circ}\text{W} - 160^{\circ}\text{E}$). Los mapas de la TSM y la ATSM (climatología 2007–2016), se generan en base a datos de OSTIA (UK Met. Office, 2012). Las anomalías del contenido de calor en el Pacífico ecuatorial proceden de TAO-TRITON (TAO Project Office, NOAA/PMEL).

Índice térmico Laboratorios Costeros (LABCOS): Refleja la amplitud de la variabilidad de la temperatura superficial del mar (TSM) en el litoral peruano, la cual está asociada a las condiciones climáticas y oceanográficas a lo largo de la costa peruana.

Se calcula a partir de promedios mensuales de las anomalías de la TSM (ATSM) obtenidas de las estaciones costeras Paita, Chicama, Chimbote, Callao, Pisco e Ilo del IMARPE, así como la estación costera San Juan de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHNM) desde 1976. Se determina de la media móvil corrida cada tres meses de las anomalías térmicas obtenidas en las estaciones costeras mencionadas. Categorías: LN Fuerte ($<-1,31$), LN Moderado ($-1,31 - -1,10$), LN Débil ($-1,10 - -0,78$), Neutro ($-0,78 - 0,27$), EN Débil ($0,27 - 0,78$), EN Moderado ($0,78 - 1,37$), EN Fuerte ($1,37 - 2,77$), EN Muy Fuerte ($>2,77$). Más detalles en Quispe & Vásquez (2015).

Índice Térmico Costero Peruano (ITCP): Indicador del efecto del ENOS y de la circulación marina en la variabilidad térmica del océano costero del Perú caracterizado por el afloramiento costero. Se estima empleando los promedios mensuales de la TSM obtenidos del producto NOAA NCDC OISST v2 para el periodo 1982-2014 (Reynolds et al, 2007). Para ello se toma en cuenta el área de afloramiento, limitado por el máximo gradiente termal zonal del promedio anual de la TSM, seleccionando los puntos de grilla adyacentes a la costa (a 40 Km en promedio). Se calcula como la media móvil de tres meses de la primera componente principal (CP1) reducida de las anomalías térmicas de la zona costera. Se expresa en unidades de desviación estándar de la CP1. Categorías: LN fría ($<-0,6$), Neutro ($0,4 - -0,6$), EN cálido ($>-0,4$). Mayor información se encuentra en Quispe-Ccalluari et al. (2016).

Índices de la termoclina, oxiclina, y profundidad de la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO): Como indicador de la termoclina, definida como la capa con el máximo gradiente de temperatura en la columna de agua, se utiliza a la isoterma de 15 °C. Como indicador de la oxiclina costera, definida como la capa con el máximo gradiente de Oxígeno Disuelto (OD) en la columna de agua, se utiliza a la iso-oxígeno de 1 mL L⁻¹. La ZMO se define como los cuerpos de agua con concentraciones menores a 0,5 mL L⁻¹ y para identificar a que profundidad se ubica, se toma en cuenta su límite superior. Las anomalías de la profundidad de la termoclina y la oxiclina se calculan a partir de la climatología con periodo base 1981-2010 desarrollada por Domínguez, et al. (2017) y Graco et al. (2020, en prensa), respectivamente.

Índices de actividad de mesoescala: Las estructuras de mesoescala se evaluaron con información de altimetría satelital para una región comprendida entre 70°W y 84°W y entre 3°S y 18°S aplicando un algoritmo híbrido de identificación (Halo et al., 2014). A partir de la identificación se calculó el número de remolinos detectados, el radio de los remolinos y la energía cinética de los remolinos.

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, expresado 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.

3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

Bentos: La literatura especializada comprende, para Polychaeta: Fauchald (1977) y Hobson & Banse (1981); Mollusca: Álamo & Valdivieso (1997); Crustacea (macrocrustáceos): Chirichigno (1970), Crustacea (Amphipoda): Barnard & Karaman (1991), Jiménez (2018), entre otros.

Fitoplancton: Para la identificación taxonómica se utilizan los trabajos de Hustedt (1930), Cupp (1943), Hendey (1964), Sounia (1967), Schiller (1971), Sundström (1986), Ochoa & Gómez (1987), Hasle & Syvertsen (1996) y Steidinger & Tangen (1996).

Zooplancton e ictioplancton: Para la determinación de las especies del zooplancton se utilizan principalmente los trabajos de Santander (1967), Santander et al. (1967, 1981), Gómez (1982), Sandoval de Castillo (1997), Carrasco (1989), Aronés (1997), Boltovskoy (1981,1999), Boden (1955), Briton (1962), Veliz (1981) y Quesquén (2005, 2017), mientras que para el ictioplancton se consulta los trabajos de Einarsson & Rojas de Mendiola (1963), Guzmán & Ayón (1995), Sandoval de Castillo (1979), Santander & Sandoval de Castillo (1969, 1971, 1972,1973, 1977, 1979) y Moser (1996).

Peces: La literatura de consulta para la identificación taxonómica comprende Chirichigno & Vélez (1998), Fischer et al. (1995) volúmenes II y III de FAO y para la verificación de la distribución de las especies Chirichigno & Cornejo (2001) y la base de datos FishBase (<https://www.fishbase.de/>).

Depredadores superiores: Para la identificación de presas en la dieta de aves guaneras se utiliza la guía de identificación de García-Godos (2001), para la identificación taxonómica de aves y mamíferos marinos se revisaron las guías de identificación de Reyes (2009), Folkens & Reeves (2002), Schulenberg et al. (2009), Harrison & Peterson (1991).

4. INDICADORES BIOLÓGICOS

Los indicadores biológicos se definen como aquellos organismos altamente sensibles a las condiciones del medio ambiente y que dependen de estas para su migración y cuya densidad disminuye, cuando las condiciones ecológicas han cambiado o cuando su etapa biológica ha terminado (UNESCO, 1981).

Fitoplancton. Para definir los indicadores de masas de agua del fitoplancton se tomaron en cuenta los trabajos de Rojas de Mendiola et al. (1981), Ochoa et al. (1985), Zuta y Guillén (1970), Antonietti et al. (1993), Ochoa & Gómez (1997) y Gutiérrez et al. (2005).

Zooplancton. Para definir los indicadores de masas de agua del zooplancton se tomaron en cuenta los trabajos de Santander & Carrasco (1985), Ayón & Girón (1997), Ayón et al. (1999), Abanto (2001), Arones & Ayón (2002) y Gutiérrez et al. (2005).

Peces: Para especies indicadores de la actividad pesquera se analiza información proveniente de los Laboratorios Costeros de IMARPE, referida a las observaciones de especies atípicas de la región o el lugar. Esta información es contrastada con las distribuciones conocidas de las especies indicadas en la bibliografía especializada de Chirichigno & Cornejo (2001), Moscoso (2012) y bases de datos como FishBase. En algunas ocasiones se reportan especies de otros grupos biológicos, en esos casos se utiliza literatura especializada como la de Moscoso (2012).

Depredadores superiores. Las aves, mamíferos y tortugas marinas son indicadores del ecosistema y expresan cambios ocurridos a diferentes niveles tróficos por lo que son utilizados como indicadores indirectos en los cambios en la distribución y disponibilidad de sus presas, así como cambios en el medio marino. Para evidenciar esta información se utilizó bibliografía especializada de Murphy (1936), Jordán & Fuentes (1966), Tovar et al. (1984, 1987, 1988), Crawford (1987), Cairns (1987), Vanstreet (2011), Trigo (2011), Quiñones et al. (2010), Trites (1997), Majluf & Trillmich (1981).

5. MODELOS DE PRONÓSTICO

Modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS de las agencias internacionales: Para el pronóstico de las series de tiempo en la región Niño 3.4, el *International Research Institute for Climate and Society* en colaboración con NOAA *Climate Prediction Center* (CPC) compila mensualmente los pronósticos de 26 modelos de agencias internacionales: 18 modelos dinámicos y 8 modelos estadísticos que pronostican los valores de la serie de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar en la región Niño 3.4 (120°E – 170°W, 5°N – 5°S) con un horizonte de pronóstico entre 4 y 9 meses de anticipación (IRI, marzo 2020). Por otro lado, para el pronóstico espacial de las anomalías de la TSM, de manera trimestral, se presentan tres de los modelos dinámicos a escala global: ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts model), CFSv2 (Coupled Forecast System model de la NOAA) y NMME (North American Multi-Model Ensemble model de la NOAA).

Modelo Oceánico de Complejidad Intermedia: Con el fin de detectar la propagación de las Ondas Kelvin Ecuatoriales (OKE), se ejecuta un modelo oceánico de complejidad intermedia con 3 modos baroclínicos, forzado con vientos del NCEP (Kalnay et al. 1996), implementado en IMARPE, siguiendo la metodología de Illig et al. (2004) y Dewitte et al. (2002). La señal de la OKE puede ser descompuesta en modos normales de oscilación que se propagan a diferentes velocidades. Los primeros dos modos (modo 1, modo 2) sumados proporcionan la mayor contribución a la anomalía del nivel del mar.

Modelos de pronóstico para el ITCP: Se emplean dos metodologías implementadas en IMARPE para pronosticar la serie de tiempo del ITCP con un horizonte de 4 meses de anticipación. Las metodologías consisten en (1) un modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y el índice del APS siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017), y (2) un modelo basado en las salidas de un modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico tropical ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Gushchina et al., 2000) y siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017).

Tabla III.1. Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe.

VARIABLE	FUENTE														PERIODO		FRECUENCIA	REFERENCIA	AREA RESPONSABLE	OBSERVACIONES					
	Observaciones <i>in situ</i>							Satélite/Re-análisis					Modelos												
	Estraciones costeras	Secciones verticales	Estaciones fijas	Cruceiros	Boyas ARGO	Boyas TAO/TRITON	Programa Bifócoras de Pesca (PBP)	Seguimiento de Pesquerías	Monitoreo de islas, puntas, playas, estuarios, etc.	Alerta de fauna marina varada	ESRL/NOAA	Re-análisis NCEP/NOAA	QuickScat + ASCAT	Producto OSTIA	Producto CMEMS	SeaWiFS + MODIS					MODIS + VIIRS	GFS	MERCATOR Ocean	Operatividad	Climatología
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																									
Condiciones Atmosféricas	Radiación de Onda Larga									X									1974-Actual	1981-2010	mensual	www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensofadvisory/ensodisc.html	LMOECC/AFIOF/DGIOCC	- Resolución: 2.5 °	
	Presión Atmosférica										X								1948-Actual	1981-2010	Diario	Kalnay et al. (1996)		- Resolución: 2,5"x2,5°	
	Vientos											X							1948-Actual	1981-2010	Diario	Kalnay et al. (1996)		- Resolución: 2,5"x2,5°	
													X						2000-Actual	2000-2014	Pentadal/mensual	Chelton et al. (2006) Bentamy et al. (2009)	LCSRF/LHFM/AFIOF/DGIOCC	- Resolución: 0,25°	
	Fracción de nube																X		1970-Actual	2000-2014	Diaria	https://pae-paha.pacioos.hawaii.edu/erddap/griddap/ncep_global.html		- Resolución: 0,5°	
																	X	2002-Actual	2002-2016	Diaria	https://atmosphere-imager.gsfc.nasa.gov/MOD06_L2/atbd.html http://www.globcolour.info/CDR_Docs/GlobCOLOUR_PUG.pdf		- Resolución: 4 km		
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																									
Condiciones Oceanográficas Físicas	Temperatura del Mar	X																	1963-Actual	1981-2010	Diaria/mensual	(Grados & Vásquez, en prep.)	LHFM/AFIOF/DGIOCC	- Paita desde 1963	
			X																1960-Actual	1981-2010	mensual	Domínguez et al (2017)		- Callao desde 1970	
				X															2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)		- Pisco desde 1976	
					X														1960-Actual	1981-2010	variable	Domínguez et al (2017)		*Las estaciones fijas se dan en el marco del PPR-068 de IMARPE. (Figura 1)	
						X													1998-Actual	1998-2010	variable				
							X												1977-Actual		Diaria	www.pmel.noaa.gov/tao/drupal/disdell/			
	Nivel del Mar												X					2006-Actual	2007-2016	Diaria	Donlon et al. (2012)			- Resolución: 0,054°	
	Salinidad														X				1993-Actual	1993-2012	Diaria	Schaeffer et al. (2016) Pujol et al. (2016)			- Resolución: 0,25°
		X																	1963-Actual	1981-2010	Diaria/mensual	(Grados & Vásquez, en prep.)			- A partir de este producto se derivan flujos geostróficos
			X																2015-Actual	1981-2010	mensual	Domínguez et al (2017)			Paita desde 1963
				X															2015-Actual	1993-2010	quincenal	Anculle et al (2015)			Callao desde 1950
					X														1960-Actual	1981-2010	variable	Domínguez et al (2017)			Pisco desde 1976
Corrientes Marinas		X														X	1993-Actual	1993-2015	Diaria	Lellouche, J.-M. et al. (2013)		- Resolución: 0,083°			
																		1960-Actual		mensual					

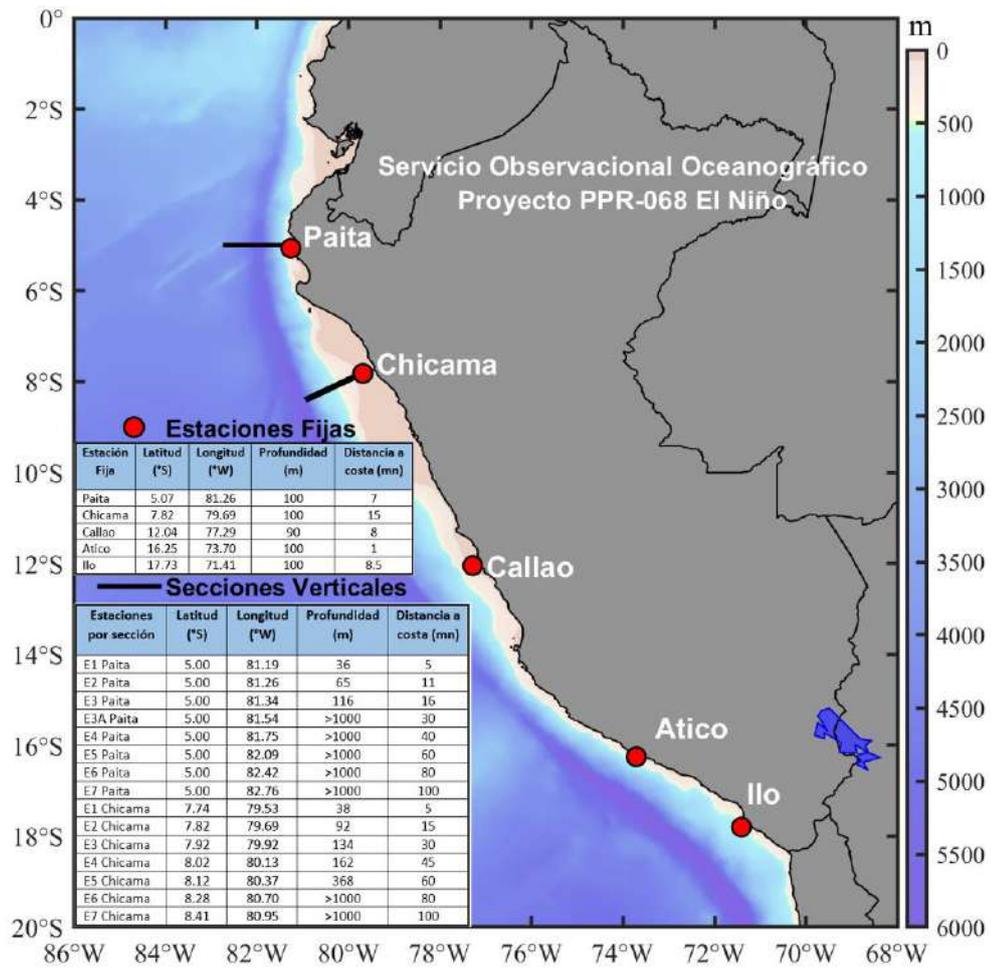


Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones fijas y secciones verticales de Paita y Chicama, sobre la batimetría con ETOPO2.

IV. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS Y BIOLÓGICO-PESQUERAS EN JUNIO 2020

1. CONDICIONES FÍSICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL Y SUDORIENTAL

1.1. Aspectos Meteorológicos

1.1.1. Distribución del campo de presión a nivel del mar

En el Pacífico sudoriental, el APS presentó en promedio para junio 2020 un núcleo centrado en los 97,5°W y 27,5°S con una intensidad máxima de ~1023,7 hPa, encontrándose desplazado al norte de su posición normal con una anomalía de +1,8 hPa en su presión máxima a nivel del mar (Figuras 2 y 3 a). El campo de la presión mensual presentó anomalías positivas entre +1 y +3 hPa en la región subtropical oriental, y condiciones normales en el Pacífico ecuatorial y frente a la costa peruana (Figura 3 b).

El IAPS, ILAT e ILON presentaron para el trimestre AMJ 2020 valores de +1,4 hPa, +3,6° y +1,7° respectivamente, señalando que el APS presentó en su núcleo una intensidad dentro del rango normal y se ubicó desplazado al norte de su posición habitual (Figura 4 a). Los valores mensuales de los desplazamientos longitudinal y latitudinal del APS fueron de +0,0° y +1,7° respectivamente, indicando una posición geográfica en el rango normal (Figuras 4 b y c).

1.1.2. Radiación de onda larga y vientos en el Pacífico ecuatorial

La radiación de onda larga (OLR, por sus siglas en inglés) presentó un comportamiento normal frente a las costas de Sudamérica, mientras que, en la banda ecuatorial las anomalías positivas fueron incrementándose al oeste hasta alcanzar un núcleo intenso entre 140° E y la línea de cambio de fecha (180°), indicando una fuerte zona de subsidencia en esa región (Figura 5). La componente zonal del viento en la franja ecuatorial de 5°S a 5°N, mantuvo una dirección predominante de los vientos alisios con un rango entre 2,0 m s⁻¹ a 7,0 m s⁻¹ en el área comprendida entre 140°E y 90°W. Desde los 160°W hasta los 80°W la velocidad zonal presentó condiciones normales, pero entre los 160°E hasta los 160°W se presentaron anomalías del oeste durante la primera quincena, en tanto que al oeste de los 170°E se observó un pequeño núcleo de anomalías del este alrededor de 5 m s⁻¹ durante la segunda quincena del mes (Figura 6).

1.2. Aspectos oceanográficos

1.2.1. Condiciones térmicas superficiales

En el Pacífico ecuatorial oriental y central, las anomalías negativas de TSM (ATSM) se intensificaron, llegando a expandirse de forma continua entre la costa centro-norte del Perú hasta los 150°W. En algunas zonas de la región Niño 1+2 y Niño 3, las anomalías de TSM alcanzaron un valor promedio de -2 °C, describiendo condiciones más frías que durante mayo (Figura 7).

La variación semanal de las ATSM (OISST v2) continuó presentando una tendencia negativa en la región Niño 1+2, mientras que, en las regiones Niño 3 y Niño 3.4 las ATSM mostraron una intensificación de las anomalías negativas a mediados de mes, atenuándose luego hacia finales de junio (Figura 8). En la región Niño 4, las anomalías positivas se restablecieron y volvieron a incrementarse. En las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4, la media mensual de las ATSM fue de -0,74 °C y -0,35 °C respectivamente. Por otro lado, las ATSM de ERSSTv5, para las regiones Niño 1+2 y Niño 3.4 presentaron una media mensual de -0,56 °C y -0,23 °C respectivamente.

1.2.2. Temperatura en la columna de agua

El contenido de calor en la capa superior (0 a 300 m) del Pacífico ecuatorial central, presentó condiciones neutras con anomalías negativas encima de los 200 m, cuyas celdas de mayor intensidad ($-3\text{ }^{\circ}\text{C}$) estuvieron al oeste de los 130°W por encima de los 100 m, llegando a afectar a la superficie. Por otro lado, en el extremo occidental se notó una progresiva expansión de anomalías positivas de $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta los 170°E y encima de los 100 m de profundidad (Figura 9).

En general, la capa de 300 m entre los 180° y 95°W mostró anomalías negativas con tendencia a atenuarse desde mediados de mayo, variando en rangos parecidos al lado oriental (Figura 10). La variación temporal del contenido de calor encima de los 300 m de profundidad en la zona occidental ($156^{\circ}\text{E} - 155^{\circ}\text{W}$), mostró el paso en junio de anomalías negativas a positivas. En el lado oriental ($140^{\circ}\text{W} - 95^{\circ}\text{W}$), las anomalías negativas se intensificaron a mediados de mes hasta alcanzar $\sim -1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, las cuales luego se atenuaron en la segunda quincena hasta $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ en promedio.

La evolución de la anomalía del contenido de calor promedio en la capa de 0 - 300 m a lo largo del Pacífico ecuatorial, mostró que las condiciones frías con anomalías de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, distribuidas desde los 135°W hacia Sudamérica, empezaron a disiparse desde mediados de junio, asociadas a una expansión de las condiciones neutras desde el extremo occidental hacia el Pacífico ecuatorial central (Figura 11).

2. CONDICIONES FRENTE A LA COSTA PERUANA

2.1. Aspectos meteorológicos

2.1.1. Velocidad del viento en la costa peruana

De acuerdo con información procedente del satélite ASCAT, frente a la costa peruana se presentaron vientos entre moderados ($> 4,1\text{ m s}^{-1}$) a fuertes ($> 6,8\text{ m s}^{-1}$), principalmente en la zona oceánica. En los periodos del 01 al 05 y del 21 al 25 de junio se presentaron vientos moderados a fuertes; mientras que, del 06 al 20 y del 26 al 30 de junio predominaron vientos moderados (Figura 12).

En cuanto a las anomalías de la velocidad del viento (VV), en la zona costera se presentaron fluctuaciones entre anomalías negativas y positivas. Del 01 al 05 de junio, predominaron anomalías positivas ($> +1,0\text{ m s}^{-1}$); mientras que, entre los días del 06 al 15 y del 26 al 30 de junio predominaron anomalías negativas ($-1,0\text{ m s}^{-1}$) y condiciones neutras, respectivamente. Finalmente, del 16 al 25 de junio se presentaron anomalías entre negativas ($> -1,5\text{ m s}^{-1}$) y positivas ($< +2,0\text{ m s}^{-1}$) (Figura 13).

A lo largo de la franja costera dentro de los 40 km, predominaron vientos moderados a ligeramente fuertes ($\text{VV} > 6,8\text{ m s}^{-1}$) y anomalías que fluctuaron entre valores negativos ($> -2,0\text{ m s}^{-1}$) a valores cercanos a cero. Entre Talara y Paita, así como entre Pisco y San Juan de Marcona se registraron $\text{VV} > 6,8\text{ m s}^{-1}$ y anomalías positivas ($> +1,0\text{ m s}^{-1}$). En la costa central, entre el 06 y 30 de julio, se registraron vientos moderados, con anomalías neutras. Mientras que al sur de San Juan de Marcona se presentaron vientos débiles con anomalías negativas ($< -1,0\text{ m s}^{-1}$) (Figura 14 a, b).

El afloramiento costero, estimado a partir del esfuerzo de viento presentó un comportamiento activo, predominando valores de IAC mayores a $200\text{ m}^3\text{ s}^{-1} \times 100\text{m}^{-1}$, desde Paita a San Juan de Marcona, a excepción de la zona frente a Callao, donde el IAC presentó valores menores a $100\text{ m}^3\text{ s}^{-1} \times 100\text{m}^{-1}$. En cambio, al sur de San Juan de Marcona, el IAC presentó valores menores a $200\text{ m}^3\text{ s}^{-1} \times 100\text{m}^{-1}$, como consecuencia de la ocurrencia de vientos débiles (Figura 14 c).

2.2. Aspectos oceanográficos físicos

2.2.1. Temperatura superficial del mar

La TSM en el Pacífico tropical oriental presentó valores de temperatura de 28 °C y superiores a 15 °C, en la zona oceánica frente al Golfo de Guayaquil y en la celda de afloramiento de Pisco-San Juan de Marcona, respectivamente.

En un contexto regional, el aporte de aguas relativamente frías procedentes de la costa norte del Perú a la región ecuatorial continuó durante este mes; asimismo, al norte del ecuador geográfico, las isoterma de 23 °C a 26 °C conformaron el frente ecuatorial, notándose un área homotérmica de 27 °C de considerable amplitud en la Cuenca Pacífica Colombiana (Figura 15 a). La Figura 15 b evidencia el enfriamiento anómalo del mar en sectores oceánicos de Talara hacia el norte, donde ocurrió el máximo enfriamiento (-2,5 °C), así como a lo largo del mar peruano, entre Talara a San Juan de Marcona, con la mayor intensidad entre Talara y Punta Falsa (-2,0 °C). Fuera de la costa frente a la zona central, así como cerca a la costa al sur de San Juan de Marcona, ocurrieron condiciones térmicas dentro del rango neutral con presencia de núcleos cálidos anómalos de intensidades leves y poco significativas.

En la franja adyacente a la costa, en el sector desde Tumbes hasta Talara, se detectó la proyección del frente ecuatorial desde el norte. El sector costero de Talara al sur, se caracterizó por presentar TSM menores a 21 °C, proyectándose las aguas costeras hacia mar adentro (frente a Paita en el norte y frente a la costa sur). Por el contrario, frente a Huarney continuaron presentes las isoterma de 20 °C y 21 °C con mayor proximidad a la costa (Figura 15 a), asociadas en parte con la presencia de una estructura de mesoescala (Figura 24 b).

A escala pentadal (Figura 16), fue notoria la reconfiguración del campo térmico asociado con el cambio estacional, destacando una permanente proyección del sector costero hacia mar adentro, proceso notable al sur de San Juan de Marcona donde la isoterma de 20 °C se replegó 600 mn mar adentro entre la primera pentada (Figura 16 a) y la última (Figura 16 f). Asimismo, fue significativo el enfriamiento en sectores adyacentes a la costa central y especialmente en la celda de afloramiento de Pisco a San Juan de Marcona; en este último sector la TSM disminuyó 2 °C entre la primera (Figura 16 a) y última pentada (Figura 16 f). En términos de anomalías, el sector evaluado evidenció enfriamiento anómalo que alcanzó su máxima cobertura en la quinta pentada (Figura 17 e), y una máxima intensidad en la tercera (Figura 17 c) y cuarta (Figura 17 d) pentadas, donde la anomalía de TSM alcanzó hasta -4 °C. El calentamiento anómalo en el sector al norte de Talara fue consolidándose con el transcurso del mes, especialmente en la segunda quincena, asociado con la incursión de aguas cálidas del norte (+ 2 °C; Figuras 17 e, f).

La diferencia semanal de la TSM (Figura 18) indicó un enfriamiento de Paita al sur, especialmente a mediados de mes (Figuras 18 c, d) para luego disminuir y no presentar mayores variaciones (Figuras 18 e, f). Al norte de Paita, por el contrario, ocurrió calentamiento alcanzando máxima cobertura e intensidad entre la segunda y tercera semanas (Figura 18 d), declinando posteriormente.

Las variaciones latitudinales de las anomalías térmicas en la franja de ~111 km adyacente a la costa (Figura 19 a) indicaron, en promedio, la disminución de la TSM en 1-2 °C con respecto al inicio del mes, presentando, en promedio, enfriamiento anómalo de Paita a San Juan de Marcona y condiciones neutras de este último punto al sur; una condición contraria se presentó de Talara al norte (Figura 19 b).

En el litoral, la información disponible (Tabla 1, Figura 20), la TSM y las ATSM para las estaciones costeras variaron entre 27,5 °C (Tumbes) y 16,2 °C (Callao), mientras que, las anomalías térmicas oscilaron entre -1,1 °C (Paíta) y +1,6 °C (Tumbes). En las demás estaciones, la ATSM se presentaron dentro del rango neutral.

2.2.1.1. Índices climáticos y oceánicos

Las series de tiempo de los índices climáticos LABCOS, ITCP, ICEN (Takahashi, et al. (2014), y ONI (Trentberth, 1997) se presentan en la Tabla 2 y en la Figura 21.

El valor preliminar para la primera componente principal del ITCP en junio fue -0,7; los últimos valores estimados fueron -0,5 (mayo), -0,3 (abril), -0,3 (marzo), -0,2 (febrero) y -0,1 para enero de 2020, indicando una tendencia de enfriamiento del mar peruano (Figura 21 c). A escala regional (Niño 1+2), el ICEN presentó un valor de +0,01 para mayo y un valor preliminar de -0,37 para junio, manteniendo una tendencia a enfriamiento desde marzo 2020 (Figura 21 b). Para el Pacífico central (Niño 3.4), el valor preliminar del ONI fue -0,29 en junio, presentando también una tendencia a la declinación desde febrero 2020 (Figura 21 a).

2.2.2. Salinidad superficial del mar

Según el producto Mercator Ocean, la salinidad superficial del mar (SSM) continuó mostrando la presencia de ATS (SSM < 34,0 ups) de Tumbes hacia el norte y de AES (SSM < 34,8 ups) hasta Talara, prevaleciendo zonas de mezcla con predominancia de las ASS ($\geq 35,1$ ups) entre Talara y Punta Falsa. Entre Punta Falsa y Chicama, así como de San Juan de Marcona al sur, se observaron proyecciones de ACF (SSM entre 34,9 y 35,1 ups) hacia mar adentro, propiciando mezcla con ASS a mayor distancia de la costa. Las ASS se mantuvieron cerca de la costa principalmente entre Huanchaco y Pisco (Figura 22).

Contrastando la información del producto Mercator Ocean con la información del Crucero de Evaluación de Recursos Demersales 2020-06, realizado en junio, la proyección de las ASS hasta la costa norte propició inclusive mezcla con ATS fuera de las 20 m.n. frente a Zorritos; mientras que, las AES se presentaron hasta Talara con predominio de aguas de mezcla (ASS+AES) entre Tumbes y Punta Falsa. Hacia el sur y por dentro de las 20 m.n. predominaron las ACF.

A nivel pentadal (Figura 23), la intromisión costera de las ATS hasta Tumbes y la proyección de ACF al sur de Pisco, se habría mantenido durante todo el mes; mientras que, la proyección de las ASS hacia la costa norte ocurrió principalmente entre la cuarta y sexta pentadas (Figura 23 d-f).

2.2.3. Nivel del mar

Las ANM promedio durante junio (Figura 24 b) en comparación al mes de mayo (Figura 24 a), presentaron valores ligeramente superiores frente a la costa norte variando entre +5 cm y +7 cm, con un aumento de +2 cm desde Tumbes hacia el norte, respecto a mayo. Frente a la costa centro y sur se observó un incremento de las ANM, especialmente entre Huarmey y Callao con la presencia de un núcleo de hasta +12 cm y frente a Atico e Ilo con una ANM de hasta +10 cm. Por fuera de los 200 km en cambio se observó la disminución del eje de ANM positivas de hasta +14 cm observado en mayo (Figura 24 a), a valores entre +2 cm y 6 cm (Figura 24 b).

A escala pentadal se pudo notar que el núcleo de +12 cm entre Huarmey y Callao estuvo asociado a la presencia de un remolino anticiclónico localizado próximo a la costa durante la primera y segunda pentadas (Figura 25 a y b), movilizándose hacia el oeste y ubicándose por fuera de los 100 km en la segunda quincena del mes (Figura 25 d-f). Durante la última pentada se registró una disminución sustancial de las ANM frente a la costa peruana, predominando ANM de +5 cm (Figura 25 f).

En cuanto a la actividad de mesoescala, se detectaron en promedio entre 6 y 10 remolinos por día, valores por debajo de lo registrado el mes anterior, con un ligero predominio de los remolinos anticiclónicos (54 %) sobre los ciclónicos (Figura 26 a). El radio de estas estructuras en promedio tuvo un comportamiento oscilante con una tendencia a aumentar, desde 68 km a inicios de mes hasta 81 km durante la última semana (Figura 26 b). Comportamiento similar presentó la energía cinética promedio (Figura 26 c), aumentando de $206 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-2}$ a $246 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-2}$; este aumento estuvo asociado a una mayor presencia de remolinos anticiclónicos durante la segunda quincena del mes localizados frente a Huanchaco, Pisco y Atico, además del remolino anticiclónico de gran tamaño ($> 100 \text{ km}$) localizado entre Huarmey y Callao que se mantuvo durante todo el mes. Resaltó además la presencia de un remolino ciclónico frente a San Juan de Marcona con un radio promedio de 100 km y presente durante todo el mes de junio.

En el área próxima a la Isla Galápagos ($0,125^\circ\text{S}$, $90,125^\circ\text{W}$), las ANM (Figura 27 a) las ANM presentaron un comportamiento fluctuante alrededor de los +5 cm, con un descenso durante la quincena del mes llegando hasta +2,5 cm, seguido de un ascenso paulatino alcanzando un pico de +6 cm el 27 de junio. Sin embargo, estas ANM con un filtro de 120 días presentaron valores que oscilaron entre $\pm 2 \text{ cm}$ (Figura 27 b). La variación temporal de las ANM (Figura 27 a) dentro de las 60 m.n. del litoral peruano, tanto en las franjas al norte (5°S a 14°S) como al sur (14°S a 18°S) de la costa peruana, mostró una tendencia al descenso, aunque con un filtro de 120 días se puede notar que el descenso fue ligeramente más notorio frente a la costa norte (Figura 27 b).

En la franja de 60 m.n. (111 km) adyacente a la costa entre el ecuador geográfico y 22°S , las ANM (Figura 28 a) en la primera quincena se mantuvieron o descendieron en el norte, mientras que ascendieron frente a la zona central y sur, respecto a mayo. Durante la segunda quincena del mes, al norte de Paita se detectó un incremento de las ANM, asociado a la proyección de las ATS y AES desde el norte, alcanzando un valor máximo de +3 cm (cerca de la zona ecuatorial), mientras que frente a la costa central y sur las ANM volvieron a descender.

2.2.4. Secciones oceanográficas

Frente a Paita (Figura 29 a), dentro de las 50 m.n., la columna de agua mostró el predominio de condiciones frías encima de los 400 m, con anomalías inferiores a -1°C , sobre los 100 m y entre 250 y 330 m. La distribución halina evidenció aguas de mezcla (ASS y ACF) sobre los 50-60 m y ligeras anomalías positivas principalmente sobre los 50 m; mientras que, entre los 50 y 500 m, predominó una condición neutra. La velocidad geostrofica indicó flujos hacia el norte, asociado a la Corriente Costera Peruana (CCP), con velocidades de hasta 20 cm s^{-1} en la capa superficial por fuera de las 40 m.n.; mientras que, adyacente a la plataforma y el talud, se localizaron flujos muy débiles hacia el sur, con valores cercanos a cero.

Frente a Chicama (Figura 29 b), la TSM varió de $15,7^\circ \text{C}$ a $18,6^\circ \text{C}$ con anomalías que fluctuaron de $-1,2^\circ \text{C}$ a $-1,6^\circ \text{C}$, observándose el predominio de condiciones frías dentro de las 80 m.n. Además, se presentó una débil termoclina definida por fuera de las 60 m.n.; sin embargo, encima de los 330 m se detectaron anomalías térmicas negativas, con un núcleo de -2°C por fuera de las 40 m.n. y entre los 30 y 60 m.

Al igual que frente a Paita estas anomalías térmicas negativas señalan el efecto persistente de la onda Kelvin fría que arribó en mayo. Las concentraciones de sales indican una ligera presencia de ASS (fuera de las 70 m.n.), aguas de mezcla (entre 70 y 40 m.n.) y ACF (dentro de las 40 m.n.), en la capa superficial. En promedio las anomalías halinas indicaron condiciones neutras con anomalías negativas ($< -0,5$ ups) entre los 50 y 350 m. La velocidad geostrófica hacia el norte, con velocidades de 5 cm s^{-1} , se localizó dentro de las 20 m.n.; mientras que, por fuera de las 30 m.n., se observó flujos hacia el sur sobre los 100 m y con velocidades de hasta 10 cm s^{-1} en su núcleo. Sobre el talud continental los flujos fueron muy débiles con valores próximos a cero.

2.2.5. Estaciones fijas costeras

El monitoreo de la columna de agua costera (< 100 m) en las estaciones fijas de Paita (14 de junio), Chicama (24 de junio) y Callao (2 de junio) mostró el ascenso de las isotermas de 15 y 16 °C, siendo su posición la más somera en lo que va del año y también respecto a junio de 2019 (Figura 30).

Respecto a las anomalías de temperatura, se detectó valores negativos en toda la columna de agua en Paita y Chicama, con valores de hasta $-1,0$ °C sobre los 35 m y 60 m, respectivamente, asociado al paso de la onda Kelvin fría que arribó en mayo (ENFEN, 2020a; ENFEN 2020b). Por su parte, la estación Callao evidenció valores de temperatura de acuerdo con su estacionalidad, sobre los 90 m (Figura 31). En Paita, Chicama y Callao los registros de salinidad y temperatura evidenciaron el predominio de aguas de mezcla entre ASS y ACF (Figura 32).

2.2.6. Variabilidad de alta frecuencia registrada en flotadores ARGO

En base a la información de alta frecuencia de las boyas ARGO se analizó los datos de temperatura y salinidad en la columna de agua frente a la costa peruana. A partir de los datos de temperatura se calculó la anomalía de temperatura en base a la climatología de temperatura desarrollada por IMARPE (1981 – 2010). En la boya ubicada a 70 m.n. de la costa frente a Talara ($\sim 82,4^{\circ}\text{W}$ y $\sim 4,3^{\circ}\text{S}$) se detectó el ascenso de las isotermas de 15 °C y 16 °C, registrándose anomalías térmicas negativas sobre los 100 m, con valores de $-1,0$ °C en promedio sobre los 60 m, asociados al paso de la onda Kelvin fría. Por otro lado, a fines de junio, los valores de salinidad sobre los 20 m evidenciaron la presencia de AES, algo atípico para la época (Figura 33).

En la boya ARGO ubicada a 120 m.n. frente a Chimbote ($\sim 80,5^{\circ}\text{W}$ y $\sim 9,3^{\circ}\text{S}$) se observó asimismo un ascenso de las isotermas entre 14 °C y 18 °C durante todo el mes. Sin embargo, durante la primera quincena se detectó anomalías positivas sobre los 70 m, asociadas a la presencia de un remolino anticiclónico con una mayor influencia de ASS para la época, mientras en la segunda quincena las anomalías de temperatura disminuyeron al rango neutral, en promedio (Figura 34).

2.2.7. Forzamiento remoto y variabilidad local

Frente a Paita, para el mes de junio, la posición de la isoterma de 15 °C se ubicó entre 90 m y 100 m de profundidad, con una anomalía entre -10 m y -40 m, lo que indicó una superficialización mayor a lo habitual. La iso-oxígena de 1 mL L^{-1} se localizó entre 90 a 100 m de profundidad, que representó unos 45 m por encima de su posición habitual para la época (Figuras 35 b, c, d, e). De igual forma frente a Chicama para el mes de junio, la posición de la isoterma de 15 °C se ubicó a 50 - 60 m de profundidad, con una anomalía entre -40 m y -60 m, lo que indicó una superficialización mayor a lo habitual. La iso-oxígena de 1 mL L^{-1} se localizó a 40 m de profundidad, entre 40 a 50 m por encima de su posición habitual para la época (Figuras 36 b, c, d, e).

Esta posición más somera de la isoterma de 15 °C e iso-oxígena de 1 mL L⁻¹ frente a Paita y Chicama está asociada al arribo de la onda Kelvin fría de mayo cuyo efecto se extendió hasta el mes de junio (ENFEN, 2020 a; ENFEN 2020 b), indicada a través de la anomalía de profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacífico ecuatorial (Figura 35 a).

La serie de tiempo de la anomalía de profundidad de la isoterma de 15 °C integrada de 0 a 100 m.n. para Paita y Chicama, indicó para el mes de junio una posición de 20 m y 50 m por encima de su posición climatológica, respectivamente; mientras que, para la iso-oxígena de 1 mL L⁻¹ para Paita y Chicama indicó una anomalía de hasta una posición de 50 m y 55 m por encima de su climatología, indicando una termoclina y oxiclina más superficial; lo cual posiblemente se asocie a un debilitamiento de la corriente de Cromwell o extensión sur de la Contracorriente Ecuatorial Sub-superficial (Figura 37).

2.2.8. Aspectos biogeoquímicos y de productividad

2.2.8.1. Oxígeno

La sección Paita mostró sobre los 25 m valores de 2,0 a 3,0 mL L⁻¹ de oxígeno disuelto, registrando la elevación de la iso-oxígena de 2,0 mL L⁻¹ cerca de la zona costera asociado a la surgencia. El límite superior de la ZMO (0,5 mL L⁻¹), se registró desde los 140 m a 160 m de profundidad (Figura 29 a), a diferencia de abril 2020 donde este alcanzó hasta los 210 m.

La sección Chicama mostró un gradiente intenso con las iso-oxígenas de 5,0 a 1,0 mL L⁻¹ sobre la capa de los 25 m, registrando las iso-oxígenas de 4,0 a 2,0 mL L⁻¹ en la superficie por efecto del afloramiento dentro de las 40 m.n. de costa. El límite superior de la ZMO, fluctuó entre los 40 m a 50 m de profundidad y se evidenció un flujo subsuperficial hacia al sur con un núcleo de oxígeno disuelto de 0,5 mL L⁻¹ entre las 55 a 70 m.n. y entre los 50 a 90 m de profundidad (Figura 29 b).

2.2.8.2. Productividad

La concentración de clorofila-a satelital mensual durante junio presentó una disminución respecto al mes de mayo. Predominaron concentraciones entre 1 µg L⁻¹ y 2 µg L⁻¹ entre Paita y San Juan dentro de las 50 m.n., con una proyección hasta las 150 m.n. entre los 6°S a 7°S; mientras que, al sur de San Juan hasta Ilo se encontraron valores alrededor de 3 µg L⁻¹ (Figura 38 a). Dentro de las 40 m.n., durante los primeros 10 días de junio, predominaron anomalías positivas a lo largo de la costa (+1 mg m⁻³ a +3 mg m⁻³), las cuales persistieron solo al sur de San Juan durante el resto del mes. Entre San José y Chicama, anomalías positivas de +1 mg m⁻³ persistieron durante todo el mes de junio en la zona oceánica (Figura 38 b).

El promedio pentadal dentro de las 60 m.n. y entre 6°S a 16°S, nos indica que se han presentado anomalías positivas durante los primeros días de junio, en especial durante la primera pentada (~+1,5 µg L⁻¹), para luego presentar durante el resto del mes concentraciones cercanas a su valor climatológico a anomalías ligeramente negativas (Figura 39 a). Latitudinalmente, en la franja costera predominaron condiciones neutras durante todo el mes, a excepción de la primera semana entre los 7°S a 8°S (+3 µg L⁻¹) y al sur de 14°S durante todo el mes (+1 µg L⁻¹) (Figura 39 b).

En promedio, el límite mesotrófico ($2,5 \mu\text{g L}^{-1}$) presentó núcleos cercanos a las 200 m.n. frente a Chicama y Cerro Azul como distancia máxima; sin embargo, como frente más continuo se ubicó a la iso-línea de $2,5 \mu\text{g L}^{-1}$ desde la zona costera de Zorritos hasta a las 40 m.n. de Pisco. La distribución de la iso-línea de $2,5 \mu\text{g L}^{-1}$ se puede apreciar asociada mayormente a las isotermas de $21 \text{ }^\circ\text{C}$ (al norte de Salaverry) o inferiores de $17,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (al sur de Huacho) (Figura 39 c).

La cantidad de luz incidente que varía por la presencia de nubes influye en el crecimiento de fitoplancton y la producción de clorofila-a. La fracción de nubes (%) para este mes estuvo alrededor de su valor promedio o con anomalías ligeramente positivas entre San José y Callao; mientras que, frente a Paita y al sur de Pisco se presentaron anomalías negativas entre -10 % a -20 % dentro de las 60 m.n. (Figura 40 a).

La disminución de la productividad respecto al mes anterior se encontró asociada a su ciclo estacional (Figura 39 a), que corresponde a una mayor nubosidad; sin embargo, las anomalías positivas, principalmente en la zona sur, se asociaron a anomalías negativas de la fracción de nube (Figura 40 a). Por otro lado, la distribución costa-océano de la clorofila-a se vio influenciada por la presencia de remolinos anticiclónicos que transportan propiedades desde la costa al océano (Figura 40 b); además la aparición de anomalías positivas en la zona oceánica sugiere el efecto de una onda Rossby de afloramiento formada por reflexión de la onda Kelvin fría.

2.2.9. Otras Observaciones

Como fue mencionado más arriba, del 1 al 26 junio del 2020 se realizó el Crucero de Evaluación de Recursos Demersales 2020-06 a bordo del BIC Humboldt, el cual abarcó la zona comprendida entre Puerto Pizarro ($3^\circ 30' \text{ LS}$) y Chicama ($7^\circ 44' \text{ LS}$), desde las 5 m.n. hasta las 80 m.n.

La superficie del mar, en el área de estudio, presentó valores de temperatura entre $15,7 \text{ }^\circ\text{C}$ a $25,1 \text{ }^\circ\text{C}$, con un promedio de $19,51 \text{ }^\circ\text{C}$. La distribución térmica presentó 10 isotermas ($16 \text{ }^\circ\text{C}$ a $25 \text{ }^\circ\text{C}$), observándose un mayor gradiente térmico al norte de Talara, asociado a temperaturas entre los $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y $25 \text{ }^\circ\text{C}$. En cambio, entre Paita y Chicama la distribución de la TSM fue homogénea con temperaturas alrededor de los $17 \text{ }^\circ\text{C}$. Esta distribución generó anomalías positivas de hasta $+3,9 \text{ }^\circ\text{C}$ Talara y el sur de Puerto Pizarro, así como anomalías negativas de hasta $-1,9 \text{ }^\circ\text{C}$ al sur de Talara (Figura 41).

Las concentraciones de sales variaron de 33,410 a 35,115 ups, con un promedio de 34,885 ups. Se detectaron las ATS, con salinidades menores a 33,8 ups, dentro de las 15mn frente a Puerto Pizarro; las AES, que se ubicaron de Talara a Punta Sal con salinidades de 34,6 a 34,8 ups; las ACF, ubicadas dentro de la franja de 15 m.n. desde Paita a Chicama; y, las ASS, que se localizaron por fuera de las 60 m.n. de Chicama y finalmente, aguas de mezcla de entre ASS y ACF, al sur de Paita. Asimismo, se detectaron anomalías negativas de salinidad frente a Puerto Pizarro, aunque también, fuera de las 30 m.n. se observó un núcleo con anomalías positivas ($+0,2$ ups) posiblemente debido a la proyección desde el suroeste de las ASS; el resto del área se mantuvo en una condición neutra (Figura 42).

Respecto a la distribución de oxígeno disuelto, en la superficie se encontraron concentraciones de $1,83$ a $5,81 \text{ mL L}^{-1}$, con un valor promedio de $4,49 \text{ mL L}^{-1}$. Los valores de oxígeno superiores a 5 mL L^{-1} se encontraron asociados a la presencia de las ATS, AES y ASS, ubicados al norte de Talara y por fuera de las 30 m.n. de Chicama. Los valores menores a 3 mL L^{-1} se registraron frente a Paita, Punta La Negra y Chicama, señalando recientes procesos de afloramiento costero (Figura 43).

Por último, respecto al fondo marino, la temperatura presentó valores de 7,46 °C a 19,42 °C con un promedio de 13,84 °C. La distribución térmica cerca al fondo siguió un gradiente batimétrico, conforme con lo esperado. La distribución halina presentó valores entre 35,115 ups y 33,410 ups. En general, las más altas concentraciones se encontraron sobre la plataforma, con valores alrededor de los 35,0 ups, y las más bajas concentraciones (menores a 38,8 ups) en las zonas más profundas adyacentes al talud. El oxígeno de fondo registró valores comprendidos entre 0,03 y 2,22 mL L⁻¹, con un promedio de 0,24 mL L⁻¹. Las mayores concentraciones (> 1 mL L⁻¹) de oxígeno se localizaron cerca de la costa al norte de Paita, ampliando su distribución ligeramente al norte de Punta Sal. Sin embargo, fueron las concentraciones menores a 1 mL L⁻¹ las que predominaron en la zona comprendida por el crucero, principalmente al sur de Punta Falsa donde estas se mantuvieron alrededor o debajo de 0,5 mL L⁻¹, siendo las menores las del fondo sobre la plataforma externa o el talud continental (Figura 44).

3. INDICADORES ECOLÓGICOS Y BIOLÓGICO-PESQUEROS

3.1. Indicadores de masas de agua, volumen y composición del plancton

3.1.1. Fitoplancton

Paita

En la sección Paita no se determinaron indicadores típicos de masas de agua (Figura 45 a); sin embargo, se registró una comunidad conformada por diatomeas de afloramiento, de fases iniciales (*Chaetoceros lorenzianus*, *Detonula pumila*) a intermedias de sucesión (Grupo *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Lithodesmium undulatum*, *Thalassionema nitzschioides*) asociadas a diatomeas de aguas cálidas como *Thalassiosira partheneia*, *C. wailesii* y dinoflagelados termófilos como *Pyrocystis noctiluca*, *Protoperidinium grande*, *Dinophysis tripos*, *Ceratium hexacanthum*, denotando la presencia de aguas de mezcla.

El volumen de plancton fluctuó entre 0,113 mL m⁻³ (8 m.n.) y 0,332 mL m⁻³ (50 m.n.) asociados a TSM de 16,3 °C y 17,6 °C, respectivamente (Figura. 46 a). El promedio mensual del volumen de plancton fue de 0,207 mL m⁻³. En el volumen, predominó el zooplancton a 5, 8 y 50 m.n. y solo a 11 m.n. predominó el fitoplancton.

En la estación fija de Paita, en la primera quincena de junio no se encontraron indicadores biológicos de masas de agua. La comunidad fitoplanctónica estuvo caracterizada por una abundancia destacable de la diatomea central *Coscinodiscus granii*, asociada a algunas diatomeas de afloramiento y neríticas como *Detonula pumila*, *Ch. lorenzianus*, *Lithodesmium undulatum*, *T. nitzschioides*, con algunos dinoflagelados cosmopolitas, además de los termófilos como *Dinophysis cuneus* y *P. grande*, evidenciando aguas de mezcla.

Chicama

El muestreo frente a la sección Chicama se realizó el 24 de junio de 2020. Los volúmenes de plancton fluctuaron entre 0,287 mL m⁻³ (5 m.n.) y 9,175 mL m⁻³ (30 m.n.), con un promedio de 2,616 mL m⁻³. El fitoplancton predominó en las estaciones a 15 mn, 30 m.n. y 45 m.n. (Figura 46 b). La primera estación (5 m.n.) presentó una co-dominancia entre fitoplancton y zooplancton. La predominancia de fitoplancton se observó en las estaciones entre las 15 m.n. y 45 m.n.; mientras que, el zooplancton predominó en las dos estaciones restantes. La estación cercana a costa presentó la mayor abundancia de las diatomeas *Coscinodiscus perforatus* y *C. centralis*.

Entre las 15 m.n. y 45 m.n. resaltó la predominancia de diatomeas formadoras de cadena como *Lithodesmium undulatum*, *Thalassiosira angulata*; y especies del género *Chaetoceros*, como *Ch. affinis*, *Ch. didymus*, y en especial *Ch. debilis* que se registró con categoría de “Abundante”. Entre las 45 m.n. y 80 m.n. se observó la presencia de especies termófilas como *Guinardia striata*, *Proboscia alata v. indica*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Goniodoma polyedricum*, *Ceratium gibberum* y *Tripos massiliensis* (Figura 45 b).

Callao

El 02 de junio, se ejecutó el muestreo en la Estación Fija de Callao, ubicada a 8 m.n., que continuó registrando a *P. obtusum*, especie indicadora de ACF (Figura 45 c). En relación al volumen de plancton se observó un incremento del volumen de plancton a $0,55 \text{ mL m}^{-3}$, así como una recuperación de la predominancia del fitoplancton, con respecto al verano 2020.

La composición especiológica fue determinada por una abundancia destacable del dinoflagelado *Protoperidinium depressum*, asociada a diatomeas de aguas cálidas como *C. granii* y del Grupo *P. delicatissima*, además de diatomeas pennadas como *Thalassionema nitzschioides*. Cabe indicar que durante junio han persistido las ASS más cerca a la costa central de lo habitual entre los 8° y 14°S (Figuras 22, 23), lo que habría permitido el desarrollo de las diatomeas de aguas cálidas como *C. granii* junto a una mayor abundancia relativa de *P. depressum*. *C. granii*, tolera un amplio rango de temperaturas (Kraberg et al., 2010) y salinidades (Baudin, 1980). Asimismo una salinidad e intensidad de luz incrementadas promovería la reproducción sexual (Schmid, 1995) y las proliferaciones de dicha especie suelen estar favorecidas por ciertas condiciones de estratificación.

3.1.2. Zooplancton

Paita

En la sección Paita, se determinó al copépodo *Centropages brachiatus* indicador de ACF y a las especies *Oncaea conífera*, *Mecynocera clausi*, *Ischnocalanus plumulosus* y *Acartia danae*, copépodos asociados a ASS, todos ellos distribuidos en toda el área evaluada, con abundancias que fluctuaron entre 5 y 12 Ind 100m^3 y entre 1 y 13 Ind 100m^3 , respectivamente. El copépodo *C. furcatus* indicador de AES se determinó a 10 m.n. y 50 m.n. de la costa con valor de 2 y 15 Ind 100m^3 , respectivamente (Figura 47 a).

Frente a Paita se determinó huevos de “merluza” localizados dentro de las 10 m.n. de la costa con valores de 61 y 58 huevos 100m^3 , en tanto que larvas de anchoveta (*Engraulis ringens*) solo se observaron a 50 m.n., con valor de 1 larva 100m^3 .

Chicama

Frente a Chicama se determinó la presencia del copépodo *Centropages brachiatus*, especie indicadora de ACF, distribuido en toda la sección, registrando abundancias entre 12 y 47 463 Ind 100m^3 . El copépodo *Oncaea conífera*, especie indicadora de ASS, se localizó a 80 m.n. de la costa con valor de 23 Ind 100m^3 (Figura 47 b).

Con relación al ictioplancton, frente a Chicama se determinaron huevos y larvas de anchoveta, los primeros estados distribuidos en casi toda el área prospectada, con abundancias que oscilaron entre 2 y 4028 huevos 100m^3 ; mientras que, las larvas se localizaron a 45 m.n. y 60 m.n., con valor de 24 y 1004 larvas 100m^3 , respectivamente.

Asimismo, se encontraron huevos de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) y larvas de caballa (*Scomber japonicus*); el primero ubicado a 15 m.n. de la costa, con valor de 28 huevos 100m³, mientras que los segundos fueron determinados a 45 m.n. y 60 m.n., con abundancia de 5 y 32 larvas 100m³.

3.2. Condiciones biológico – pesqueras de los recursos pelágicos

3.2.1. Anchoveta (*Engraulis ringens*)

Al 30 de junio, la captura de la anchoveta en la región centro-norte ascendió a 1 876 840 toneladas (t) correspondiente al 77,8 % de la cuota establecida por la R.M. N°147-2020-PRODUCE (Figura 48).

Durante junio la distribución de la anchoveta presentó un desplazamiento al norte respecto al mes anterior, asociado al cambio en las condiciones oceanográficas (Figura 49).

3.2.1.1. Distribución, capturas, tallas

La anchoveta se distribuyó desde Punta Falsa hasta Bahía Independencia formando agregaciones que se mantuvieron principalmente dentro de las 40 m.n. de distancia a la costa, a excepción de la zona frente a Chimbote donde se extendió hasta las 60 m.n. Las mayores capturas fueron registradas frente a la zona entre Pimentel y Malabrigo, Chimbote y Callao. Se observaron agrupaciones con modas principales de adultos en 13,0 cm de LT desde Punta Falsa a Huarmey. Mientras que, hacia el sur de Huarmey se registró estructuras por tallas polimodales en 12,0 cm, 11,0 cm y 10,0 cm de LT (Figura 50).

3.2.1.2. Indicadores reproductivos y somáticos

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock norte-centro mostró valores del IGS indicando el inicio del proceso de maduración gonadal; mientras que, la FD indicó aún una baja actividad desovante, de acuerdo con lo esperado para la época. El contenido graso de la anchoveta del stock norte-centro, mostró una disminución de su reserva energética respecto al mes de mayo, en concordancia a la condición reproductiva observada (Figura 51).

3.2.2. Jurel (*Trachurus murphy*) y Caballa (*Scomber japonicus*)

La cuota anual de pesca del jurel para la flota industrial se culminó durante el primer trimestre. Durante junio, la captura de caballa correspondió a pesca incidental de la flota cerquera dirigida a la pesca de anchoveta. La captura del jurel en la zona sur correspondió a la pesca artesanal (Figura 52).

3.2.3. Otras especies pelágicas

En junio, durante la primera temporada de pesca de anchoveta en la región norte – centro se registró como captura incidental a peces costeros y oceánicos e invertebrados de importancia comercial para el consumo humano directo (CHD). Dentro de los peces costeros y demersales se encontraron a la merluza (*Merluccius gayi peruanus*) y a la lorna (*Sciena deliciosa*); los recursos transzonales y oceánicos caballa y bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*). Los invertebrados capturados fueron pota (*Dosidicus gigas*), calamar (*Dorytheuthis (Amerigo) gahi*) y munida (*Pleurocondes monodon*).

La merluza fue registrada desde Pimentel hasta Casma; mientras que, los indicadores de aguas frías, pejerrey (*Odontesthes regia*) y múnida, se presentaron principalmente al sur de Pimentel. (Figura 53).

3.3. Condiciones biológico – pesqueras de los recursos demersales y litorales

3.3.1. Merluza (*Merluccius gayi peruanus*)

En el marco del Régimen Provisional de Pesca del recurso Merluza para el periodo 01 de julio 2019 – 30 junio 2020 (R.M. N° 290-2019-PRODUCE), durante el mes de junio la flota industrial arrastrera desembarcó un total de 2 669,1 toneladas y el total acumulado desembarcado fue 16 950,3 t, correspondiente al 28,8 % del límite máximo de captura total permisible (58 766 t) (Tabla 3).

Por otro lado, respecto a la distribución espacial de la flota arrastrera de merluza, se evidenció que ésta desarrolló sus actividades extractivas frente y al norte de Punta Sal (subárea A) región Tumbes y, entre el sur de Talara y Punta Gobernador (subáreas B y C) región Piura, centrándose el esfuerzo pesquero principalmente al norte de los 04°S (Figura 54 a). Durante el mes de junio, en todo el ámbito de pesca, se observó la típica estratificación latitudinal de tallas creciente de sur a norte. La talla media del recurso merluza presentó su mayor valor (33,3 cm) en la subárea A; mientras que, el menor se encontró en la subárea C (28,2 cm) (Figura 54 b). También se menciona que en las subáreas B y C el porcentaje de ejemplares menores a 28 cm de LT supero el 20 % permitido legalmente. La mayor concentración del recurso al extremo norte y con mayor proporción de individuos de tallas menores se debería al debilitamiento de los flujos subsuperficiales con dirección al sur (Figura 29 a).

3.3.2. Invertebrados

3.3.2.1. Calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*)

Los desembarques de calamar gigante alcanzaron 13,700 toneladas (t), mostrando un incremento en relación con el mes precedente y a junio 2019 (Figura 55 a). A nivel de localidades pesqueras, los mayores desembarques se realizaron en Paita (56,9 %), Chimbote (10,5 %), Los Chimus (4,7 %) y Pucusana (4,1 %).

3.3.2.2. Calamar común (*Doryteuthis gahi*)

El calamar común presentó desembarques preliminares de 91 t, registrándose un incremento en comparación con el mes precedente y disminución respecto a lo registrado en junio 2019 (Figura 55 b). A nivel de localidades pesqueras, el mayor desembarque se realizó en El Dorado (39,5 %), Culebras (13,3 %), Los Chimus (13,8 %) y Puerto Rico (18,6 %).

3.3.2.3 Pulpo (*Octopus mimus*)

El desembarque por la flota artesanal fue 21 t, presentando disminución en comparación con el mes precedente e incremento respecto a junio 2019 (Figura 55 c). Los mayores desembarques se realizaron en las localidades pesqueras de Puerto Rico (40,5 %), Callao (17,8 %) y Ancón (8,3 %).

3.3.2.4. Concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)

Se desembarcó 930 t (preliminar), mostrando un notable incremento comparado con el mes precedente y disminución con relación a junio del 2019 (Figura 55 d). A nivel de localidades pesqueras, el mayor desembarque se realizó en Parachique (58,8 %) y Las Delicias (38,8 %) de la Bahía de Sechura.

3.3.3. Recursos de la pesca artesanal

En la zona norte, en Tumbes, para junio las principales especies que registraron mayor desembarque fueron espejo (27 %), lomo negro (13 %), camotillo (12 %) y en menores proporciones chiri, falso volador, barracuda y otros recursos. En Piura, los desembarques estuvieron representados principalmente por pota (67 %) y en menores cantidades por anchoveta (13 %) y concha de abanico (6 %). Respecto a la descarga de pota, se resalta que en su mayoría fue procedente de zonas de pesca ubicadas frente a la región de Ancash. En Lambayeque, los desembarques estuvieron conformados principalmente por tollo común (61 %), seguido de cachema (8 %), lorna (7 %) y raya águila (5 %), entre otros recursos. El incremento del desembarque de tollo común, es por su disponibilidad, que se da generalmente en esta época, y a la ausencia de recursos tradicionales como coco, lorna, etc., haciendo que los pescadores que capturan estos recursos dirijan sus esfuerzos a la captura de los recursos que están disponibles, como el tollo común, en este caso. En la Libertad, las principales especies fueron el tiburón azul (22 %), machete (18 %), tiburón martillo (12 %), pota (10 %), coco (8 %), yuyo (6 %), entre otros. En general los desembarques de estas especies han mantenido una tendencia constante desde inicios del año, excepto el tiburón azul, machete y pota que aumentaron considerablemente para el mes de junio (Figura 56 a).

Respecto a la zona centro, en Ancash, los desembarques estuvieron representados principalmente por pota (76 %), además, en menor proporción por machete (8 %), pejerrey (7 %), entre otros recursos. En Lima, las principales descargas estuvieron conformadas por pota (83 %) y en menores cantidades por pejerrey (5 %), lorna (2 %), y otros recursos. En Ica, la actividad de la pesca artesanal aún está influenciada por la pandemia además de las malas condiciones ambientales que se presentan por estos meses. Sin embargo, se sigue tomando la información disponible, donde se registró desembarques principalmente de anchoveta (48 %) y bonito (40 %) y en menor proporción de pota (9 %), entre otros (Figura 56 b).

Finalmente, en la zona sur, en la región de Ica, en Arequipa, Moquegua y Tacna las actividades del sector pesquero artesanal aún siguen siendo influenciadas por la coyuntura del covid-19. Por su parte, en Arequipa, los desembarques estuvieron representados casi en su totalidad por jurel, con 77 % del total desembarcado en esta región, seguido de caballa y pota, entre otros recursos. En Moquegua, por jurel (61 %), caballa (9 %), tiburón azul (9 %), pota (8 %), choro (5 %) y otros recursos menores al 3 %. Finalmente, en Tacna, los principales recursos registrados fueron pota (53 %), tiburón azul (14 %), bonito (11 %) y otros recursos (menores al 1 %) (Figura 56 c)

3.3.4. Presencia de otras especies indicadoras

Se debe mencionar que debido a la coyuntura actual (pandemia), la obtención de los datos en el campo se ha visto reducida a partir del pasado 16 de marzo de 2020. Los datos y la información que a continuación se presentan reflejan solo algunas observaciones.

Durante el mes de junio 2020 se registró igual número de especies indicadoras que durante los meses de abril y mayo 2020 (4). En el norte y centro de Perú, se observó la presencia de 4 especies de aguas cálidas en las zonas de Pacasmayo (La Libertad) y Huacho (Lima). Las especies de aguas cálidas que se encontraron en La Libertad fueron “chiri lomo negro” *Peprilus snyderi* y “tollo mantequero” *Carcharhinus falciformis*, cuyos límites de distribución sur se encuentran en el norte de Perú y Tumbes, respectivamente. En Lima se registró “falso volador” *Prionotus stephanophrys* y “peje blanco” *Caulolatilus affinis*, cuyos límites normales de distribución sur son Islas Lobos de Afuera y Chimbote, respectivamente, pudiendo llegar ocasionalmente, ambas especies, hasta el Callao durante eventos cálidos (Tabla 4 y Figura 57). Los Laboratorios Costeros de Tumbes, Paíta y Santa Rosa no reportaron ninguna especie inusual para su jurisdicción.

4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES DEL PACIFICO ECUATORIAL Y FRENTE A LA COSTA PERUANA.

4.1 Pronósticos a gran escala de las agencias internacionales

En junio 2020, las anomalías de TSM estuvieron por debajo de su promedio climatológico en el Pacífico ecuatorial central y oriental pero dentro del rango neutro del El Niño Oscilación Sur (ENOS). La mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4) de las agencias internacionales (IRI, junio 2020) (Figura 58), pronostican valores negativos de las ATSM en el Pacífico ecuatorial central durante la primavera y el verano austral 2020. Cabe señalar que algunos modelos indicarían que los valores de las ATSM estarían alrededor del umbral hacia una condición débil de La Niña durante la primavera austral 2020.

Con respecto a los valores del pronóstico de la ATSM en la región Niño 3.4 para el periodo junio-agosto y julio-Setiembre, en promedio, los modelos dinámicos (17 modelos) tuvieron valores menores que los modelos estadísticos (8 modelos), de modo que los valores correspondientes a los modelos dinámicos y estadísticos para junio-agosto 2020 fueron $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente, mientras que para julio-setiembre 2020 fueron $-0,53\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Espacialmente, para el trimestre agosto-octubre 2020, en el Pacífico ecuatorial central los modelos de ECMWF y el modelo CFSv2 indican ATSM entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$; mientras que, el modelo NMME indica valores de ATSM entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para la región 3.4. Con respecto a la región Niño 1+2, los modelos de ECMWF y el modelo NMME indican valores entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que, el modelo CFSv2 pronostica valores promedio entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 59). Para el mismo periodo agosto-octubre 2020, en la franja costera frente al Perú, los modelos NMME y el modelo ECMWF pronostican valores de ATSM con un rango entre $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que, el modelo CFSv2 pronostica valores entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$; por otro lado, en la zona oceánica frente al Perú, los modelos ECMWF, CFSv2 y NMME pronostican ATSM con un rango entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.2 Propagación de ondas Kelvin

Según la simulación de un modelo de oceánico de complejidad intermedia (Illig et al., 2004; Dewitte et al., 2002) aplicado en el IMARPE y siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. 2017, y forzado hasta el 6 de julio del 2020 (Figura 60) indica que la onda Kelvin fría (modo 2) continúa su propagación y llegará al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en julio. Asimismo, la onda Kelvin fría (modo 1) fue reforzada por las anomalías de vientos del este en el Pacífico ecuatorial central y llegaría al extremo del Pacífico ecuatorial oriental en agosto.

Se espera que el efecto de estas ondas frías contribuya a mantener las condiciones frías anómalas frente a la costa peruana durante el invierno.

4.3 Pronósticos de la TSM frente a la costa del Perú

El modelo acoplado océano-atmósfera de complejidad intermedia del Pacífico tropical ecuatorial (Dewitte et al., 2002; Gushchina et al., 2000), siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017) que usa el ITCP como indicador, pronostica condiciones frías anómalas en la franja adyacente a la costa (Quispe-Ccalluari et al. 2018) con una tendencia a disminuir dentro del rango de la condición fría durante julio-octubre 2020. Por otro lado, de acuerdo con el modelo estadístico basado en el volumen de agua cálida ecuatorial (Matellini et al., 2007) y en el índice del APS, siguiendo la metodología descrita en Quispe-Ccalluari et al. (2017), se pronostica condiciones frías anómalas en la franja adyacente a la costa, pero dentro de una condición neutra durante julio-octubre 2020 (Figuras 61 y 62).

V. REFERENCIAS

- Abanto, M.R. 2001. Composición, distribución y abundancia de copépodos planctónicos marinos en la costa Norte - Centro (03°30' S - 14°00'S) frente al litoral Peruano entre los años 1980 y 1989. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas Universidad de Lima.
- Álamo, V. & V. Valdivieso. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Inst. Mar. Perú- Callao. Volumen Extraordinario: 205 pp.
- Anculle, T., D. Gutiérrez, A. Chaigneau, F. Chávez, 2015. Anomalías del perfil vertical de temperatura del punto fijo Paita como indicador de la propagación de ondas Kelvin. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1- 4, pp.: 8-10.
- Antonietti E., P. Villanueva, E. Delgado, & F. Chang. 1993. Dinoflagelados indicadores de El Niño 1991-92. Boletín ERFEN (N° 32-33): 20-24.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of analysis. 15th Edition, USA.
- Aronés, K.J. 1997. Distribución horizontal de los amphipodos (Crustacea) en el mar peruano durante el fenómeno "El Niño", verano de 1983. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. URP. Perú.
- Aronés, K. & Ayón, P. 2002. Effects of El Niño 1997-1998 on copepods community structure at San Jose Coastal Station (Peru). In: Salinas, S., Urban, H., Arntz, W. (Eds), Workshop impacts of El Niño and Basin scales climate changes on Ecosystems and Living Marine Resources: A comparison between the California and the Humboldt Current systems. Investigaciones Marinas, Chile, pp 104-105.
- Ayón, P. & Girón, M., 1997. Composición y distribución del zooplancton e ictioplancton frente a la costa peruana durante febrero a abril 1997. Informe del Instituto del Mar del Perú 127, 49-55.
- Ayón, P., Aronés, K. & Zarate, M., 1999. Variaciones en el comportamiento del copépodo calanoideo *Centropages brachiatus* (Dana, 1849), frente a la costa Peruana durante el evento El Niño 97-98. In: Tresierra, A, Culquichicon, Z., (Eds), VIII Congreso Latinoamericano sobre ciencias del Mar. 1999, Trujillo-Perú, pp 730-731.
- Baudin, J. P. 1980. A contribution to the ecological study of Mediterranean brackish water systems. 2. Populations of the Citis lagoon (Bouches du Rhone). Vie et milieu. Paris. 30(3-4): 303-308.
- Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwelling indices, west coast of North América, 1967-73. U.S. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS-SSRS-693: 113p.
- Barnard, J. & L. Karaman, G. S. 1991. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). Part 1. Records of the Australian Museum, Supplement. 13 (1): 1-417.
- Bentamy, A., D. Croize-Fillon, P. Queffeuilou, C. Liu y H. Roquet (2009), Evaluation of high-resolution surface wind products at global and regional scales, J. Ocean. Operational, 2 (2), 15-27.
- Boden B.P, Johnson M.W & Brinton E. 1955. The Euphausiacea (Crustacea) of the North Pacific. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California, La Jolla, Vol. 6, N° 8. pp. 282-394.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP. Argentina.
- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. 2:869-1706.
- Bouchon M., Ñiquen M., Arias Shreiber M., Bello R. 1997. Manual de Operaciones del Proyecto Bitácoras de Pesca. Inf. Prog. Inst. Mar Perú N° 74: 44 p.
- Bouchon M, Ñiquen M, Mori J, Echevarría A, Cahuín S. 2001. Manual de muestreo de la pesquería pelágica. Inf. Prog. Inst. Mar Perú – Callao. 157: 38pp.
- Brinton, E. 1962. The distribution of Pacific euphausiids. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 8 (2): 51-270.
- Buitrón, B., Perea, A., Mori, J., Sánchez, J. & Roque, C. 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.
- Cairns, D. 1987. Seabird as indicators of marine food supplies. Biological oceanography. 5: 261-271
- Carrasco S. 1989. Anfípodos planctónicos del área comprendida entre Paita y norte de Chimbote. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. URP. Perú.
- Castillo, R.; Gutiérrez, M.; Peralta, S.; Ganoza, F. 2009. Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos peruanos en primavera 2003. Inf. Inst. Mar Perú. Vol. 36, Números 1-2. p: 45-51.

- Chelton D.B., M.H. Freilich, J.M. Sienkiewicz & J.M. Von Ahn. 2006. On the use of QuikSCAT scatterometer measurements of surface winds for marine weather prediction. *Monthly Weather Review*. 134 (8): 2055–2071.
- Chirichigno, N. 1970. Lista de crustáceos del Perú. *Boletín IMARPE*, Lima, Perú. 70 pp.
- Chirichigno N. & Vélez J. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Instituto del Mar del Perú. *Publicación Especial*, Callao, 500 p.
- Chirichigno N. & Cornejo R.M. 2001. Catálogo Comentado de los peces marinos del Perú. *Publicación Especial Inf. Inst. Mar Perú*. 314 pp.
- Crawford, R.J.M. 1987. Food and population variability in five regions supporting large stocks of anchovy, sardine and horse mackerel. En: Payne, A.I.L., Gulland, J.A., Brink, K.H. (Eds). *The Benguela and comparable ecosystems*. S. Afr. J. Mar. Sci. 5:735 -757.
- Cupp E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps it. Oceangr.* 5: 1-237.
- Dewitte B, Gushchina D, duPenhoat Y, Lakeev S. 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.*, 29(14), 1666, 10.1029/2001GL014452.
- Domínguez N. et al. 2017. Climatología termo-halina frente a las costas del Perú. Periodo: 1981-2010. *Informe IMARPE* 44(1), pag. 5-13.
- Einarsson, H. & B. Rojas de Mendiola. 1963. Descripción de huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). *Bol. Inst. Invest. Recurs. Mar.* 1(1):1-23.
- Dioses T. 1995. Análisis de la distribución y abundancia de los recursos jurel y caballa frente a la costa peruana. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú-Callao (N°03)*. Disponible en: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/885/1/IP%203.pdf>
- Donlon, C. J, M. Martin, J. Stark, J. Roberts-Jones, E. Fiedler, W. Wimmer, 2012. The Operational Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) system. *Remote Sen. Env.*, 116, 140-158.
- Elliott W., Paredes F., Bustamante M. (1995). *Biología y Pesquería de tiburones de las Islas Lobos, Perú*. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú (N°16)*.
- ENFEN, 2020a. Comunicado Oficial ENFEN, N°. 07-2020, junio de 2020.
- ENFEN, 2020b. Comunicado Oficial ENFEN, N°. 08-2020, julio de 2020.
- Espinoza-Morriberon D., Echevin V., Colas F., Tam J., Ledesma J., Graco M., Vásquez L. 2017. Impact of the El Niño event on the productivity of the Peruvian Coastal Upwelling System. *Journal Geophysical Research Oceans*, 122 (7): 5423–5444, doi:10.1002/2016JC012439
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms, definitions and keys to the orders, families and genera. *Natural History Museum of Los Ángeles County: Los Ángeles, CA (USA), Science Series*. 28:1-188.
- Fischer W., F. Krupp, W. Scheneider, et al. (eds.). 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental*. Roma, FAO. Volumen II y III. 1199p.
- Folkens, P. & Reeves, R. 2002. *Guide to marine mammals of the world*. National Auubon Society, New York.
- García- Godos, A. 2001. Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. *Boletín Instituto del Mar del Perú* 20 (1-2). 83 pp.
- Gómez, O. 1972. Contribución al conocimiento de los copépodos de la costa peruana. Tesis de licenciatura, Facultad de biología. UNMSM. Perú.
- Graco M., Anculle, T., Chaigneau A., Ledesma J., Flores G., Morón, O., Monetti F. & D. Gutiérrez. 2020. Variabilidad espacial y temporal del oxígeno disuelto y de la ZMO en el sistema de afloramiento frente a Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú, Volumen Especial*. En prensa.
- Gushchina D, Dewitte B, Petrossians M A. 2000. A coupled ocean-atmosphere model of tropical Pacific: The forecast of the 1997-1998 El Niño Southern Oscillation. *Izvestiya atmospheric and oceanic physics*. 36(5): 533-554.
- Gutiérrez D., K. Aronés, F. Chang, L. Quipúzcoa & P. Villanueva .2005. Impacto de la variación oceanográfica estacional e interanual sobre los ensambles de microfitoplancton, mesozooplancton, ictioplancton y macrozoobentos de dos áreas costeras del norte del Perú entre 1994 y 2002. *Bol. Instituto Mar del Perú-Callao, Vol. 22 / N°. 1 y 2*.
- Guzmán, S. & P. Ayón. 1995. Larvas de peces del área norte del mar peruano. *Inf. Inst. Mar Perú*. 109:1-48.
- Halo, I., B. Backeberg, P. Penven, I. Ansonge, C. Reason & J. E. Ullgren. 2014. Eddy properties in the Mozambique Channel: A comparison between observations and two numerical ocean circulation models, *Deep Sea Res., Part II*, 100, 38– 53, doi:10.1016/j.dsr2.2013.10.015.

- Harrison, P. & Peterson, R. 1991. Seabirds: An Identification Guide: A Complete Guide to the Seabirds of the World. Houghton Mifflin Company, Boston.
- Hasle G. & Syvertsen E. E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (ed.). Identifying. Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383pp.
- Hendey, N.I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part V: Bacillariophyceae (Diatoms). Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Fishery Investigations, Series 4. Her Majesty's Stationery Office, London, 317 pp.
- Hobson, K.D. & Banse, K. 1981. Sedentariate and archiannelid polychaetes of British Columbia and Washington. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences, 209, 1–144.
- Hustedt F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Beucksichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angerzenden Meerresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971: 920 pp.
- Illig S, Dewitte B, Ayoub N, duPenhoat Y, Reverdin G, De Mey P, Bonjean F, Lagerloef G S E. 2004. Interannual long equatorial waves in the Tropical Atlantic from a high resolution OGCM experiment in 1981-2000, J. Geophys. Res. 109 (C2): C02022.
- Jiménez A., R. Marquina & L. Quipúzcoa. 2018. Anfípodos bentónicos Amphilochidea y Senticaudata) en el centro norte de la plataforma continental del Perú. Revista peruana de biología 25(4): 371 – 406. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i4.15531>
- Jordán, R. & Fuentes, H. 1966. Las poblaciones de aves guaneras y su situación actual. Inf. Inst. Mar Perú 10: 1- 31.
- 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, & D. Joseph. 1996. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–471.
- Kraberg, A., Baumann, M. and Durselen, C. D. 2010. Coastal Phytoplankton: Photo Guide for Northern European Seas. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munchen, Germany. 204.
- Lellouche, J.-M., Le Galloudec, O., Drévilion, M., Régnier, C., Greiner, E., Garric, G., Ferry, N., Desportes, C., Testut, C.-E., Bricaud, C., Bourdallé-Badie, R., Tranchant, B., Benkiran, M., Drillet, Y., Daudin, A., and De Nicola, C. 2013. Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, Ocean Sci., 9, 57-81.
- Moscoso, V. 2012. Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos del Perú. Bol Inst Mar Perú 27(1-2), 2012, 209 p.
- Moser, H. 1996. The Early Stages of Fishes in the California Current Region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Atlas N°33: 1505 pp.
- Matellini B, Tam J, Quispe C. 2007. Modelo empírico para previsión de la temperatura superficial del mar peruano. Rev. peru. biol. 14: 101-108.
- Majluf, P. & Trillmich, F. 1981. Distribution and abundance of sea lions (*Otaria byronia*) and fur seal (*Arctocephalus australis*) in Peru. Saugtierkunde 46, 384 – 393.
- Murphy, RC. 1936. Oceanic bird of South America. America Museum of Natural History. New York. 1245 pp.
- Ñiquen M., Bouchon M., Cahuin., Díaz E. (2000). Pesquería de anchoveta en el mar peruano. 1950-1999. Bol.Inst. Mar Perú: 117-123.
- Ocean Biology Processing Group. 2003. MODIS Aqua Level 3 Global Daily Mapped 4 km Chlorophyll a. Ver. 6. PO. DAAC, CA, USA. Dataset accessed [20YY-MM-DD].
- Ochoa, N., B. Rojas de Mendiola & O. Gómez. 1985. Identificación del fenómeno El Niño a través de los organismos fitoplanctónicos. In El Niño, su impacto en la Fauna Marina. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. extraordinario.
- Ochoa N. & Gómez O. 1987. Dinoflagellates as indicators of water masses during El Niño, 1982-1983. Journal of Geophysical Research, Vol. 92, N° C13, 14,355-14,367 pp.
- Ochoa N. & O. Gómez. 1997. Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. Boletín Instituto del Mar del Perú, vol. 16, n.º 2, pp. 1 – 60.
- Pujol, M.-I., Faugère, Y., Taburet, G., Dupuy, S., Pelloquin, C., Ablain, M., & Picot, N. 2016. DUACS DT2014: the new multi-mission altimeter data set reprocessed over 20 years, Ocean Sci., 12, 1067-1090, doi:10.5194/os-12-1067-2016.
- Quesquén, R. 2005. Moluscos holoplanctónicos heteropoda y pteropoda colectados en noviembre y diciembre de 1996 en el mar peruano. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Quesquén, R. 2017. Moluscos gasterópodos holoplanctónicos en el mar peruano recolectados entre 1994 y 2005. Boletín IMARPE: 32(2).

- Quispe, J. & L. Vásquez, 2015. Índice “LABCOS” para la caracterización de evento El Niño y La Niña frente a la costa del Perú, 1976-2015. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 1, Números 1-4, pp.: 14-18.
- Quispe-Ccalluari C, Tam J, Arellano C, Chamorro A, Espinoza-Morriberón D, Romero C & J Ramos. 2017. Desarrollo y aplicación de índices y simulaciones para la vigilancia y el pronóstico a mediano plazo del impacto del ENOS frente a la costa peruana. Inf Int. Mar Perú, 44(1): 28-34.
- Quispe-Ccalluari, C., J. Tam, H. Demarcq, A. Chamorro, D. Espinoza-Morriberón, C. Romero, N. Dominguez, J. Ramos y R. Oliveros-Ramos. 2018: An index of coastal thermal effects of El Niño Southern Oscillation on the Peruvian Upwelling Ecosystem. Int. J. Climatol.:1-11. <https://doi.org/10.1002/joc.5493>.
- Quiñones, J., González Carman, V., Zeballos, J., Purca, S., y Mianza, H. 2010. Effects of El Niño-driven environmental variability on black turtle migration to Peruvian foraging ground. Hydrobiología, 645(1), 69 -79.
- Reyes J.C. 2009. Ballenas, delfines y otros cetáceos del Perú. Una Fuente de Información. Squema-Ediciones. Lima. 159 pp.
- Reynolds, R. W., T. M. Smith, C. Liu, D. B. Chelton, K. S. Casey, & M. G. Schlax, 2007: Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature. Journal of Climate, 20, 5473–5496, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-14-00293.1>
- Rojas de Mendiola B., Ochoa N. & Gómez O. 1981. Los dinoflagelados como indicadores biológicos de masas de agua – Fenómeno El Niño 1972. Mem. Seminario sobre Indicadores Biológicos del Plancton. Instituto del Mar del Perú-UNESCO:54-73 p.
- Samamé M. 1993. Algunos aspectos de la biología y pesquería del bonito *Sarda chiliensis chiliensis* de la costa norte del Perú. Pag. 261-272. En: E. Castillo de Marrueda (Ed.) Memoria X CONABIO, 02-07 agosto 1992. Lima-Perú.
- Sánchez S. & E. Delgado. 2001. Programa de Monitoreo de Fitoplancton Potencialmente Tóxico en los bancos naturales y zonas de cultivo de mariscos de importancia económica de la costa peruana. V Taller de Floración de Algas Nocivas (FAN). Uruguay 15-18 octubre del 2001.
- Sandoval de Castillo, O. 1979. Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. Inf. Inst. Mar Perú-Callao N° 63: 61 p.
- Santander, H. 1967. Los euphausidos en la zona de Callao-Chimbote y la composición general del zooplancton en agosto de 1961. Tesis de Licenciatura, Facultad de Biología, UNMSM. Perú.
- Santander, H. & Carrasco, S. 1985. Cambios en el zooplancton durante El Niño 1982-1983 en el área de Chimbote. In: Aguilar AET (ed) I Congreso Nacional de Biología Pesquera, Trujillo, 201-206 pp.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1969. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, *Merluccius gayi* (guichenot) en la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú-Callao. 2 (3):80-126.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1971. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de jurel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en la costa peruana. Inst. Mar Perú-Callao. 36:23p.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1972. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de caballa, *Scomber japonicus peruanus* (Jordan y Hubbs) en la costa peruana. Inf. Esp. Inst. Mar Perú-Callao. N° 103:1-10.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1973. Estudios sobre las primeras etapas de vida de la anchoveta. Inf. Inst. Mar Perú. Callao 41:1-3.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1977. Variaciones en la intensidad del desove de la sardina, *Sardinops sagax sagax* (J) en la costa peruana en los años 1966-1973. Bol. Inst. Mar Perú. 3(3): 73-94.
- Santander H. & O. Sandoval de Castillo. 1979. El ictioplancton de la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú. 4(3): 69-112.
- Santander H., Luyo, G., Carrasco, S., Veliz, M. & Sandoval, O. 1981. Catálogo de zooplancton en el mar peruano, primera parte: Área Pisco-San Juan. Boletín Instituto del Mar del Perú. 6:1-75.
- Schaeffer P., I. Pujol, Y. Faugere, A. Guillot, N. Picot. 2016. The CNES CLS 2015 Global Mean Sea surface. Presentation OSTST 2016, http://meetings.avisos.altimetry.fr/fileadmin/user_upload/tx_ausyclsseminar/files/GEO_03_Pres_OSTST2016_MSS_CNES_CLS2015_V1_16h55.pdf(last access 2017/01/10)
- Schiller J. 1971. Dinoflagellatae (Peridinea) in monographischer Behandlung.1 Teil. En: L. Rabenhorst (ed) Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz., Vol. X Flagellatae, Section III3, Part. I. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, London: 617 pp.

- Schmid, A. M. M. 1995. Sexual reproduction in *Coscinodiscus granii* Gough in culture: a preliminary report. Proceedings of the thirteenth International Diatom Symposium, Maratea, Italy, 1st-7th September 1994. 139-159.
- Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'neil, J. & Parker, T. 2009. Aves del Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Lima, Perú.
- Sournia A. 1967. Le genre *Ceratium* (Peridinién Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiale. *Vie et Milieu*. 18 (2A-A): 375-580 pp.
- Steidinger K. & Tangen K. 1996. Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press, Inc. San Diego. 387-570pp.
- Sundström B. 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden: 196 pp.
- Tovar S. H & N. Galarza. 1984. Cambios en el régimen alimentario del Guanay (*Phalacrocorax bougainvillii* (Lesson)). *Boletín de Lima*, no. 35: 85-91.
- Tovar, S.H., V. Guillén & M.E. Nakama. 1987. Monthly population size of three guano bird species off Peru, 1953 to 1982. In *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change* (Daniel Pauly and Isabel Tsukayama, Eds.). Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschborn, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines. *ICLARM Studies and Reviews*, 15: 208-218.
- Tovar, S.H., D. Cabrera & V. Guillén. 1988. Predación de Piquero (*Sula variegata*: Aves Sulidae) sobre peces en el litoral peruano. In *Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano* (Horst Salzwedel and Antonio Landa, Eds.). *Boletín Instituto del Mar del Perú [Callao]*, Volúmen Extraordinario, pp. 329-333.
- Trenberth, K. 1997. The Definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78 (12): 2771 – 2777.
- Trigo, F. 2011. *Patología sistémica veterinaria*. 5ta edición. México D.F. México. 99-101pp.
- Trites, A. 1997. The role of pinnipeds in the ecosystem. Pinniped population, Eastern north Pacific: status, tren and issues. Stone, Goebles y Webster (Eds): 31 – 39. A symposium of the 127th Annual Meeting of the American Fisheries Society. Boston.
- UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacífico Oriental. Informes de la UNESCO sobre Ciencias del Mar. Informe final del Seminario-Taller realizado en el Instituto del Mar del Peru, Callao 11.
- Vanstreet, R.E., Adornes, A.C., Cabana, A.L., Neymeyer, C., Kolesnikovas, CKM., Dantas, G.P.M., Araujo, J., Catão-Dias, J.L., Gronch, K.R., Silva, L.A., Reisfeld, R.C., Bradaõ, M.L., Xavier, M.O., Viera, O.A.G., Serafini, P.P., Baldassin, P., Canabarro, P.L., Hurtado, R.F., Silva-Fiho, R.P., Campos, S.D.E., Ruoppolo, V. 2011. *Manual de campo para a colheita e armazenamento de informações e amostras biológicas provenientes de pinguins de Magalhães (Spheniscus magallenicus)*. São Paulo Brasil. Centro de Pesquisa e Conservação de aves silvestres. 62 p.
- Vazzoler A E. 1982. *Manual y métodos para estudios biológicos de populacoes de Peixes*. Reproducción y Crecimiento. CNP/PN2, 108 pp.
- Véliz, M. 1981. Sifonóforos como posibles indicadores biológicos. En: *Memorias del Seminario sobre indicadores planctónicos del plancton*. IMARPE. Callao-Perú, 8-11 setiembre 1980. UNESCO. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. Montevideo-Uruguay.
- Zuta, S. & O.G. Guillén. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú* (2): 157-324.

VI. RECONOCIMIENTOS

The Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSSST) Multi-scale Ultra-high Resolution (MUR) Level 4 OSTIA Global Foundation Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2). Ver. 2.0 data were obtained from the NASA EOSDIS Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC) at the Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA (<http://dx.doi.org/10.5067/GHGMR-4FJ01>).

IFREMER/CERSAT. 2005. ERS-1 Level 3 Gridded Mean Wind Fields (IFREMER). Ver.1.PO.DAAC, CA, USA
(<ftp://anonymous@ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/mwf-ers1>).

The Ssalto/Duacs altimeter products were produced and distributed by the Copernicus Marine and Environment Monitoring Service (CMEMS)
(<http://www.marine.copernicus.eu>).

The products from the MERCATOR OCEAN system are distributed through the Marine Copernicus Service (<http://www.marine.copernicus.eu>).

VII. TABLAS

Tabla 1. Valores promedio mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y las anomalías térmicas (°C) para los meses de febrero a junio 2020. Los valores de abril y mayo proceden de la grilla más cercana al muelle costero del producto OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012).

Muelle costero	Lat, °S	TSM, °C					ATSM, °C				
		FEB	MAR	ABR ¹	MAY ¹	JUN	FEB	MAR	ABR ¹	MAY ¹	JUN
Tumbes	3,66	29,1	29,5	27,2	26,2	27,5	1,1	1,6	1,8	0,9	1,6
Paita	5,01	22,9	23,8	21,3	20,0	17,1	-0,2	0,95	0,7	-0,3	-1,1
San José	6,77	21,5	22,7	18,4	19,1	18,9	-1,1	0,30	-0,9	-0,1	-0,3
Chicama	7,84	19,1	18,8	17,8	18,1	16,7	0,3	-0,3	-1,2	-0,8	-0,5
Huanchaco	8,08	19,1	19,0	18,6	18,2	17,1	0,3	-0,1	-0,2	-0,6	-0,1
Chimbote	9,09	22,7	22,8	17,2	17,4		0,5	0,5	-1,9	-1,6	
Huacho	11,11	18,0	18,3	17,4	17,7	16,4	0,2	0,2	-1,0	-0,8	-0,3
Callao	12,06	17,7	17,7	17,9	18,0	16,2	0,7	0,1	-0,4	-0,2	-0,2
Pisco	13,71	23,3	23,7	19,5	18,9	19,6	0,2	0,6	0,8	0,4	0,2
Atico	16,21			17,5	16,6				0,0	-0,8	
Matarani	17,02			18,4	18,1				-0,5	-0,6	
Ilo	17,63	17,3	17,3	16,8	17,6	16,4	0,1	0,3	-2,1	-1,2	0,5

Tabla 2. Valores promedio mensuales de los índices LABCOS, Índice Térmico Costero Peruano (ITCP), Índice Costero El Niño (ICEN), Índice Niño Oceánico (ONI) para el periodo de abril 2019 a abril 2020.

AÑO	MES	ÍNDICES CLIMÁTICOS							
		LABCOS	ITCP	ICEN	ONI	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
2019	04	0,24	-0,5	0,38	0,7	0,1	0,7	0,8	0,7
2019	05	0,29	-0,4	0,28	0,6	0,2	0,6	0,7	0,8
2019	06	0,05	-0,5	-0,21	0,5	-0,3	0,4	0,6	0,8
2019	07	-0,14	-0,7	-0,62	0,3	-0,3	0,1	0,4	0,9
2019	08	-0,15	-0,7	-0,86	0,1	-0,4	-0,1	0,2	0,9
2019	09	-0,05	-0,6	-1,03	0,1	-0,8	-0,2	0,0	0,6
2019	10	0,13	-0,5	-0,87	0,3	-0,8	0,2	0,6	1,0
2019	11	0,32	-0,2	-0,78	0,5	-0,4	0,5	0,6	0,9
2019	12	0,48	0,0	-0,58	0,5	0,3	0,3	0,5	1,0
2020	01	0,47	-0,1	-0,16	0,5	0,03	0,18	0,53	0,98
2020	02	0,45	-0,2	-0,15	0,6	0,42	0,24	0,42	1,08
2020	03	0,47 ¹	-0,3	0,10	0,5	0,48	0,29	0,61	1,03
2020	04	(-)	-0,3	0,19	0,3	0,40	0,51	0,54	0,78
2020	05	(-)	-0,5	0,01 ¹	0,0	-0,04	-0,27	-0,26	0,15
2020	06	(-)	-0,7 ¹	-0,37 ¹	-0,29 ¹	-0,74	-0,68	-0,35	0,23

Tabla 3. Desembarque (t) de recursos demersales de la flota arrastrera.

Fecha	INDUSTRIAL			TOTAL	OTROS	TOTAL
	EAC	EAME	EME	Merluza	Demersal	
Jul. 2019	989.8	1 167.2		2 157.0	333.8	2 490.8
Ago. 2019	1 176.4	1 732.7		2 909.1	728.3	3 637.4
Set. 2019	340.4	701.4		1 041.8	148.6	1 190.4
Oct. 2019	502.9	456.7		959.6	293.9	1 253.5
Nov. 2019	264.8	368.2		633.0	180.3	813.3
Dic. 2019	364.1	915.5		1 279.6	124.8	1 404.4
Ene. 2020	257.7	423.7		681.4	60.5	741.9
Feb. 2020	444.3	814.2		1 258.5	64.3	1 322.8
Mar. 2020	18.7	52		70.7	90	160.7
Abr. 2020	340.2	820.4		1 160.6	44.7	1 205.3
May.2020	718.5	1 411.7		2 129.9	125.7	2 255.6
Jun.2020	1 124.4	1 544.7		2 669.1	234.7	2 903.8
TOTAL	5 552.4	10 408.4		16 950.3	2 429.6	19 379.9

Tabla 4. Especies cuyo límite sur de su distribución típica varió en las costas de Perú durante el mes de junio 2020.

Especie	Área registrada	D. Costa (mn)	Prof. (m)	Captura (t)	Distribución típica
CHIRI LOMO NEGRO <i>Peprilus snyderi</i>	La Libertad	~2	14-25	20,2	Hasta el norte del Perú
TOLLO MANTEQUERO <i>Carcharhinus falciformis</i>	La Libertad	~2	~16	0,01	Hasta Tumbes
FALSO VOLADOR <i>Prionotus stephanophrys</i>	Lima	S/R	S/R	00000238 (n=3)	Hasta Islas Lobos de Afuera. Ocasionalmente, Isla San Lorenzo
PEJE BLANCO <i>Caulolatilus affinis</i>	Lima	S/R	S/R	0,00018 (n=1)	Hasta Chimbote. Ocasionalmente, Callao y Pisco

S/R: sin registro
 mn: millas náuticas
 m: metros
 t: toneladas

VIII. FIGURA

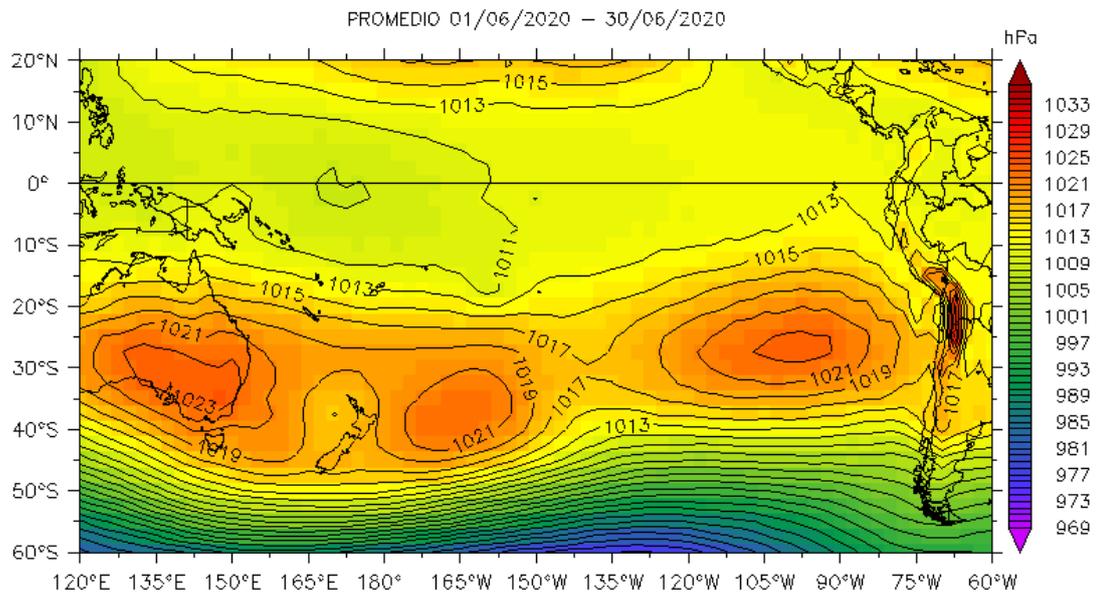
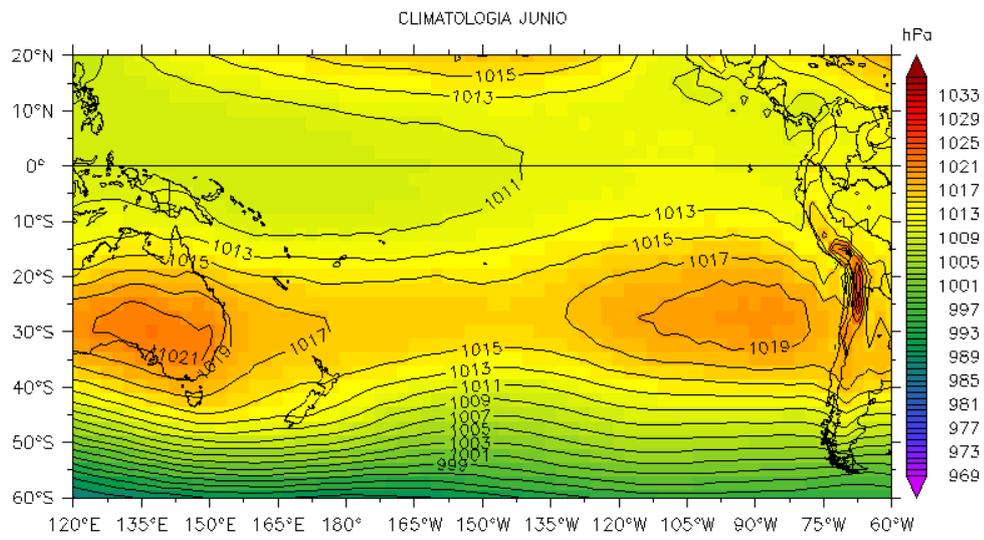


Figura 2. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, promedio 1-30 junio 2020, Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

a)



b)

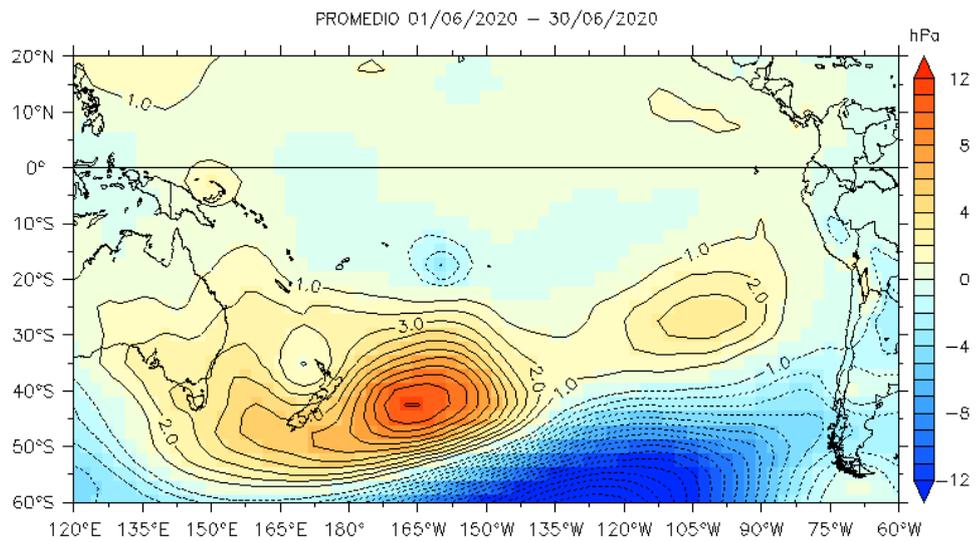


Figura 3. Presión atmosférica a nivel del mar (PNM) en hPa, a) climatología y b) anomalías promedio 1-30 de junio 2020. Fuente: NCEP-NOAA/LMOECC-IMARPE.

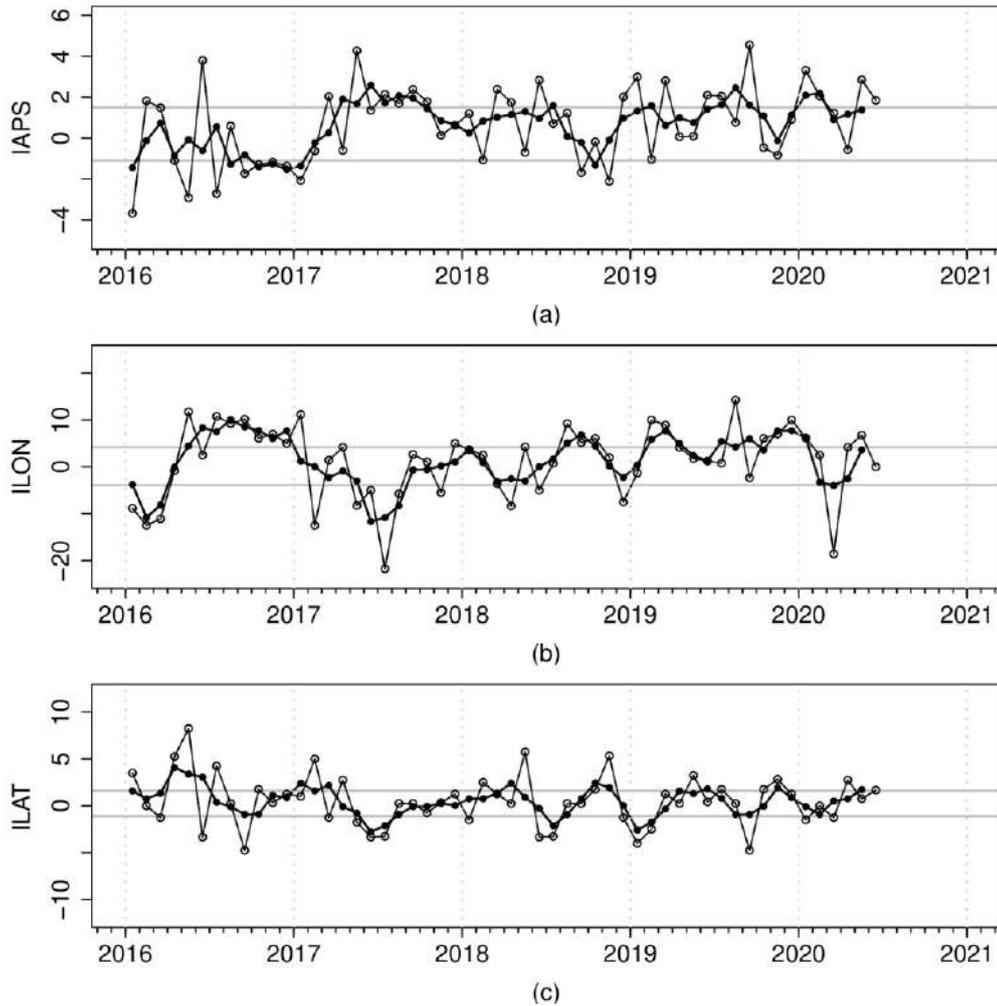


Figura 4. Variación temporal de los índices del APS: a) índice de intensidad (IAPS) e índices de posición b) longitudinal (ILON) y c) latitudinal (ILAT) hasta el trimestre AMJ 2020 (círculos negros). Los círculos blancos indican las anomalías mensuales en el periodo enero 2016 – junio 2020.

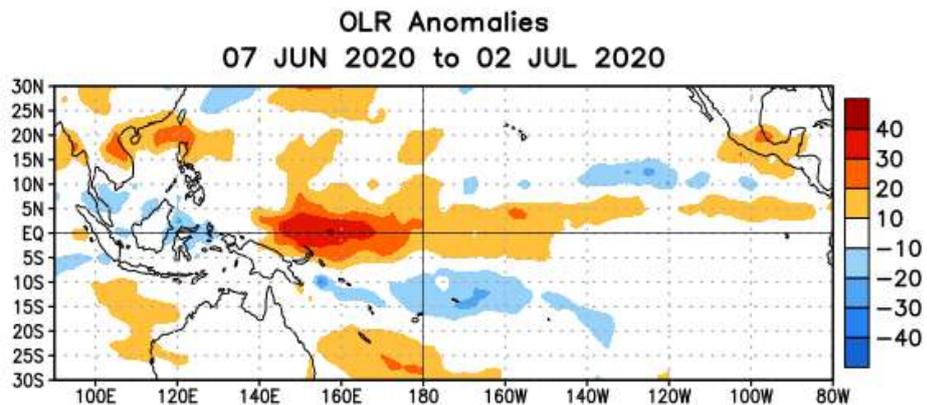


Figura 5. Anomalías del promedio de la radiación de onda larga emitida (OLR, por sus siglas en inglés) ($W m^{-2}$) durante el mes de junio 2020. Las anomalías de OLR se calculan como desviaciones de los penta-promedios del período base de 1981-2010. Fuente NOAA.

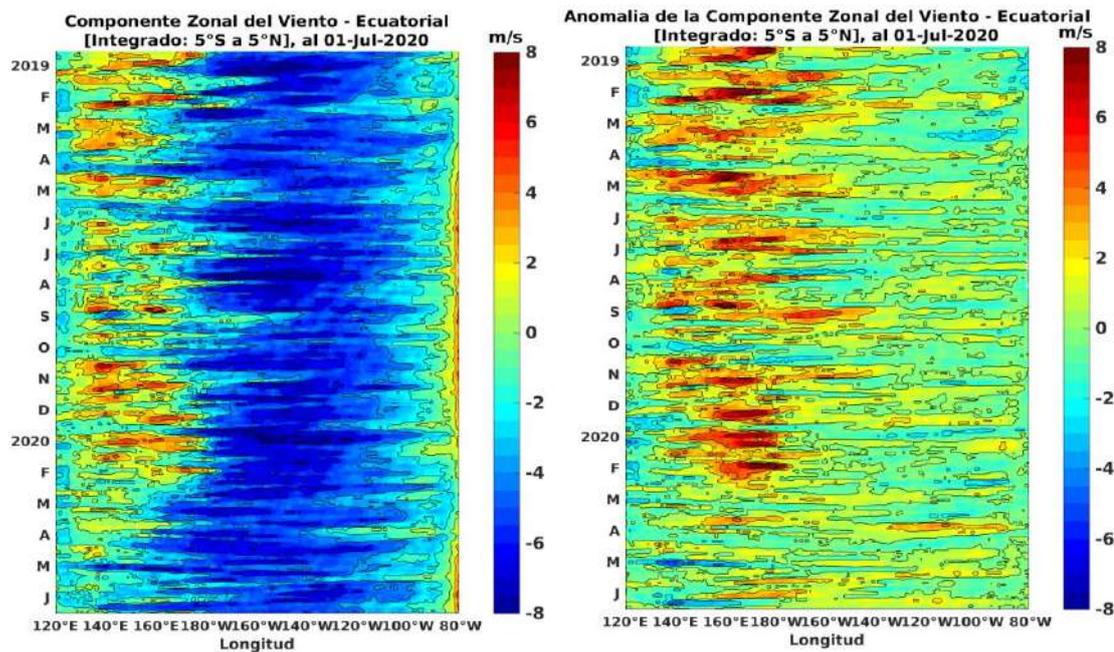


Figura 6. Viento Satelital (integrado en el Ecuador): a) Componente Zonal del viento (m s^{-1}), b) Anomalia de la Componente zonal del viento (m s^{-1}), durante el último año (Fuente: Satélite ASCAT y modelo GSF, Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE). Actualizada al 01/07/2020.

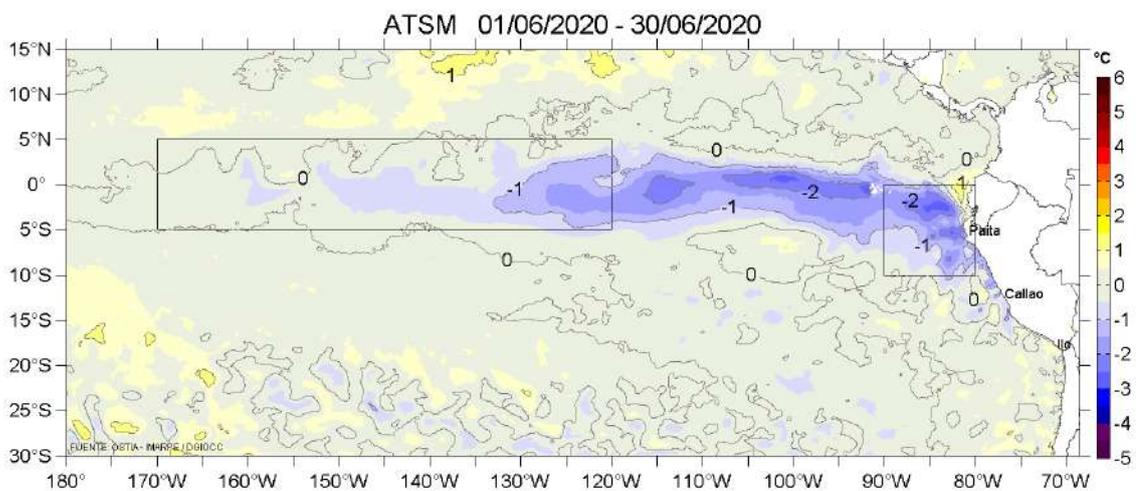


Figura 7. Anomalías promedio de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) para el mes de junio 2020. Periodo base de 2007-2016. Fuente: PODAAC/OSTIA. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

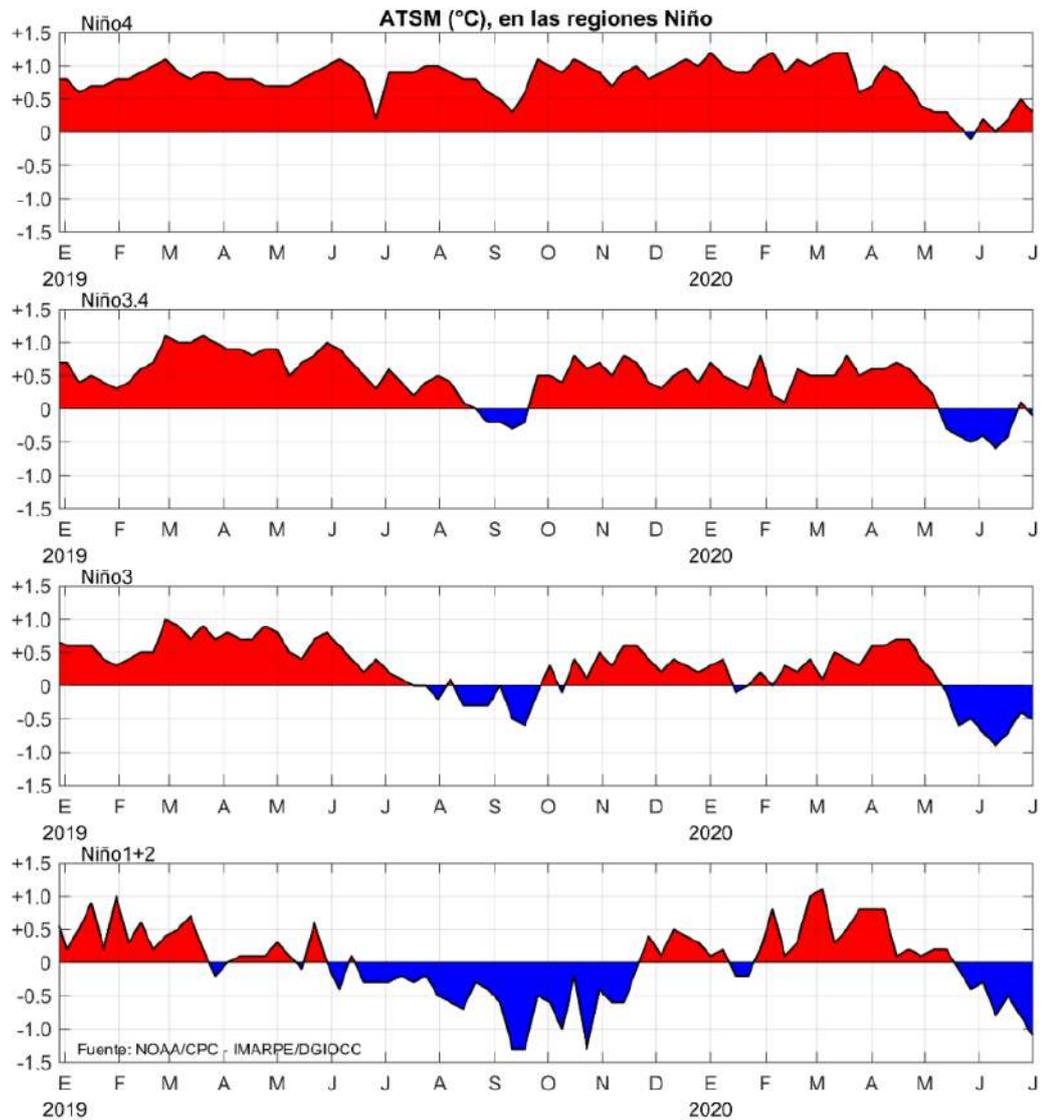


Figura 8. Anomalías semanales promedio de la temperatura superficial del mar (°C) durante dieciocho meses, hasta fines de junio del 2020. Fuente CPC/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

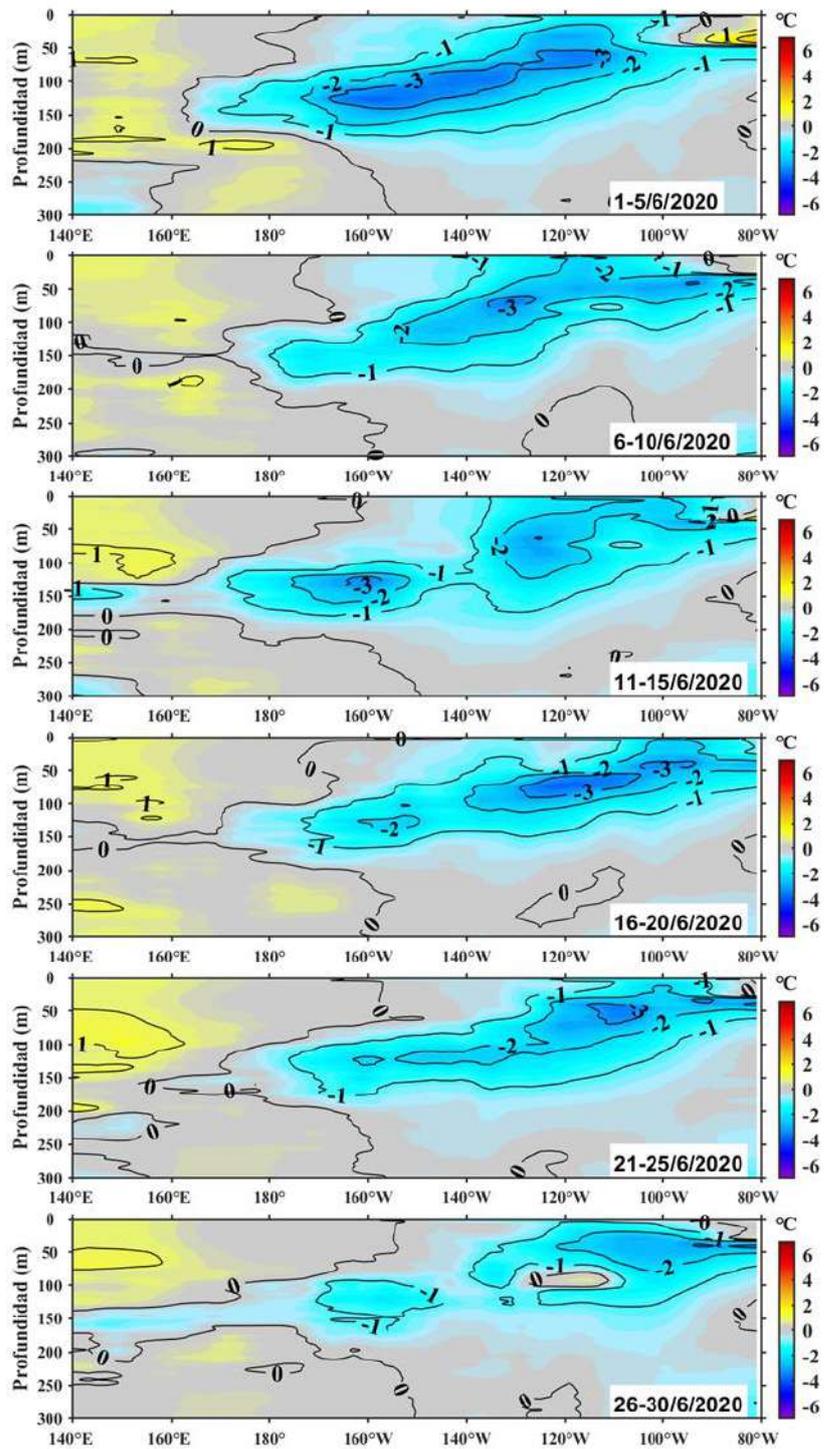


Figura 9. Anomalías de temperatura (°C) en la capa superior (0-300 m) del Pacífico Ecuatorial (140°E - 80°W y 2°S - 2°N), en promedios de cinco días durante junio de 2020. Periodo base 1993-2010. Fuente ARGO - TAO/TRITON, Procesamiento AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.



Figura 10. Anomalías del contenido de calor promediado en la capa de 0–300 m del Pacífico ecuatorial (2°S – 2°N y 156°E - 95°W). Periodo base de 1981-2010. Fuente TAO-TRITON/PMEL/NOAA, Procesamiento AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

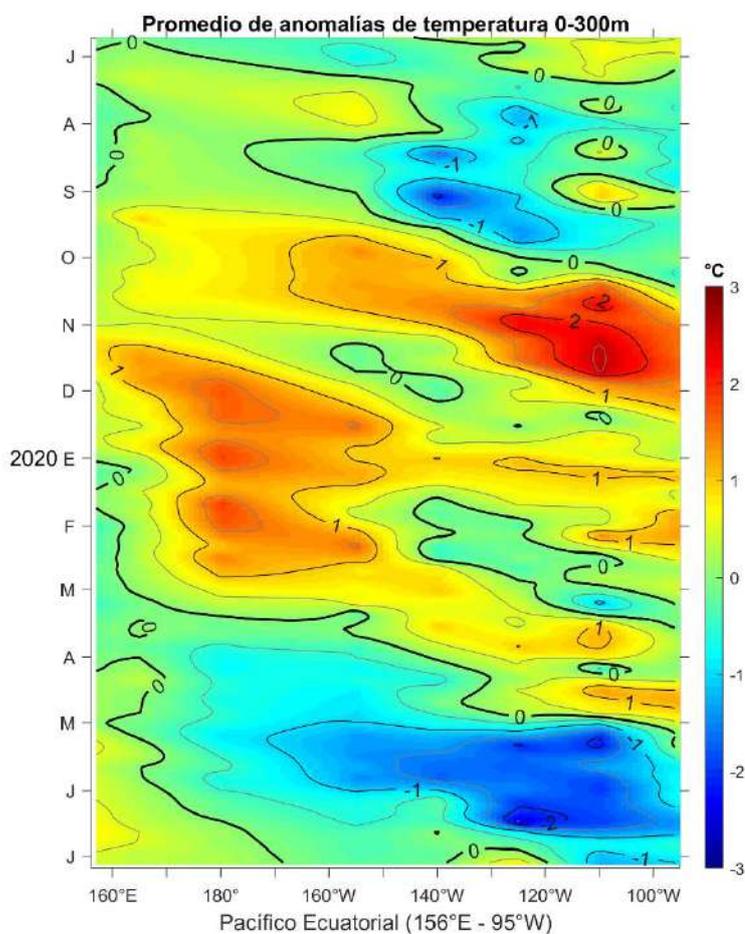


Figura 11. Evolución de las anomalías del contenido de calor promedio en la capa de 0-300 m en el Pacífico ecuatorial (156°E a 95°W), en el periodo de un año, hasta fines de junio del 2020. Fuente: TAO-TRITON/PMEL/NOAA. Procesamiento: AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

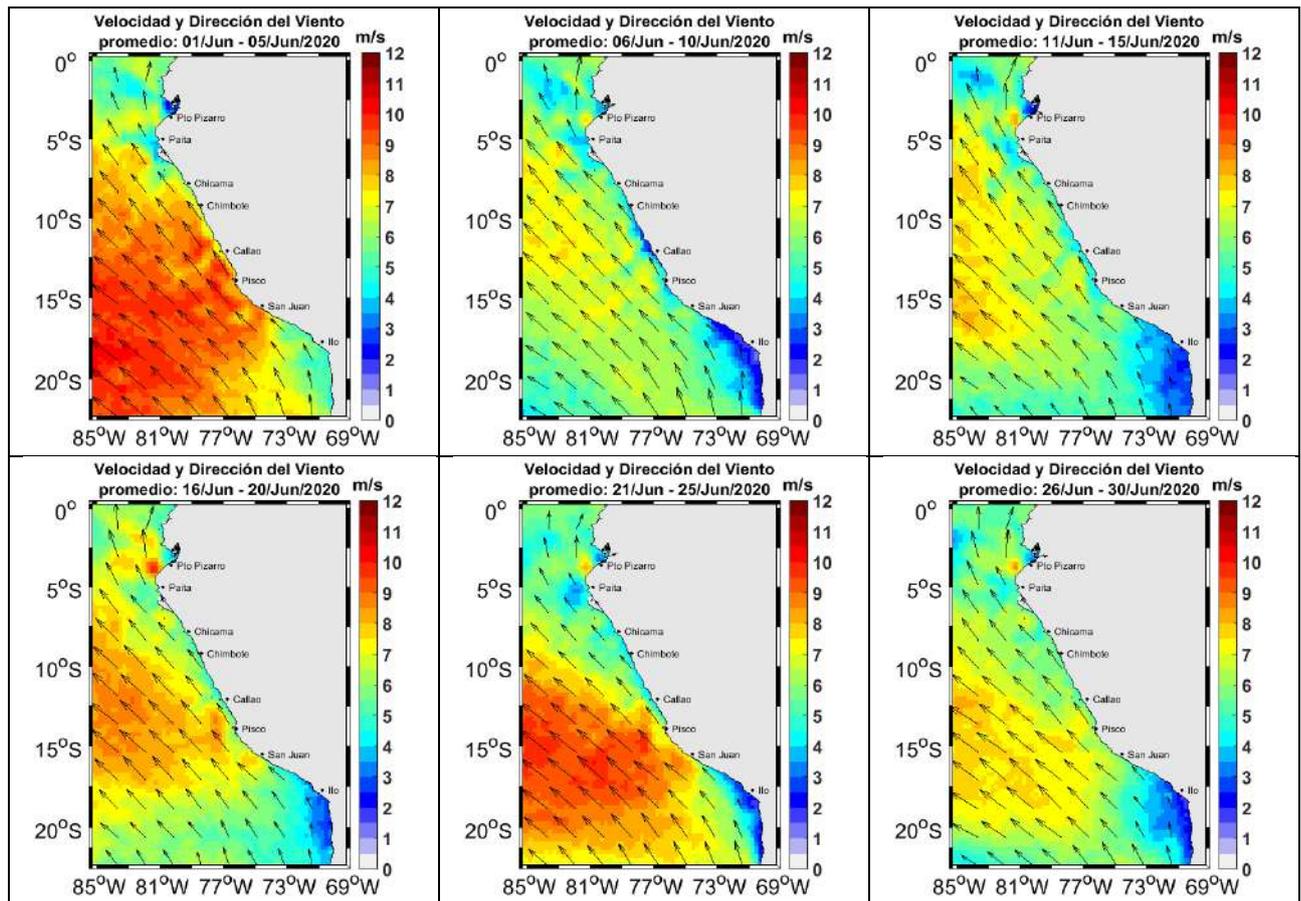


Figura 12. Mapas promedio 5 días de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el Norte de Panamá y la costa peruana): Fuente: Satélite ASCAT. Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

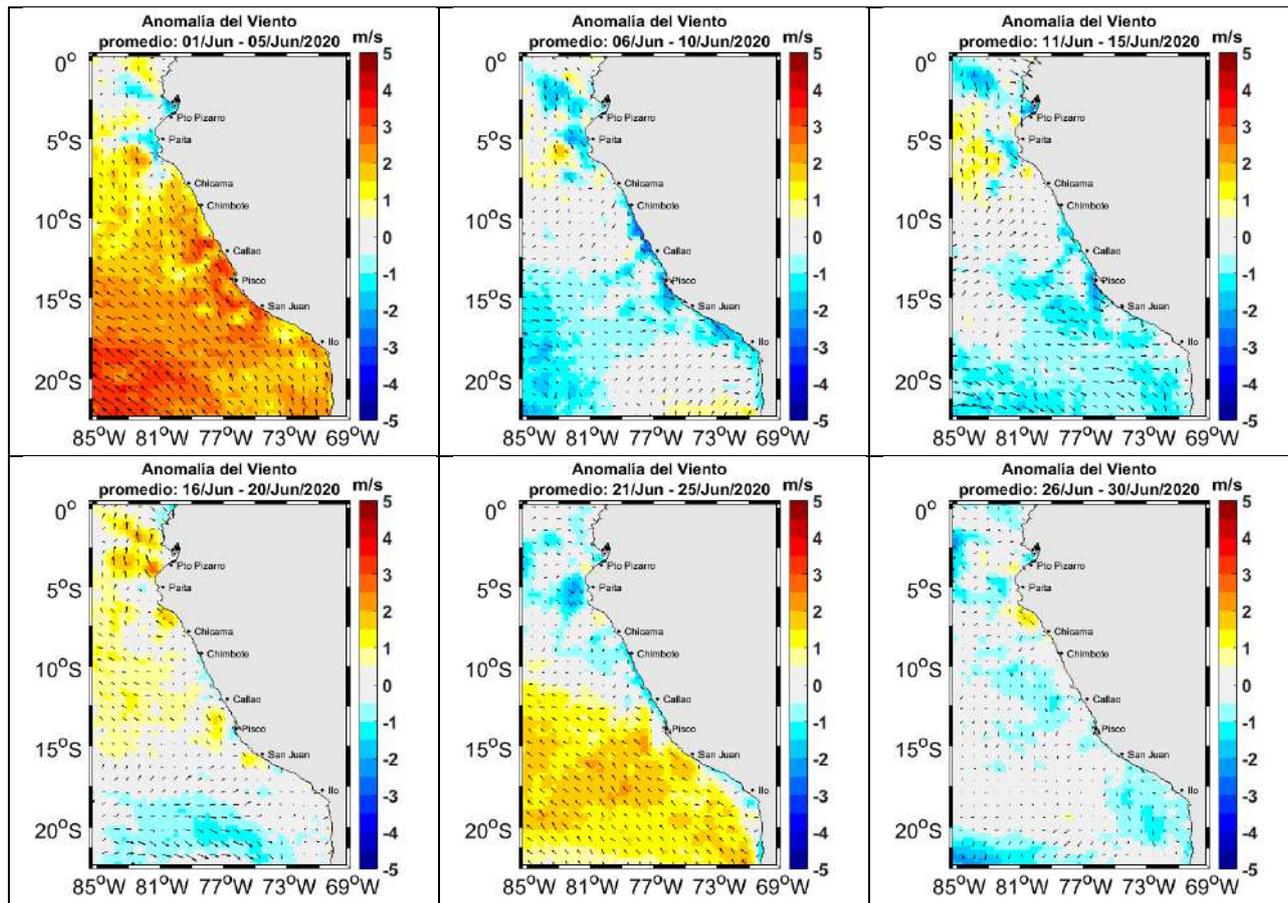


Figura 13: Mapas promedio 5 días de la anomalía de la velocidad del viento satelital (frente a la costa entre el Norte de Panamá y la costa peruana): Fuente: Satélite ASCAT. Procesamiento: Laboratorio Costero de Santa Rosa/Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

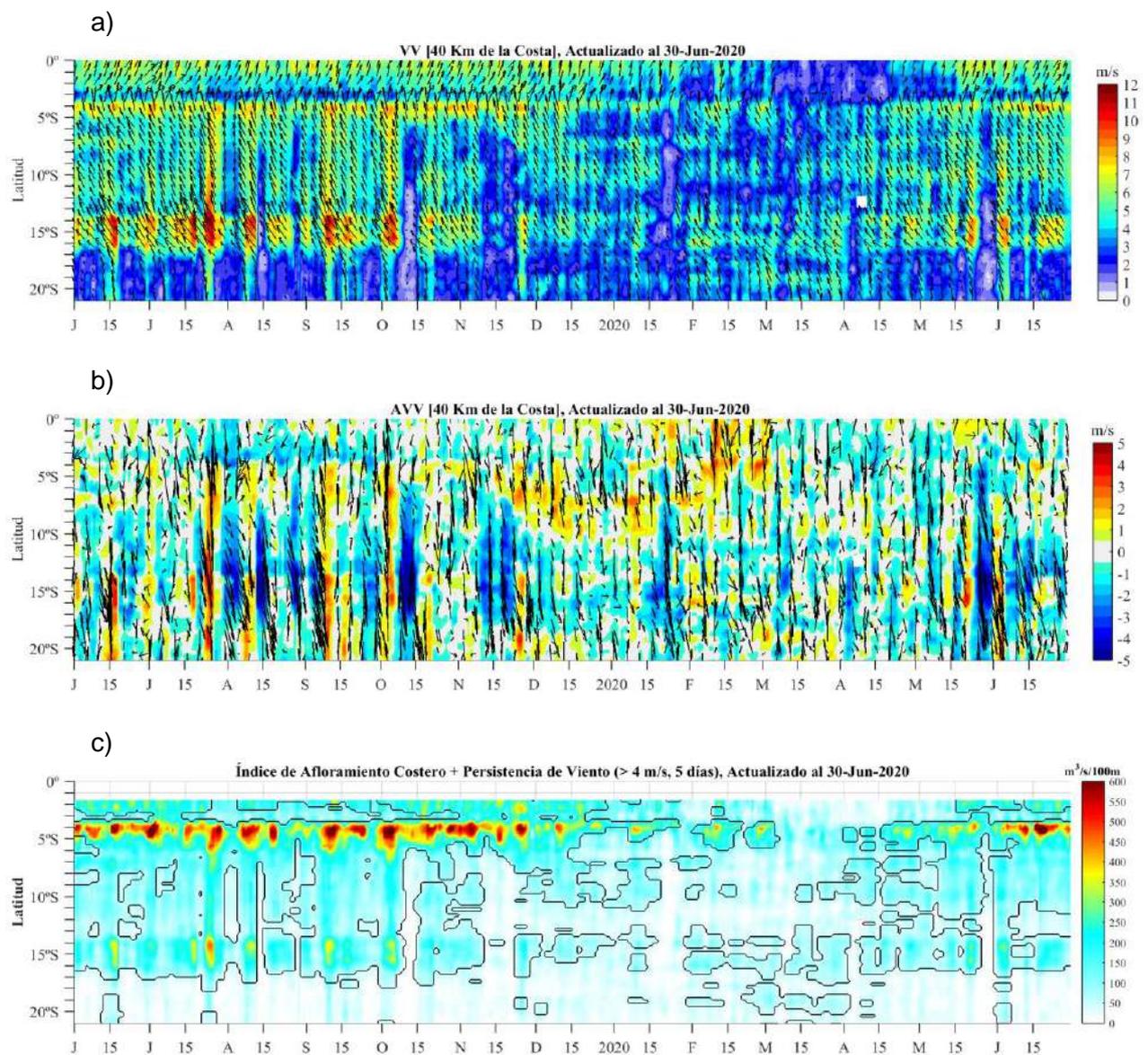


Figura 14. Diagrama Hovmöller de (a) Velocidad del Viento, (b) Anomalía de la velocidad del Viento y del Índice de Afloramiento Costero ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} \times 100\text{m}$) a lo largo de la costa peruana. El IAC en (c), fue calculado a 40 km frente a la costa del Perú y los contornos señalan la persistencia del afloramiento bajo condiciones de velocidad $> 4 \text{ m s}^{-1}$ durante 5 días o más. Fuente: Satélite ASCAT y productos del proyecto COPERNICUS. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE. Actualizada hasta el 30/06/2020.

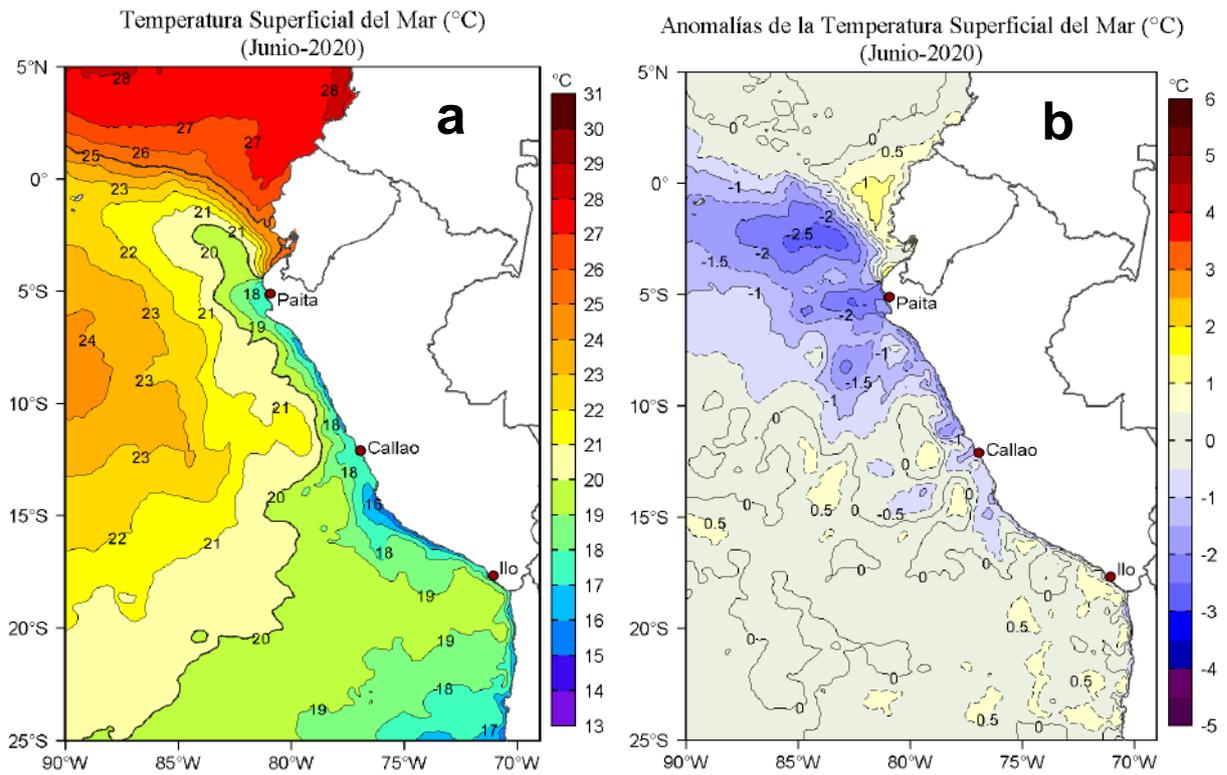


Figura 15. Distribución espacial promedio mensual de: a) Temperatura superficial del mar (TSM, °C) y b) Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM, °C) para el mes de junio de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). Las escalas de colores de la TSM como de la ATSM se presentan a la derecha de cada gráfico. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

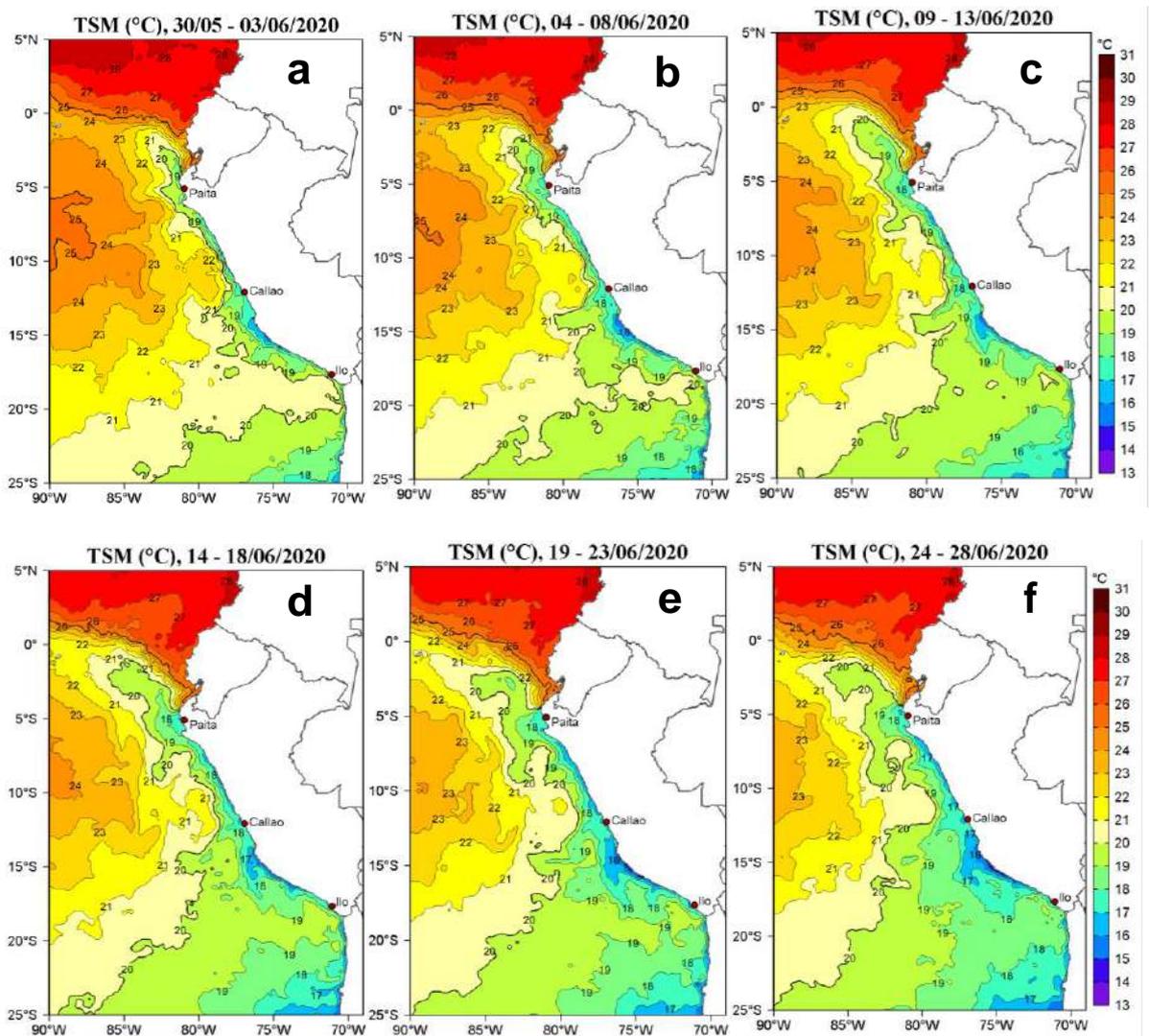


Figura 16. Distribución espacial promedio pentadal de la Temperatura superficial del mar (TSM, °C) para el mes de junio de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental para las pentadas: a) 30 de mayo-03 de junio, b) 04-08 de junio, c) 09-13 de junio, d) 14-18 de junio, e) 19-23 de junio y f) 24-28 de junio. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de colores de la TSM se presenta a la derecha. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

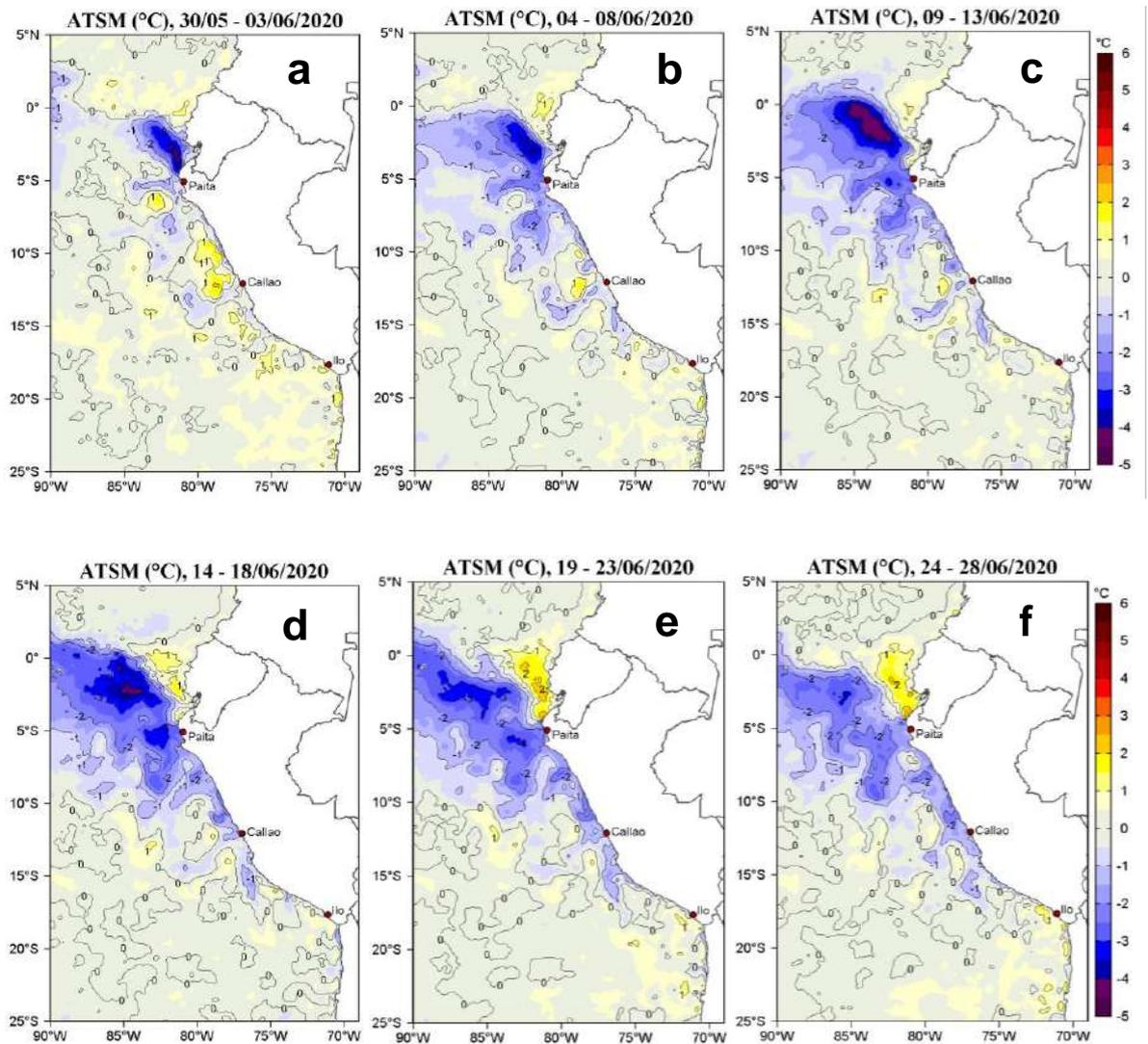


Figura 17. Distribución espacial promedio de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM, °C) para el mes de junio de 2020 en el océano Pacífico tropical oriental para las pentadas: a) 30 de mayo-03 de junio, b) 04-08 de junio, c) 09-13 de junio, d) 14-18 de junio, e) 19-23 de junio y f) 24-28 de junio. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0 (UK Met Office, 2012; Donlon et al, 2012). La escala de colores de la TSM se presenta a la derecha. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

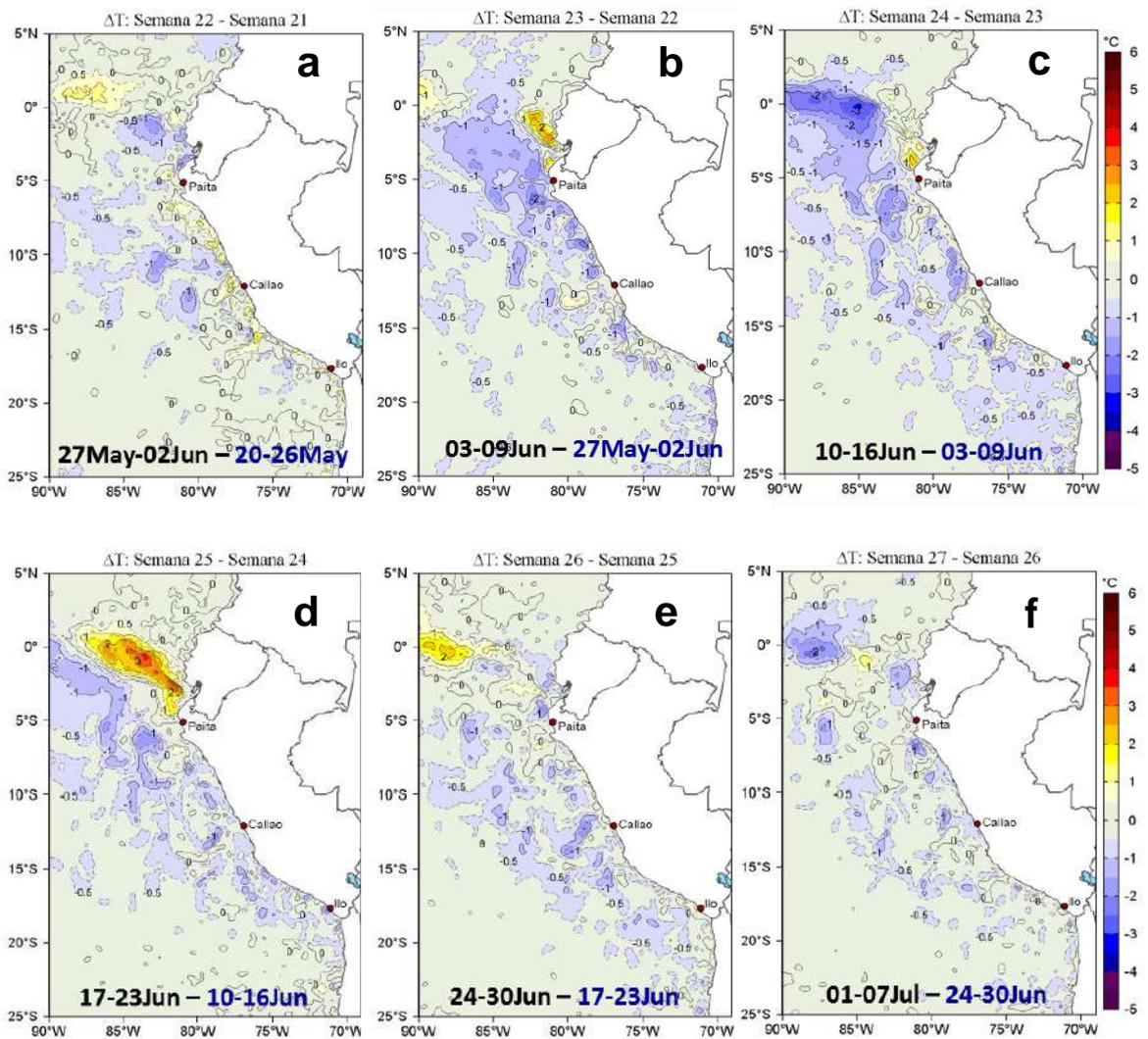


Figura 18. Cambio semanal de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) en el Pacífico Sudeste. Fuente: OSTIA. Climatología: 2007-2016. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC.

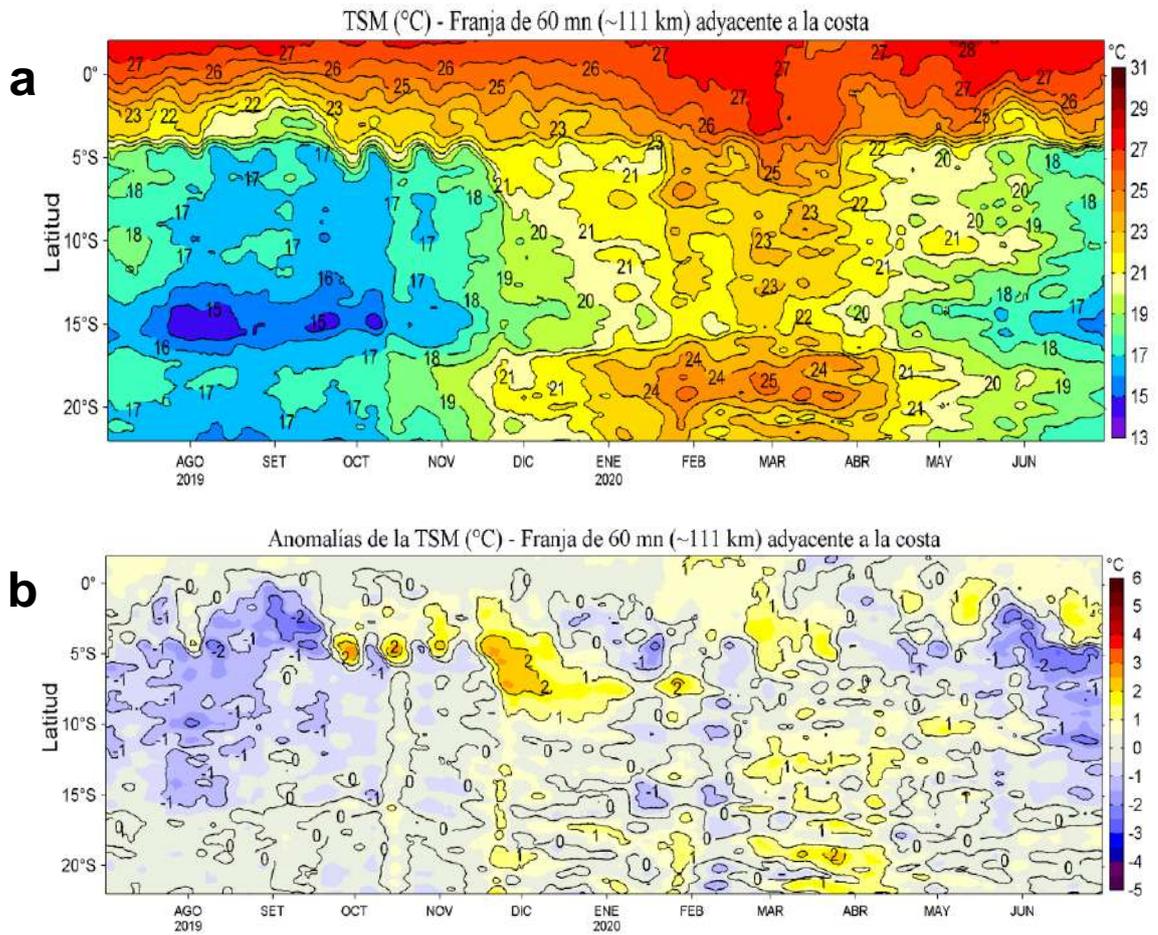


Figura 19. Evolución diaria de: a) Temperatura superficial del mar (°C) y b) Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) de julio 2019 a junio de 2020 para una franja de 111 km adyacente a la costa entre el ecuador geográfico y 22°S. Los promedios climatológicos de referencia consideran los años del 2007 al 2016. La barra de colores a la derecha muestra la escala de la temperatura y las anomalías, respectivamente. Datos: OSTIA-UKMO-L4-GLOB-v2.0. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC.

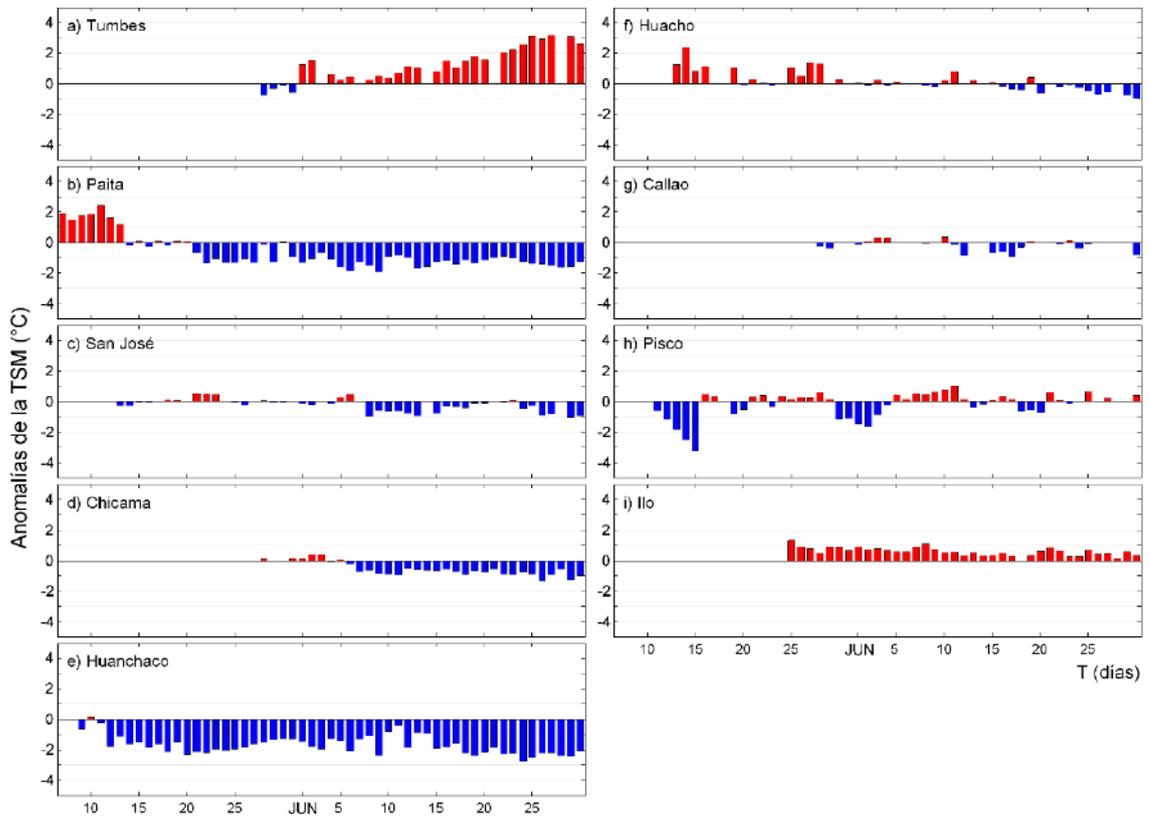


Figura 20. Series de tiempo de las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM, °C) en la red de estaciones costeras del IMARPE del 07 de mayo al 30 de junio de 2020.

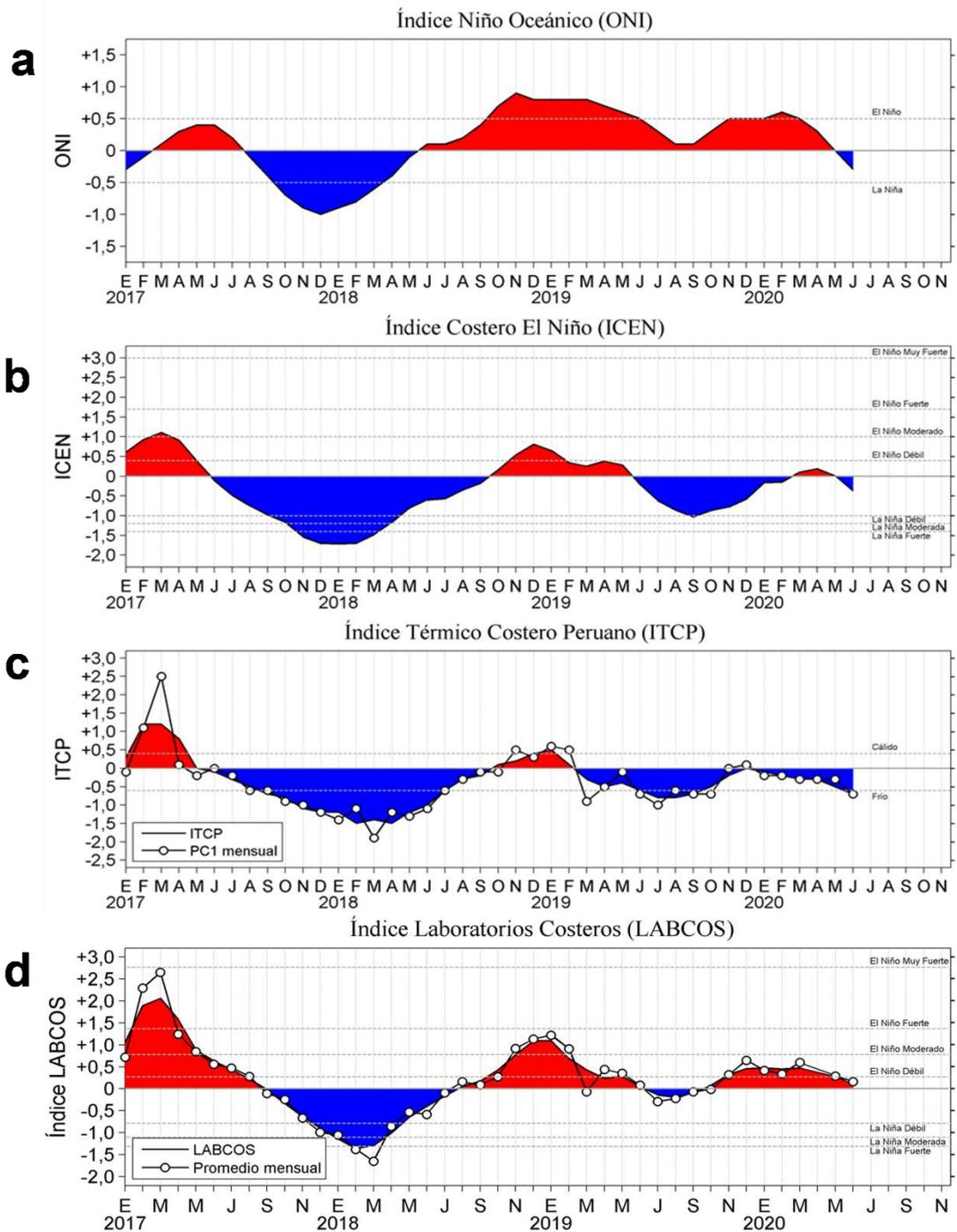


Figura 21. Serie de tiempo mensuales de los índices: a) Índice Niño Oceánico (ONI), b) Índice Costero El Niño (ICEN), c) Índice Térmico Costero Peruano (ITCP) y la primera componente principal (PC1) para el periodo enero 2017 y junio 2020; y, d) LABCOS (área sombreada) y el promedio mensual de las anomalías de TSM (en círculos) para el periodo de enero de 2017 a mayo de 2020. Procesamiento: LHF/M/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

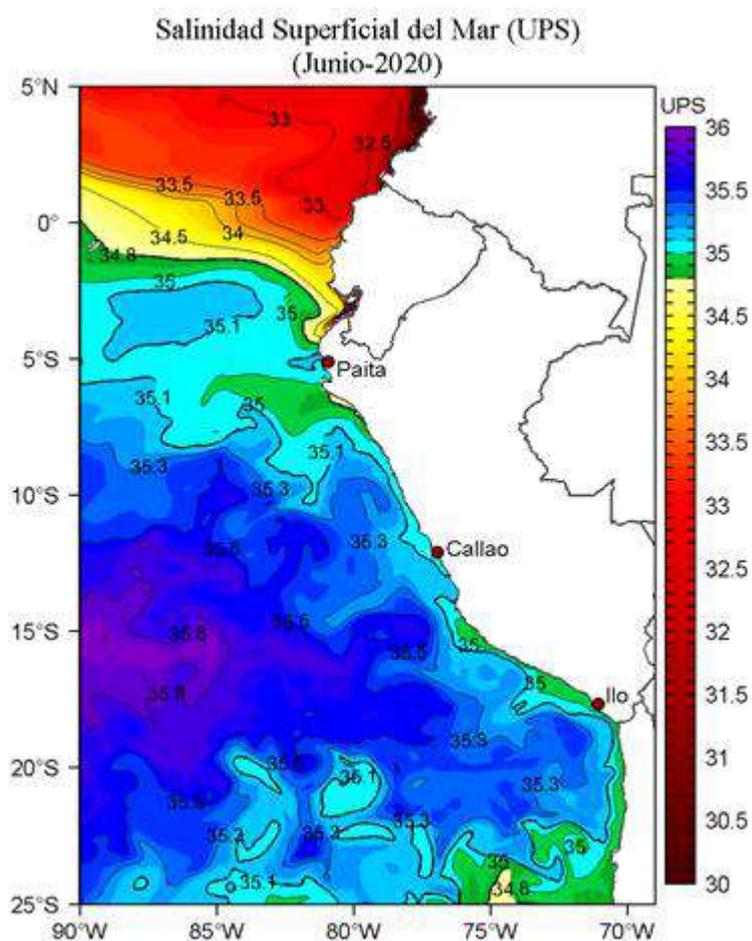


Figura 22. Distribución mensual de la salinidad superficial del mar (SSM, ups) en el Pacífico Sudeste durante el mes de junio de 2020. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

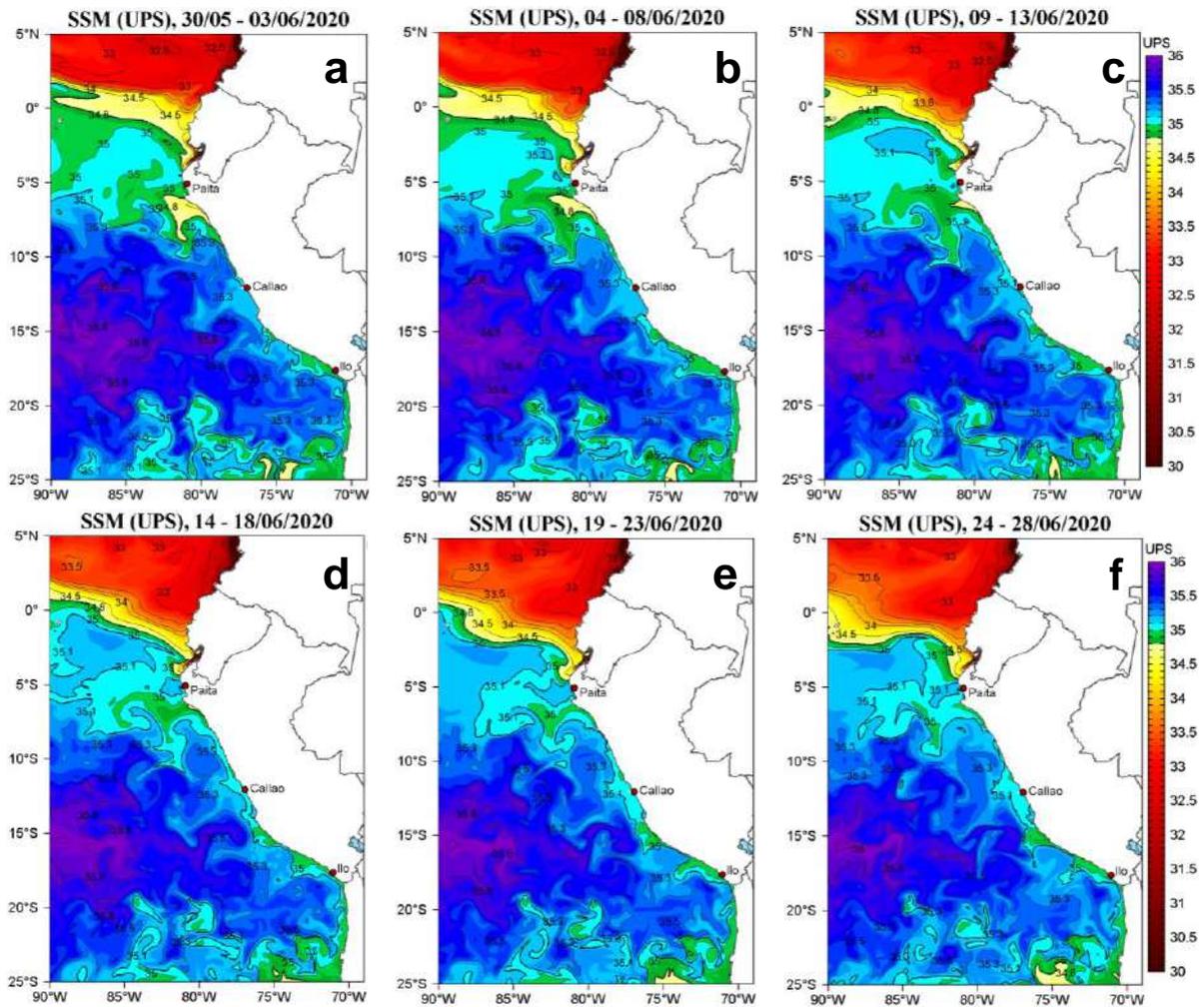


Figura 23. Distribución pentadal de la salinidad superficial del mar (SSM, ups) en el Pacífico Sudeste, durante el mes de junio de 2020. Datos: GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024 (Lellouche, J.-M. et al, 2013) disponible en http://marine.copernicus.eu/services-portfolio/access-to-products/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

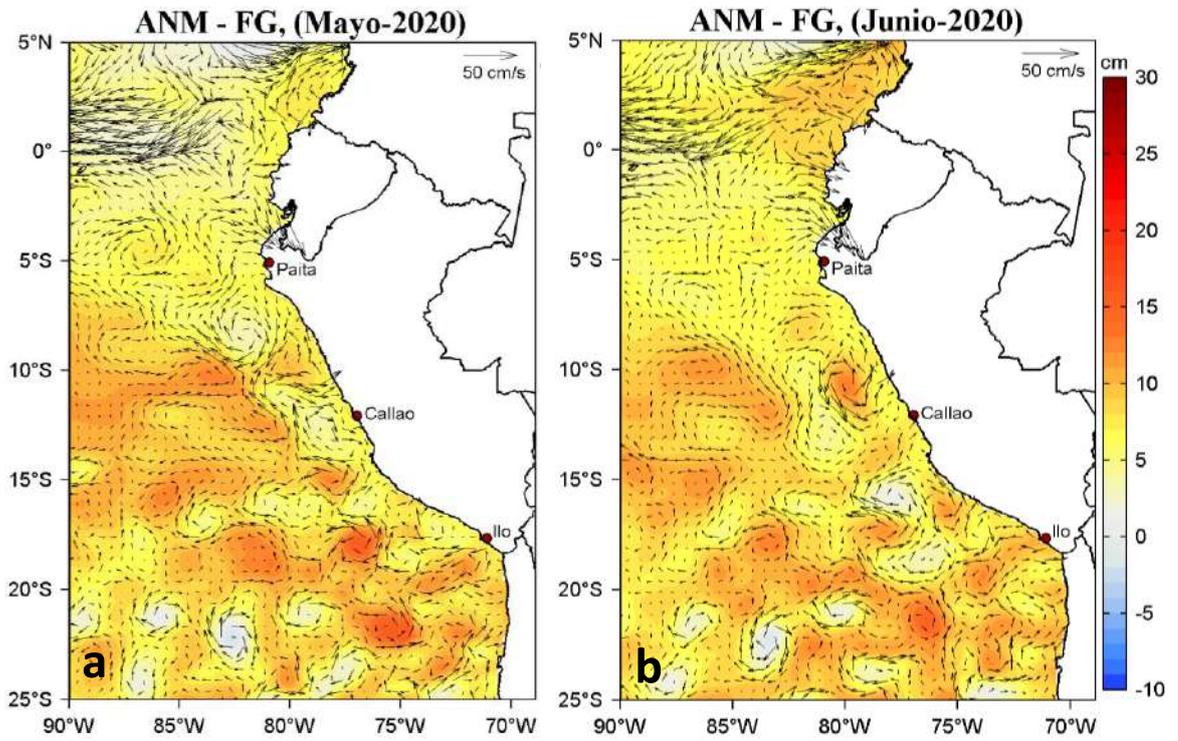


Figura 24. Distribución mensual de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) y los flujos geostróficos (FG, cm s^{-1}) en el Pacífico Sudeste para a) mayo y b) junio de 2020. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

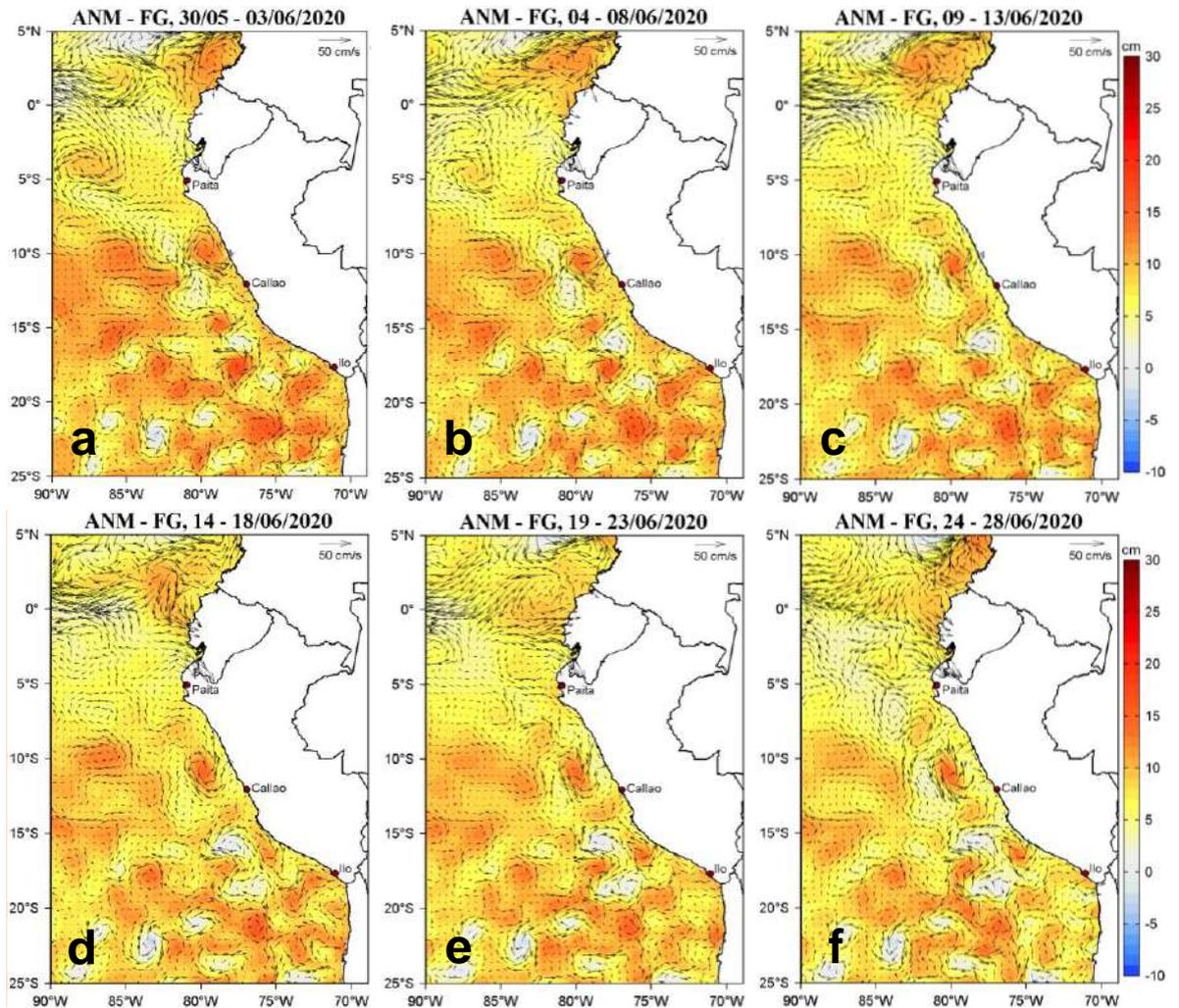


Figura 25. Distribución pentadal de las anomalías del nivel del mar (ANM, cm) y los flujos geostróficos (FG, $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$) en el Pacífico Sudeste durante el mes de junio de 2020. Fuente: CMEMS v3.0. Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

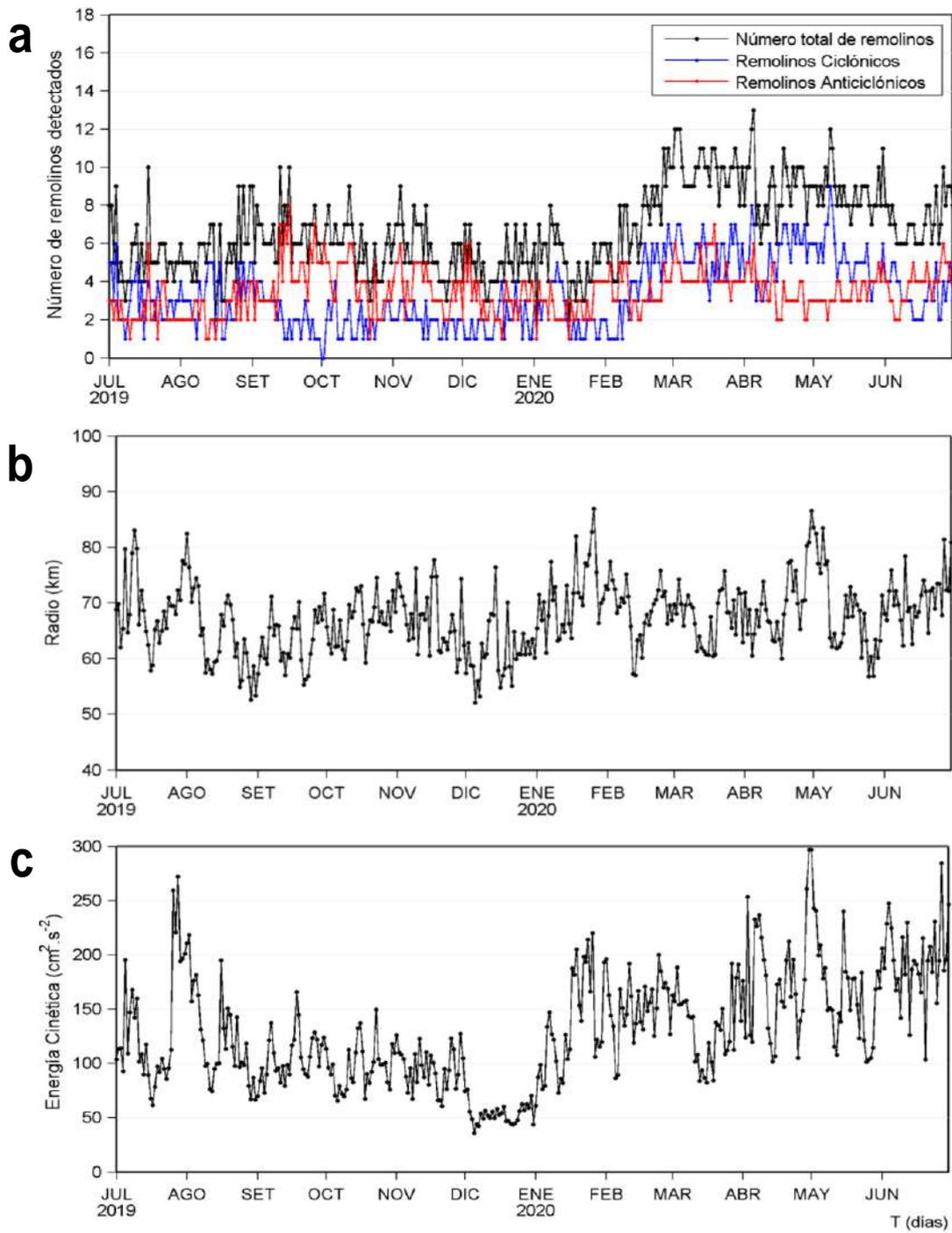


Figura 26. Variación diaria de: a) número de remolinos detectados, b) radio promedio (km) y c) la energía cinética promedio ($\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$) de los remolinos entre 3°S y 18°S y de 70°W a 84°W de julio de 2019 a junio de 2020. Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

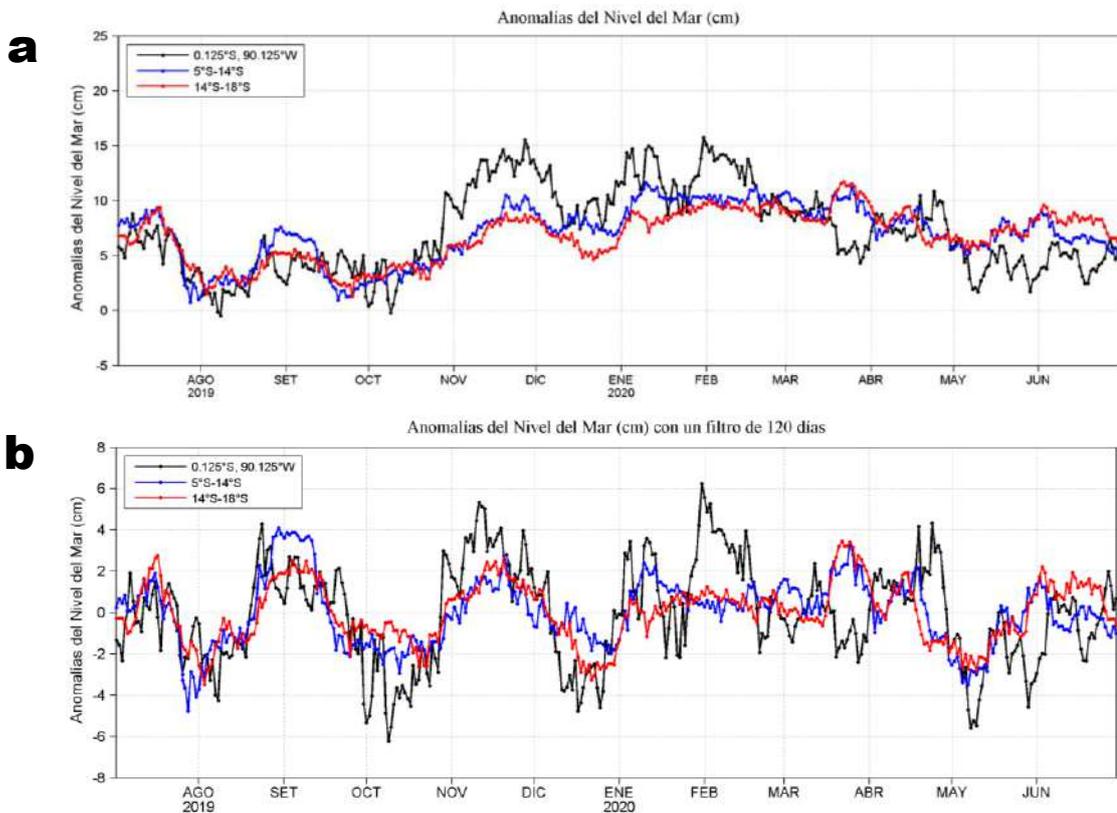


Figura 27. Variación temporal de las a) anomalías del nivel del mar (cm) y b) Anomalías del nivel del mar (cm) con un filtro (media móvil) de 120 días, para tres áreas promedio para los últimos doce meses: i) Área de 75 km centrada en 0.125°S y 90.125°W, ii) Área promedio de 60 m.n. (~111 km) entre 5°S-14°S y iii) Área promedio de 60 mn (~111 km) entre 14°S-18°S. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 (a) y 1993-2010 (b). Procesamiento: LHF/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

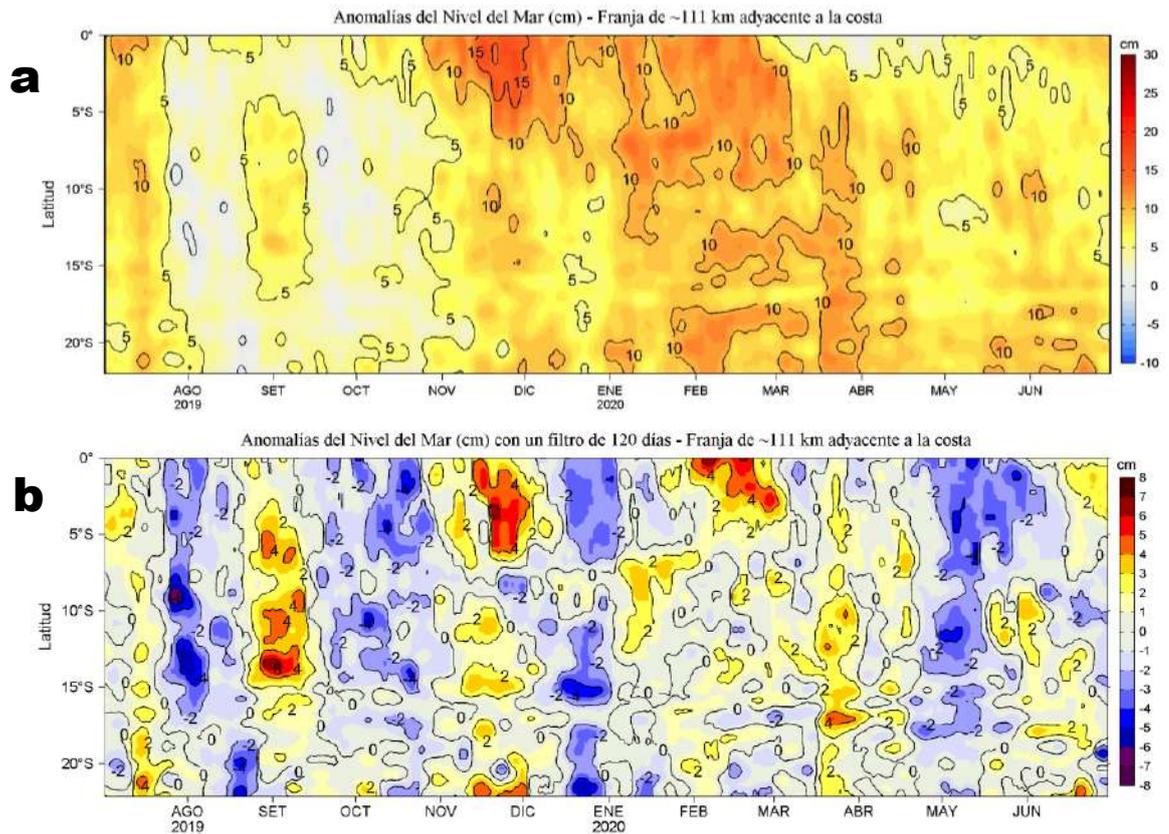


Figura 28. Evolución diaria de las a) Anomalías del Nivel del Mar (cm) y b) Anomalías del Nivel del Mar (cm) con un filtro (media móvil) de 120 días, para una franja de 60 m.n. (~111 km) adyacente al litoral peruano para los últimos doce meses. Fuente: CMEMS v3.0. Climatología: 1993-2012 para (a) y 1993-2010 para (b). Procesamiento: LHFM/AFIOF/DGIOCC/IMARPE.

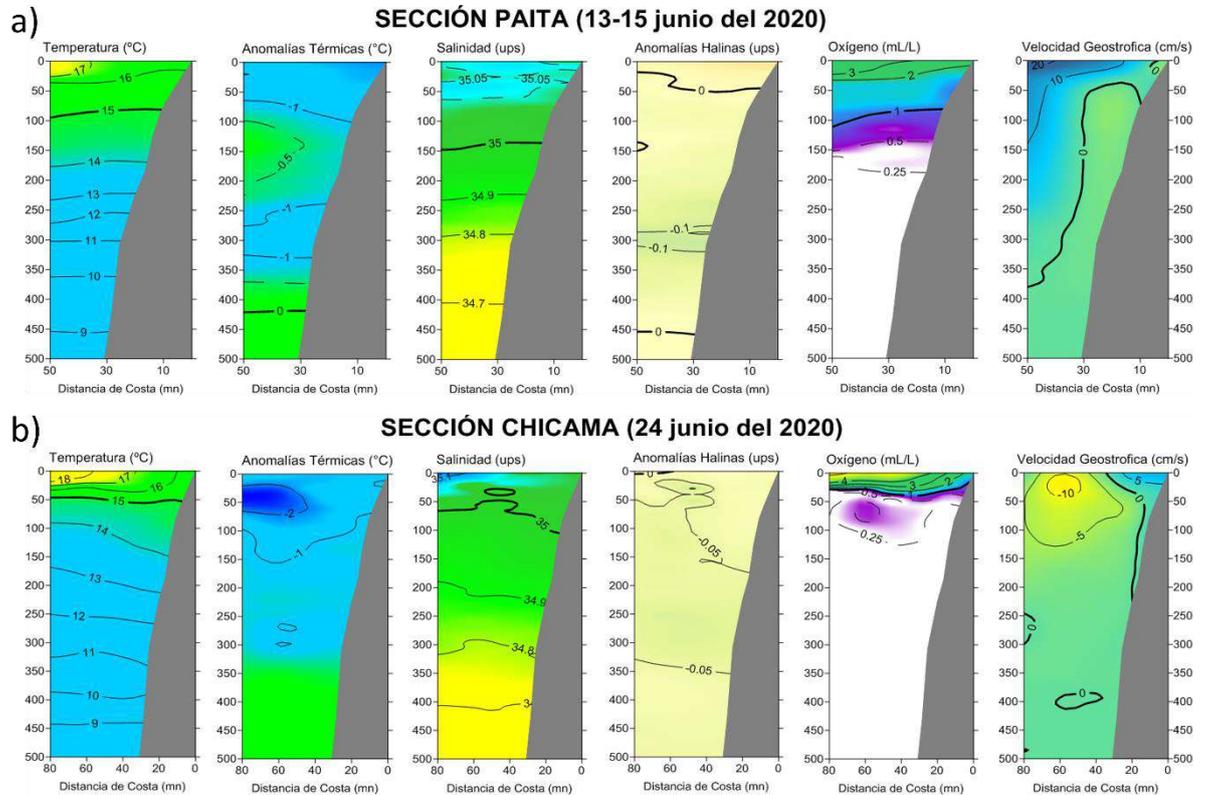


Figura 29. Sección Vertical de Temperatura (°C), Anomalías térmicas (°C), Salinidad (ups), d) Anomalías halinas (ups), Oxígeno (mL L⁻¹) y Velocidad Geostrófica (cm s⁻¹) (de izquierda a derecha) frente a Paita (a) y Chicama (b) durante el Monitoreo Bio-Oceanográfico frente a Chicama y Paita”. Las anomalías están calculadas con respecto al periodo 1981-2010 (Domínguez, et al; 2017).

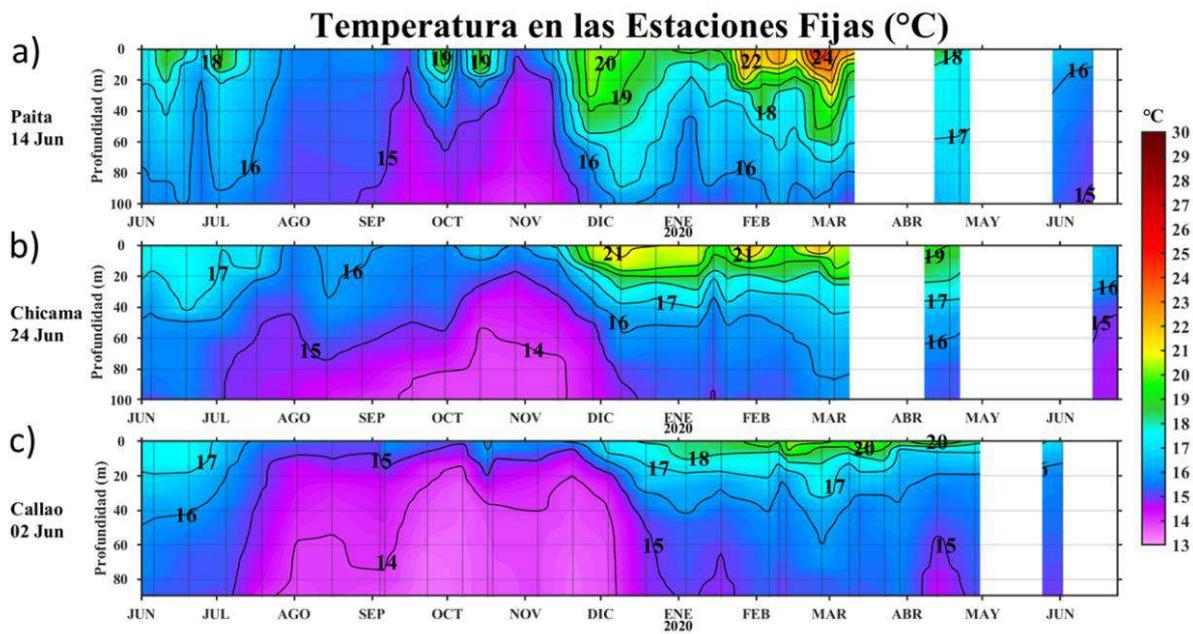


Figura 30. Evolución de la Temperatura del agua de mar (°C) para las Estaciones Fijas de: a) Paita, b) Chicama y c) Callao de junio 2019 a junio de 2020. Los puntos en la columna de agua indican los días en que se realizaron los monitoreos. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

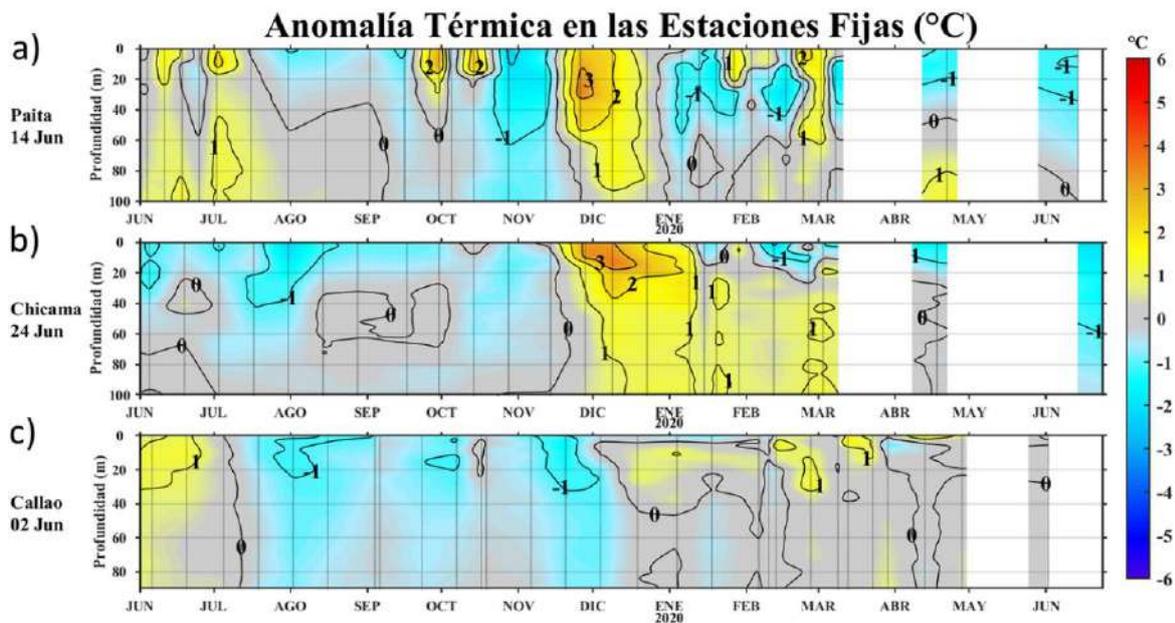


Figura 31. Evolución de las anomalías de la Temperatura del agua de mar (°C) para las Estaciones Fijas de: a) Paita, b) Chicama y c) Callao de junio 2019 a junio de 2020. Las anomalías de la temperatura del agua (°C) se calcularon en base al promedio climatológico de 1993-2010 de acuerdo a Anculle, *et al* (2015). Los puntos en la columna de agua indican los días en que se realizaron los monitoreos. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

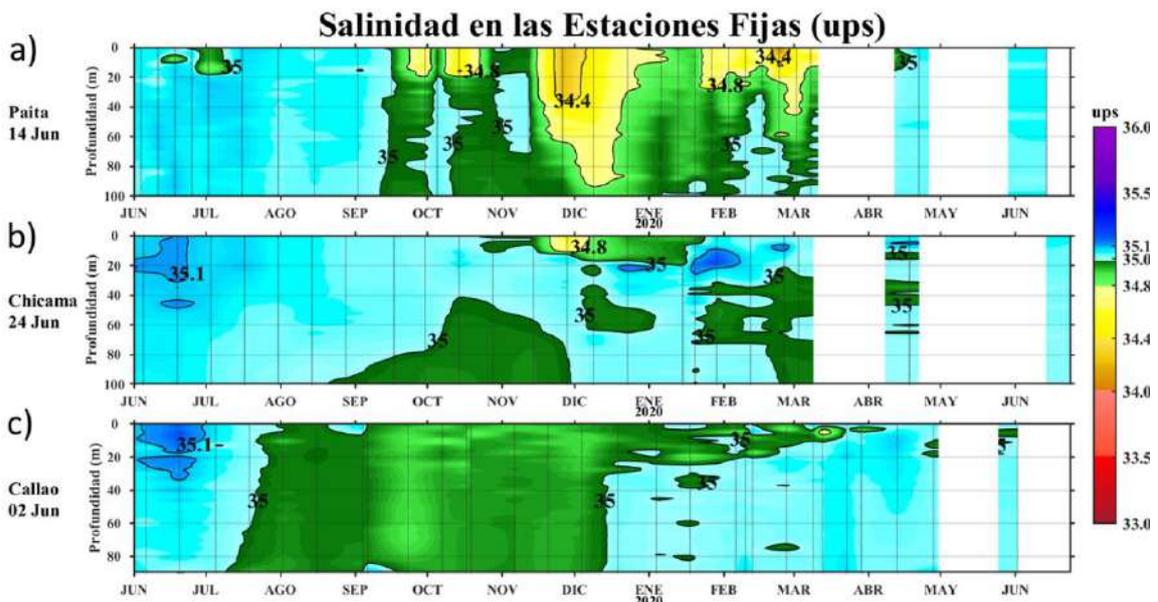


Figura 32. Evolución de la Salinidad del agua de mar (ups) para las Estaciones Fijas de: a) Paíta, b) Chicama y c) Callao de junio 2019 a junio de 2020. Los puntos en la columna de agua indican los días en que se realizaron los monitoreos. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

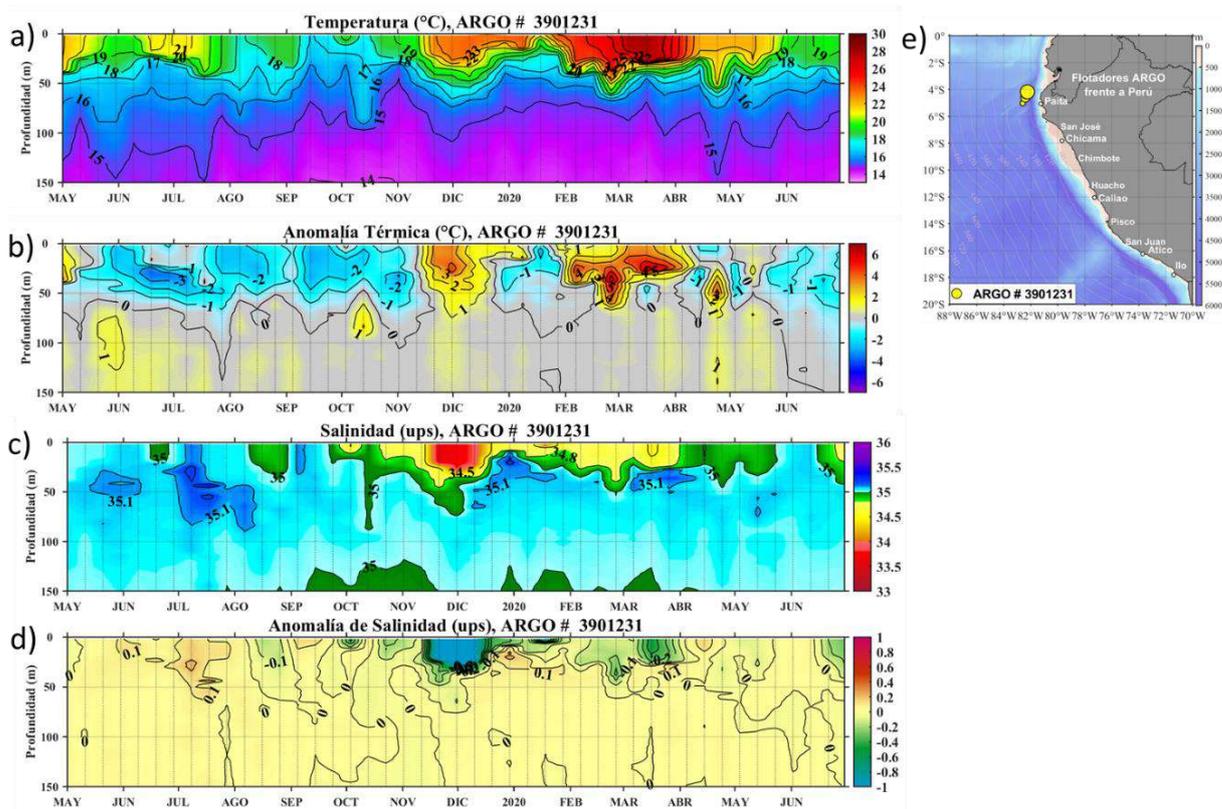


Figura 33. Evolución de la a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) del agua de mar de la boya ARGO frente a Talara, entre mayo de 2019 y junio 2020, y e) ubicación de las últimas posiciones para abril donde brindó información el flotador ARGO. La anomalía de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) se calculó en base al promedio climatológico de 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

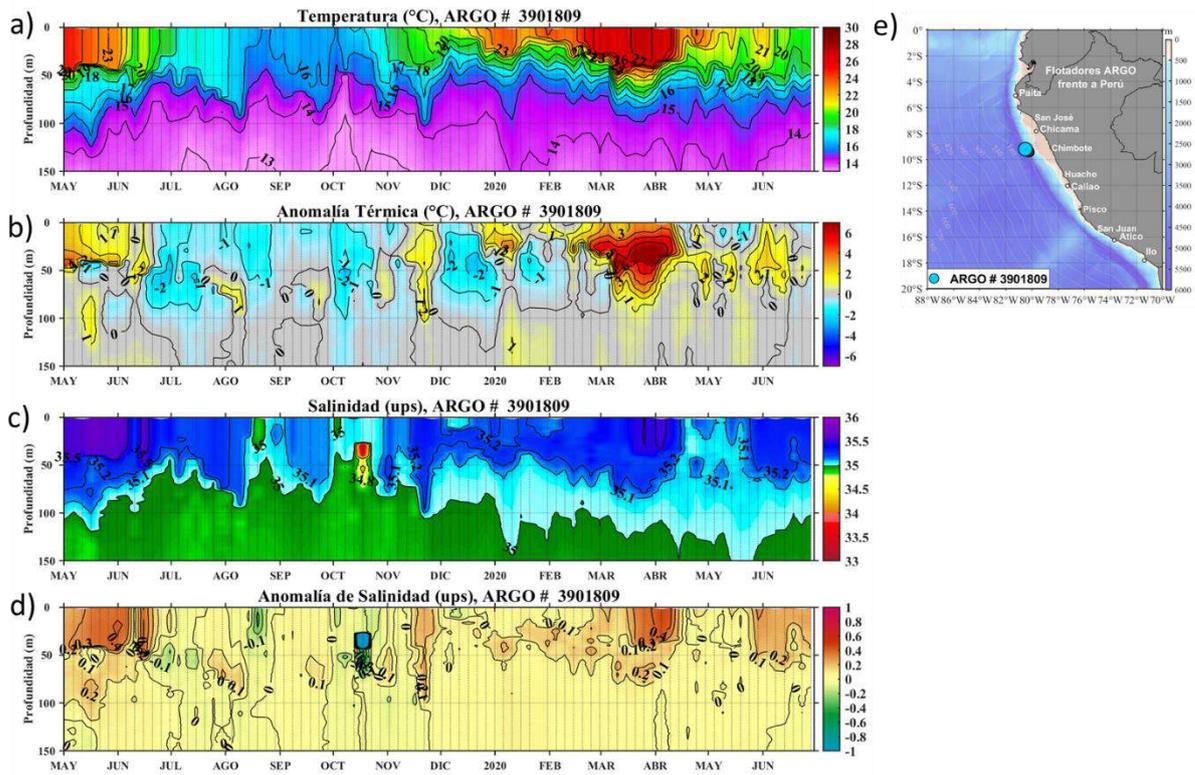


Figura 34. Evolución de la a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) del agua de mar de la boya ARGO frente a Chimbote, entre mayo de 2019 y junio 2020, y e) ubicación de las últimas posiciones para abril donde brindó información el flotador ARGO. La anomalía de la temperatura (°C) se calculó en base al promedio climatológico de 1981-2010. Procesamiento: AFIOQ/DGIOCC/IMARPE.

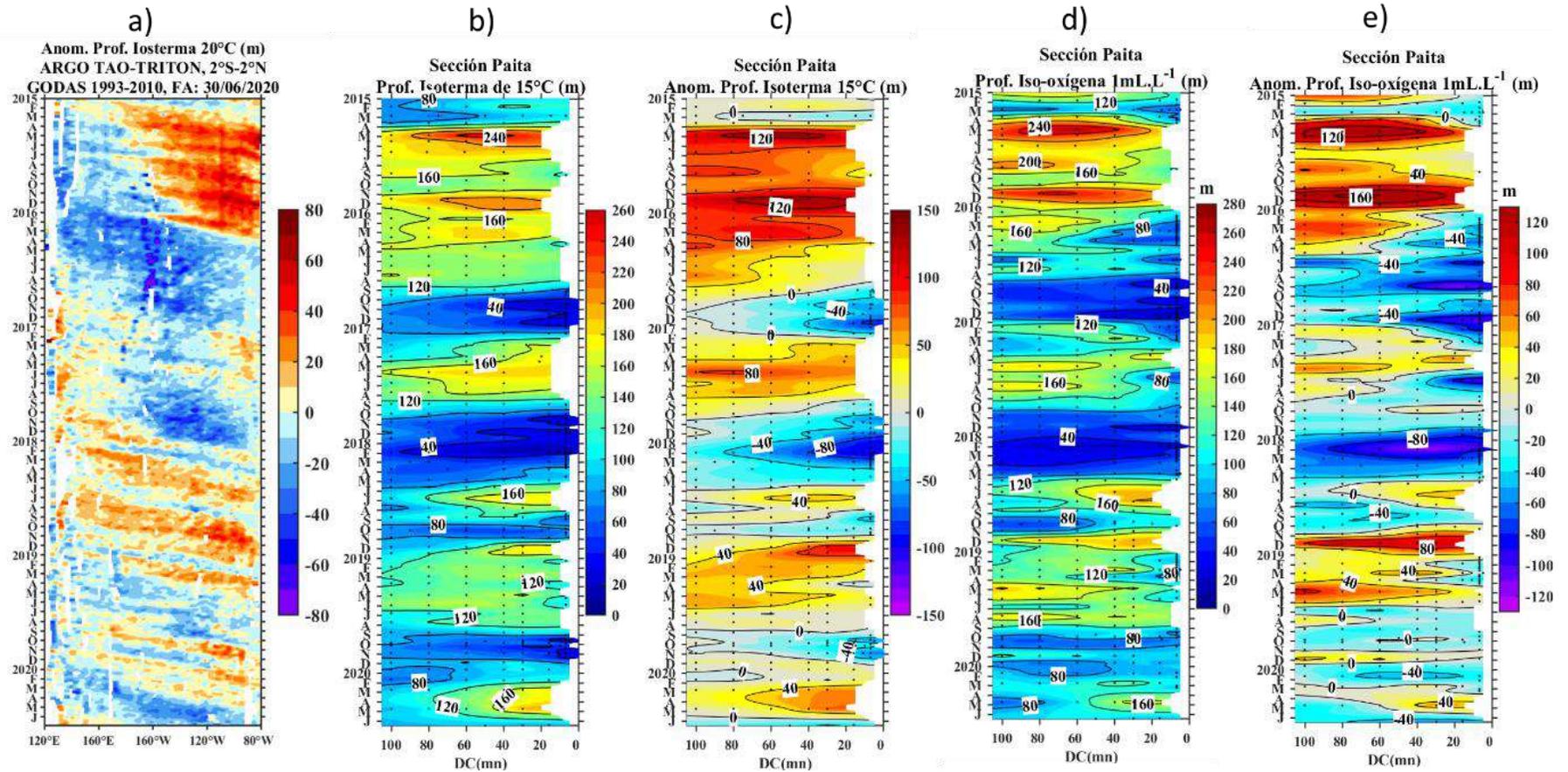


Figura 35. Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacifico ecuatorial (120°E-80°W y 2°N-2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, d) profundidad de la iso-oxigena de 1 mL L⁻¹, e) anomalía de la profundidad de la iso-oxigena de 1 mL L⁻¹ frente a Paita (0-100 m.n.). Climatología de 1981 a 2010.

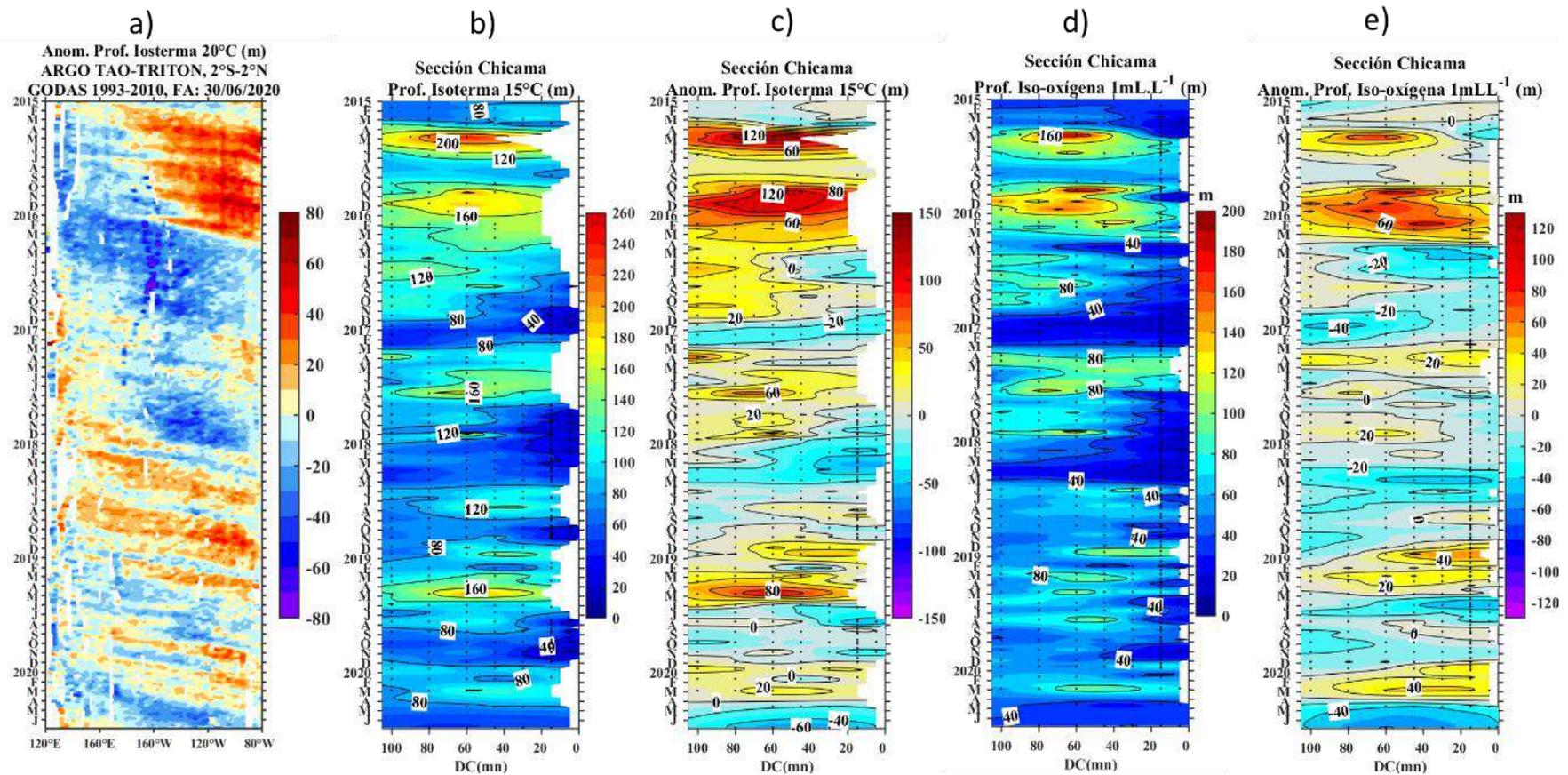


Figura 36. Diagrama Hovmoller de a) profundidad de la isoterma de 20 °C en el Pacifico ecuatorial (120°E-80°W y 2°N-2°S) con las boyas ARGO y TAO/TRITON, b) profundidad de la isoterma de 15 °C, c) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, d) profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L¹, e) anomalía de la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L¹ frente a Chicama (0-100 m.n.). Climatología de 1981 a 2010.

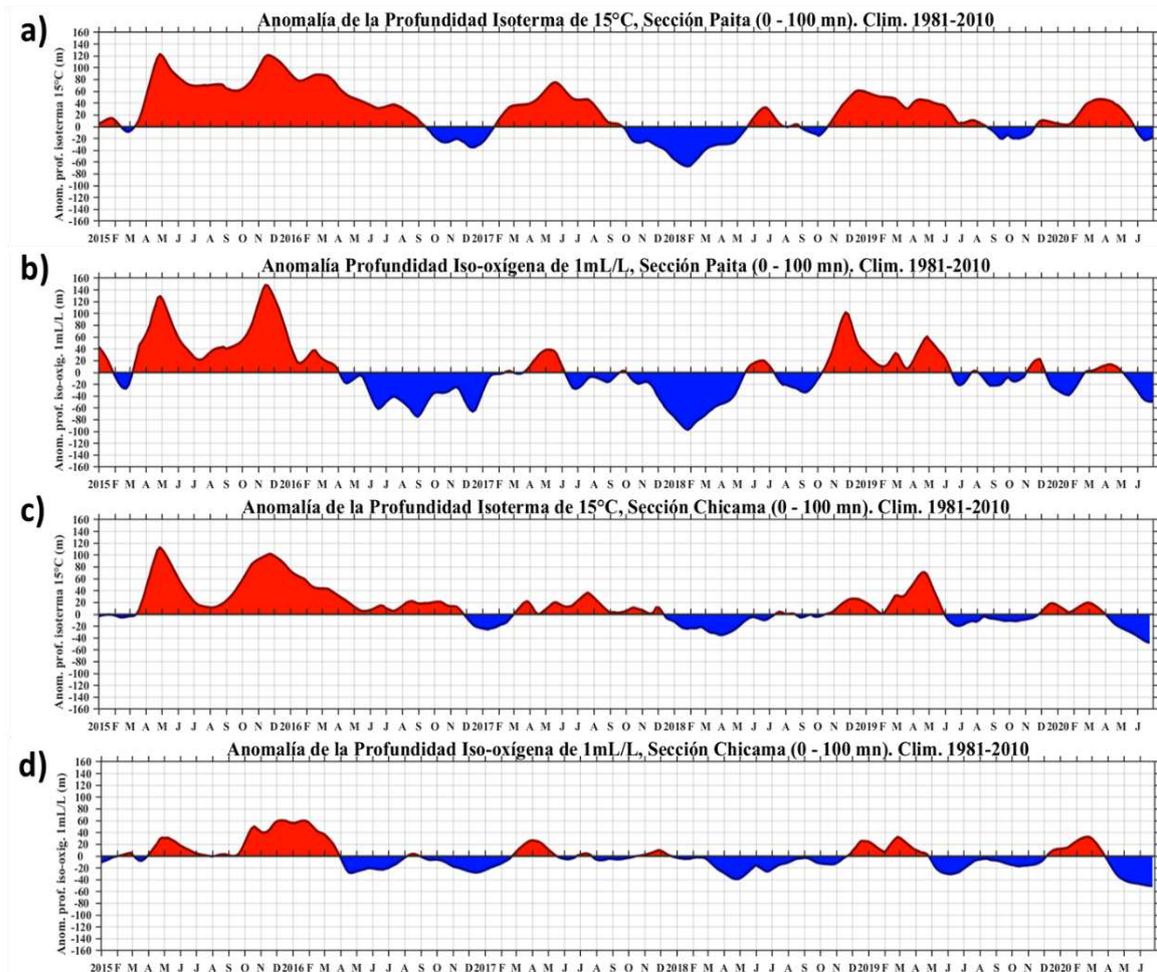
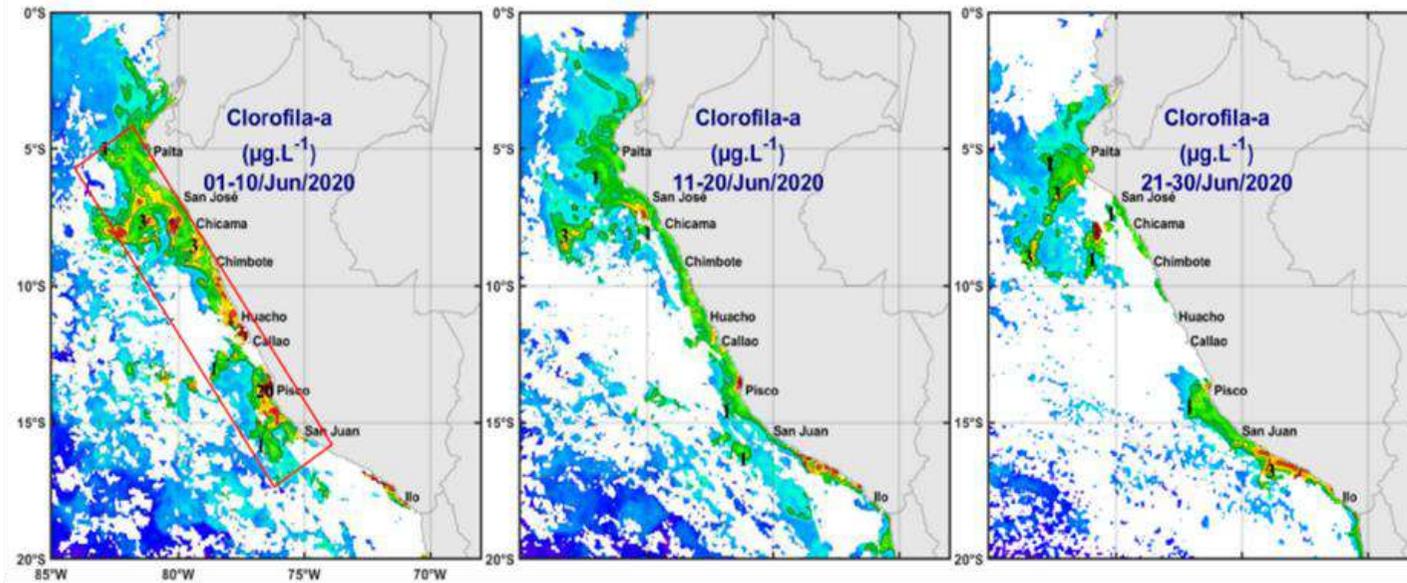


Figura 37. Serie de tiempo de promedio de 0 a 100 m.n. de la a) anomalía de la profundidad de la isoterma de 15 °C, b) iso-oxígena de 1 mL L¹ frente a Paita, c) profundidad de la isoterma de 15 °C, y d) anomalía de la profundidad de la iso-oxígena de 1 mL L¹ frente a Chicama. Climatología de 1981 a 2010.

a)



b)

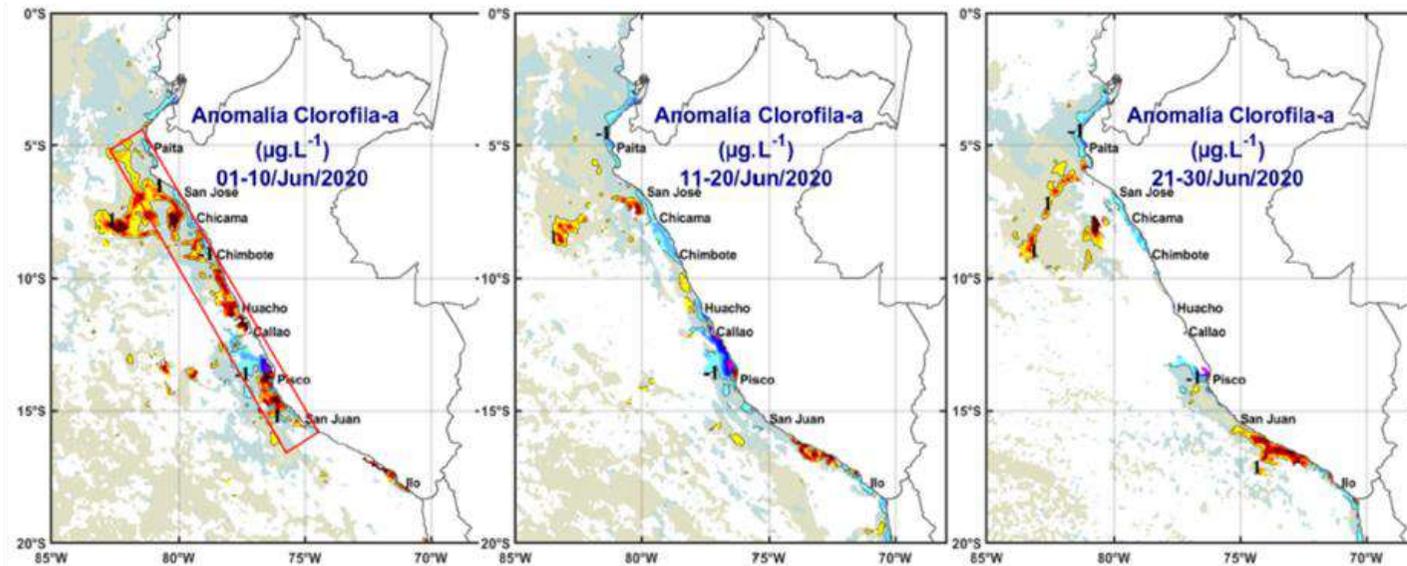


Figura 38. Promedios cada 10 días de las concentraciones de la clorofila-a (a) y sus anomalías (b) provenientes del satélite MODIS durante el mes de junio 2020.

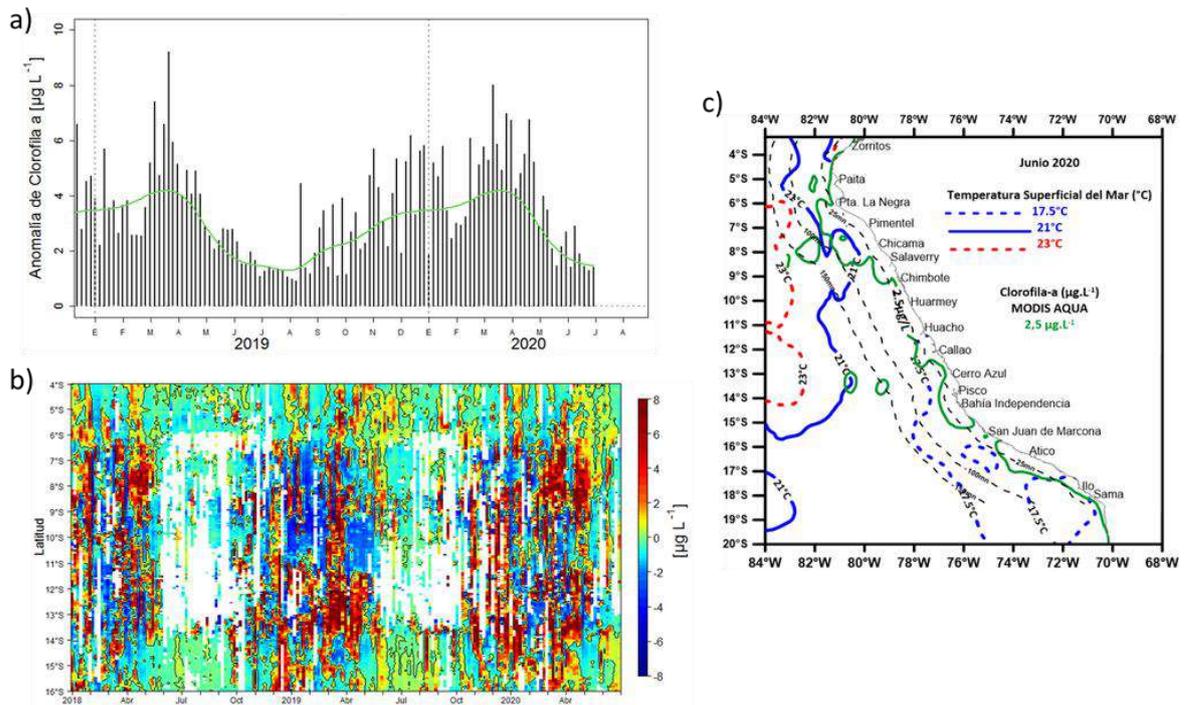


Figura 39. Serie de tiempo de las concentraciones de clorofila-a satelital (barra negra) y su climatología (línea verde) (a) proveniente de SeaWIFS+MODIS corregido (en $\mu\text{g L}^{-1}$), entre 4°S - 16°S y dentro de los 100 km de la costa; (b) Diagrama Hovmöller de las anomalías de clorofila-a con respecto a la latitud; y en (c) las isotermas de 21°C (línea azul continua) y $17,5^{\circ}\text{C}$ (línea azul discontinua) en superficie y la isolínea de $2,5 \mu\text{g L}^{-1}$ (línea verde) de MODIS-AQUA, durante junio 2020.

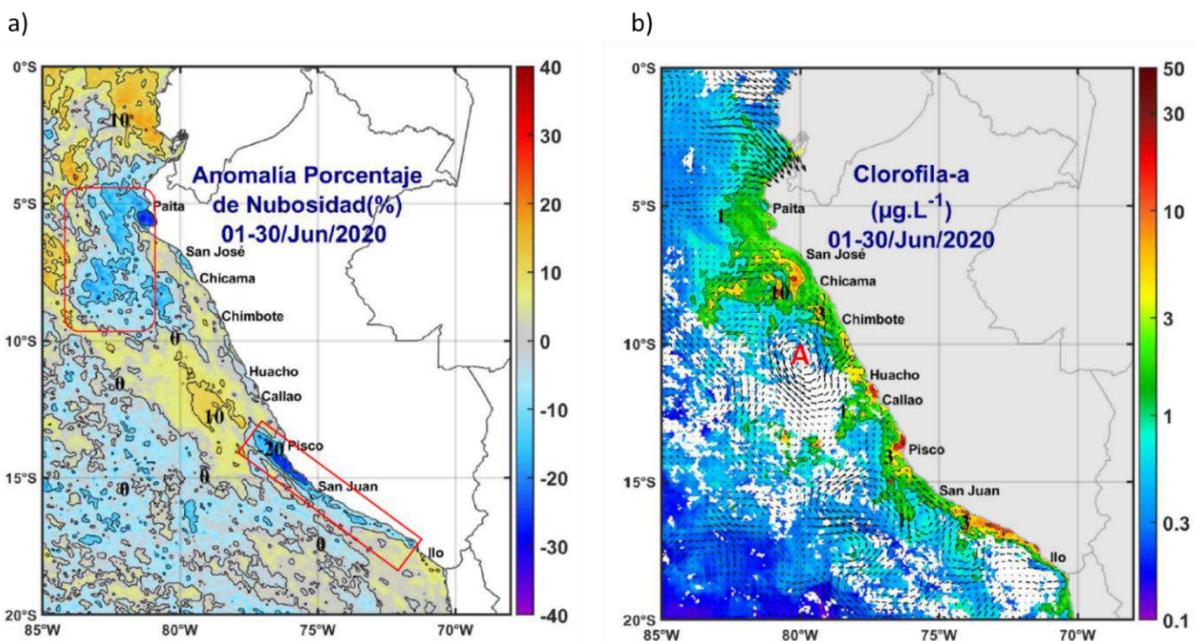


Figura 40. Promedio mensual de las anomalías del porcentaje de nubosidad (a) y la concentración de clorofila-a (b) durante junio 2020 proveniente del satélite MODIS-AQUA. En (b) se muestran los flujos geostróficos calculados a partir de la información de CMEMS.

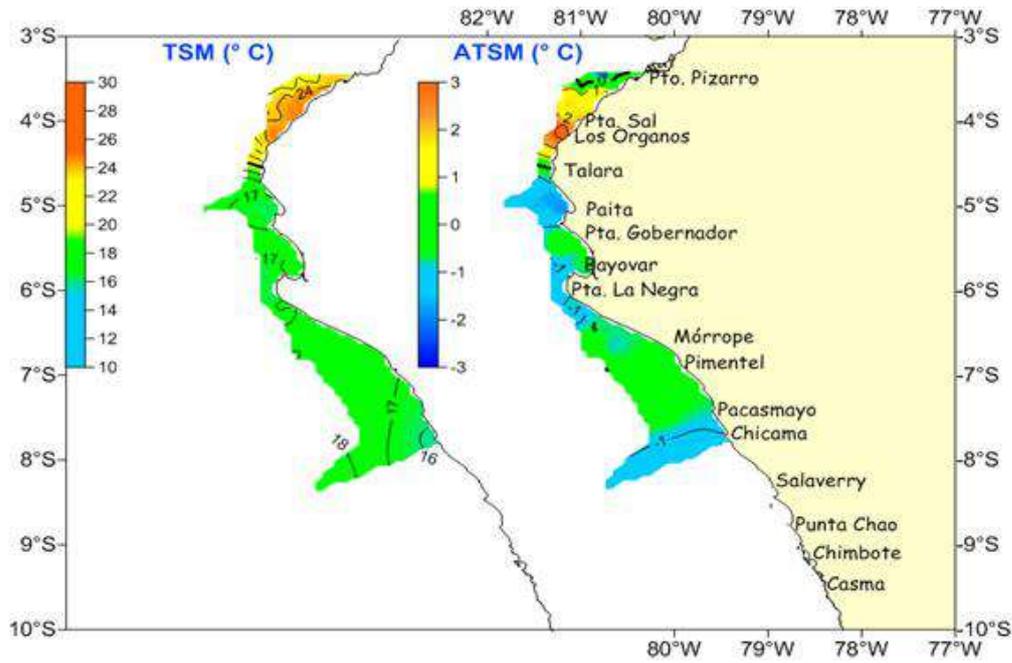


Figura 41. Distribución de: temperatura superficial del mar (°C) y anomalía térmica superficial del mar (°C). Cr. Demersales 2020-06. BIC Humboldt.

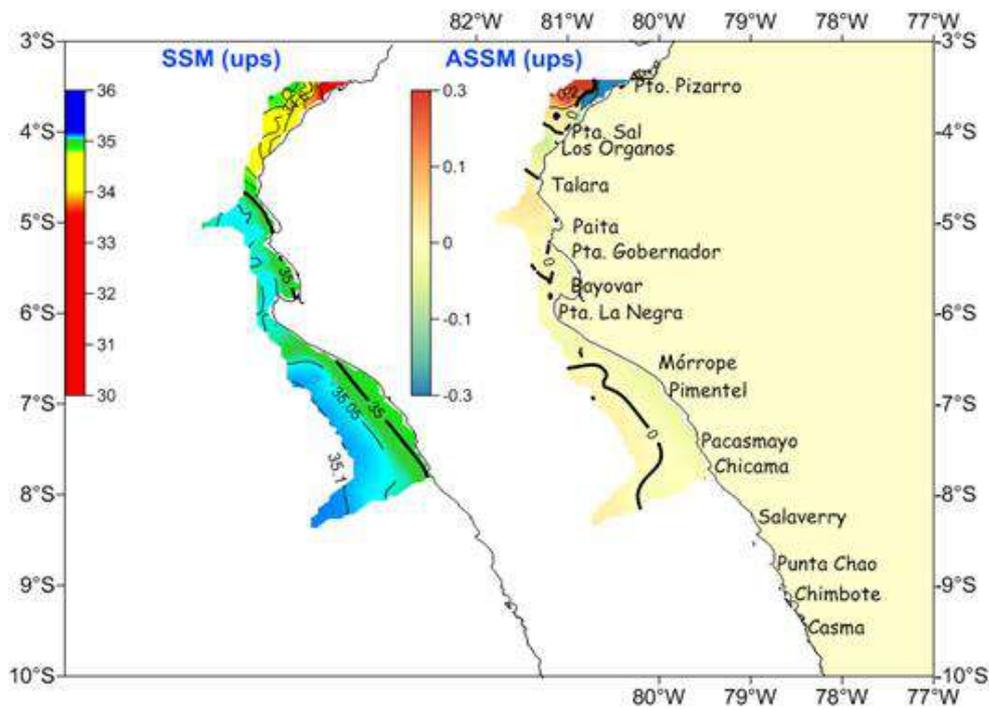


Figura 42. Distribución de: salinidad superficial del mar (ups) y anomalías halinas en la superficie del mar (ups). Cr. Demersales 2020-06. BIC Humboldt.

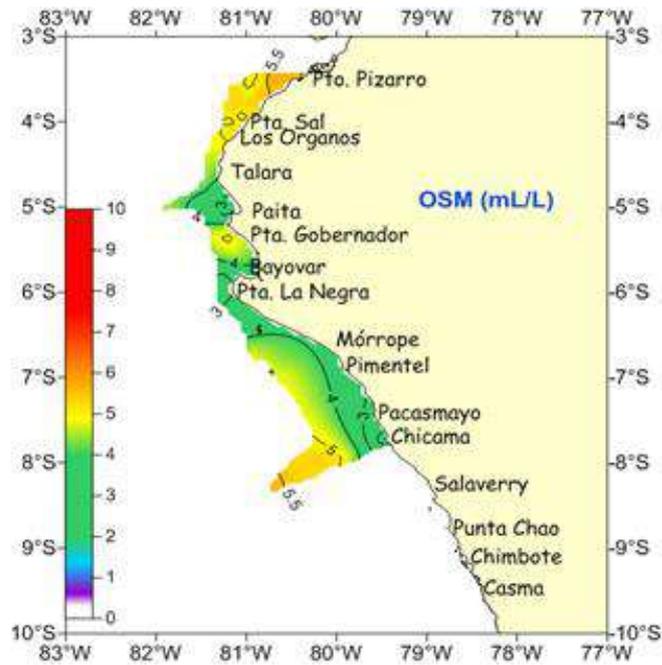


Figura 43. Distribución de oxígeno disuelto en la superficie del mar (mL L^{-1}). Demersales 2020-06.

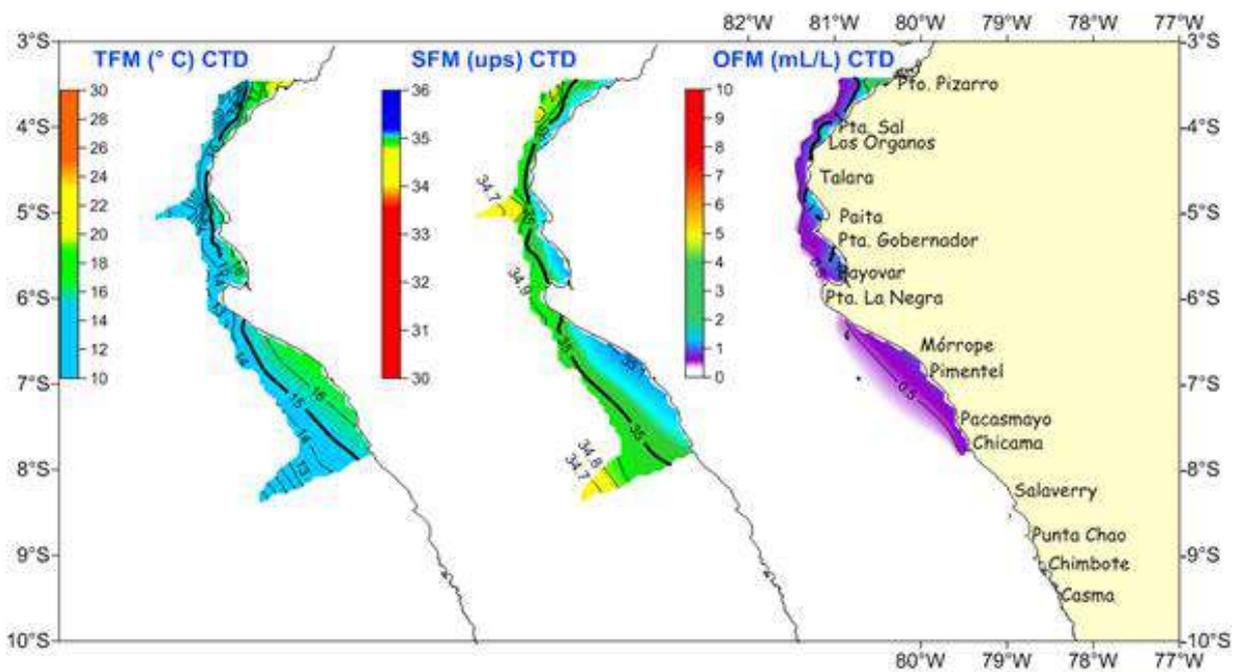


Figura 44. Distribución de: temperatura del fondo marino ($^{\circ}\text{C}$), salinidad del fondo marino (ups) y oxígeno del fondo marino (mL L^{-1}), Cr. Demersales 2020-06. BIC Humboldt.

a) SECCIÓN PAITA

		Distancia a la costa (mn)							
Año	Mes	100	80	60	50	40	15	11	5
2020	E								
	F								
	J								

b) SECCIÓN CHICAMA

		Distancia a la costa (mn)						
Año	Mes	100	80	60	45	30	15	5
2020	E							
	F							
	J							

c) PUNTO FIJO CALLAO (8 mn)

Fecha de muestreo	18/01/20	06/02/20	27/02/20	02/06/20

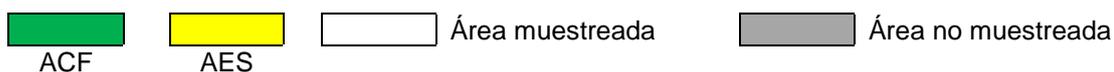


Figura 45. Distribución de indicadores biológicos de fitoplancton registrados en junio.

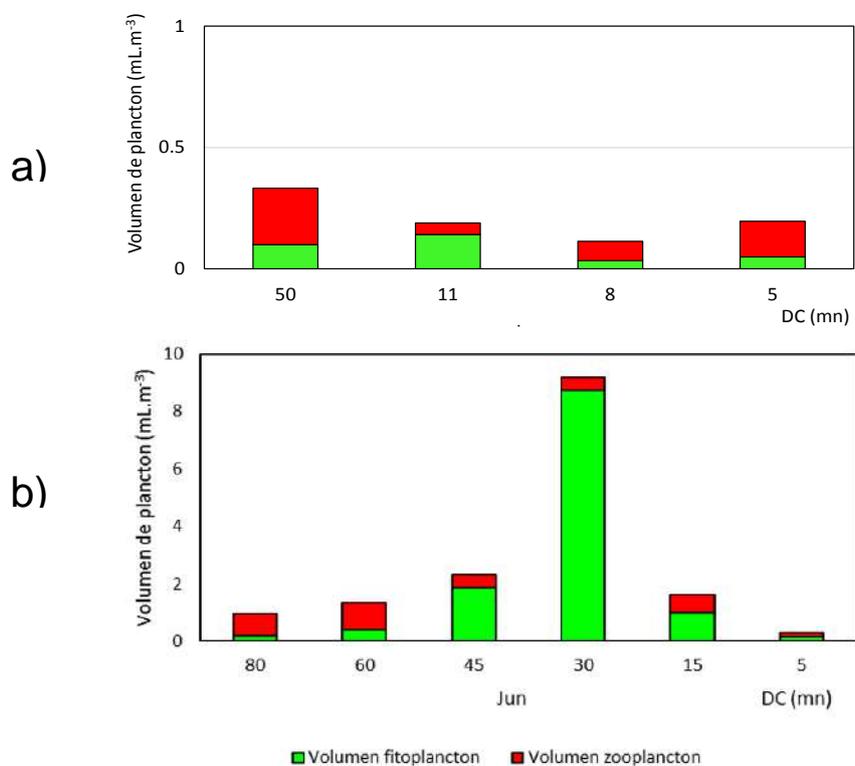


Figura 46. Variación de volúmenes de plancton en las secciones a) Paíta y b) Chicama durante junio 2020.

a)

Paíta

Distancia a la costa (mn)

Año	Mes	100	80	60	50	40	15	10	5
2020	E		ASS	ASS	ASS	ACF	AES		
	F	ACF	ACF	ASS	ASS	AES	ACF	ASS	AES
	A		ACF	ACF	ASS	ACF		ASS	ACF
	J	ASS	ASS	ASS	ACF	ASS	ACF	ACF	ACF

b)

Chicama

Distancia a la costa (mn)

Año	Mes	100	80	60	50	45	30	15	5
2020	E		AES	ASS	ASS	ACF	ACF	ACF	ACF
	F	ACF	ASS	ASS	ASS		ASS	ACF	
	A	ASS	ASS	ASS	ASS	ACF	ACF	ACF	ACF
	J	ASS	ACF	ACF	ASS	ACF	ACF	ACF	ACF

 ACF	 AES	 ASS	 AES/ACF	 ACF/ASS	 ACF/ASS/AES	 ASS/AE
 Área muestreada						
 Área no muestreada						

Figura 47. Distribución de indicadores biológicos de zooplancton e ictioplancton registrados en junio.

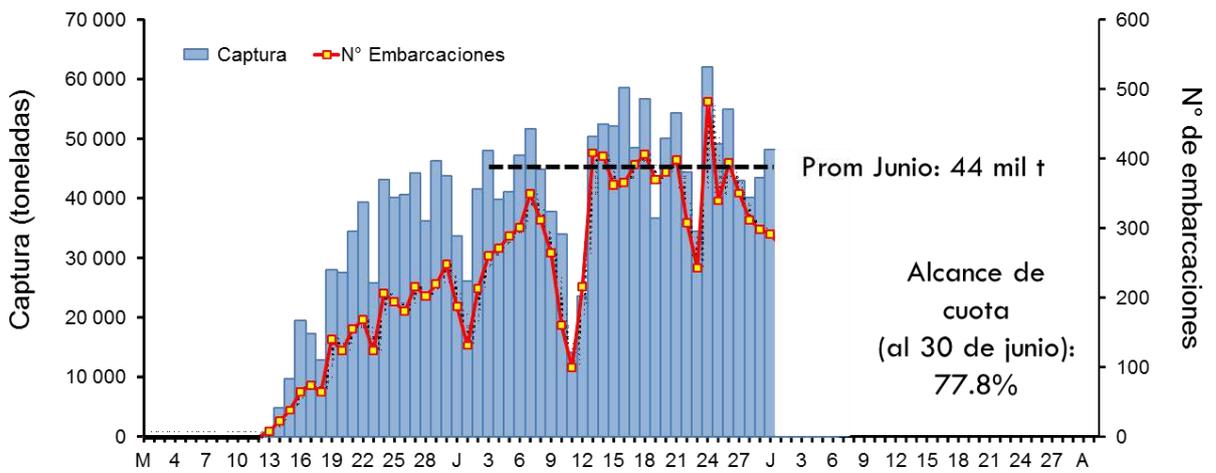


Figura 48. Desembarque (t) diario de anchoveta durante la primera temporada de pesca 2020 de la región norte - centro. Información al 30 de junio.

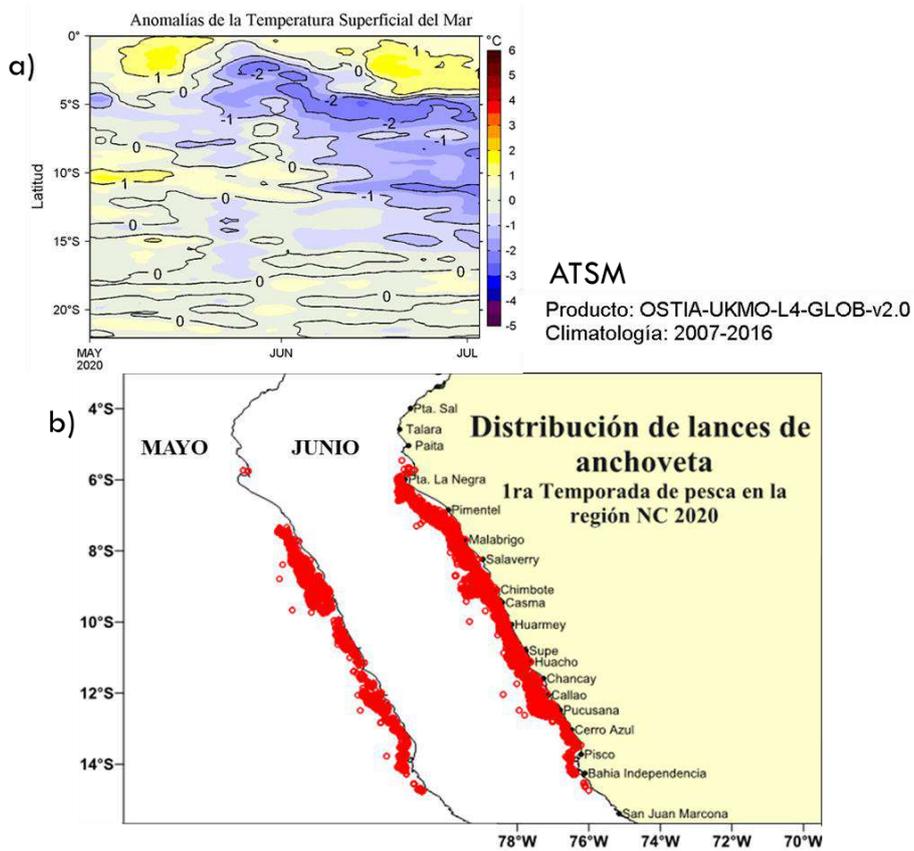


Figura 49. a) Anomalia de TSM y b) distribución mensual de la anchoveta durante mayo y junio 2020.

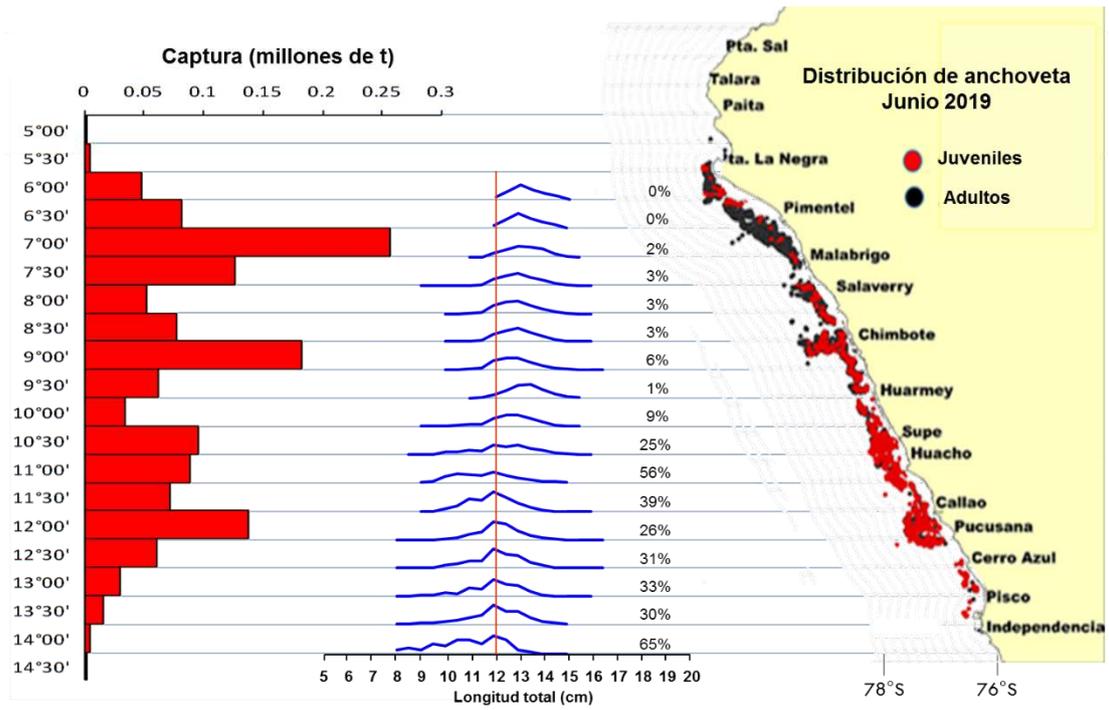


Figura 50. a) Captura, b) estructura de tamaños de la anchoveta y c) distribución de anchoveta durante junio 2020.

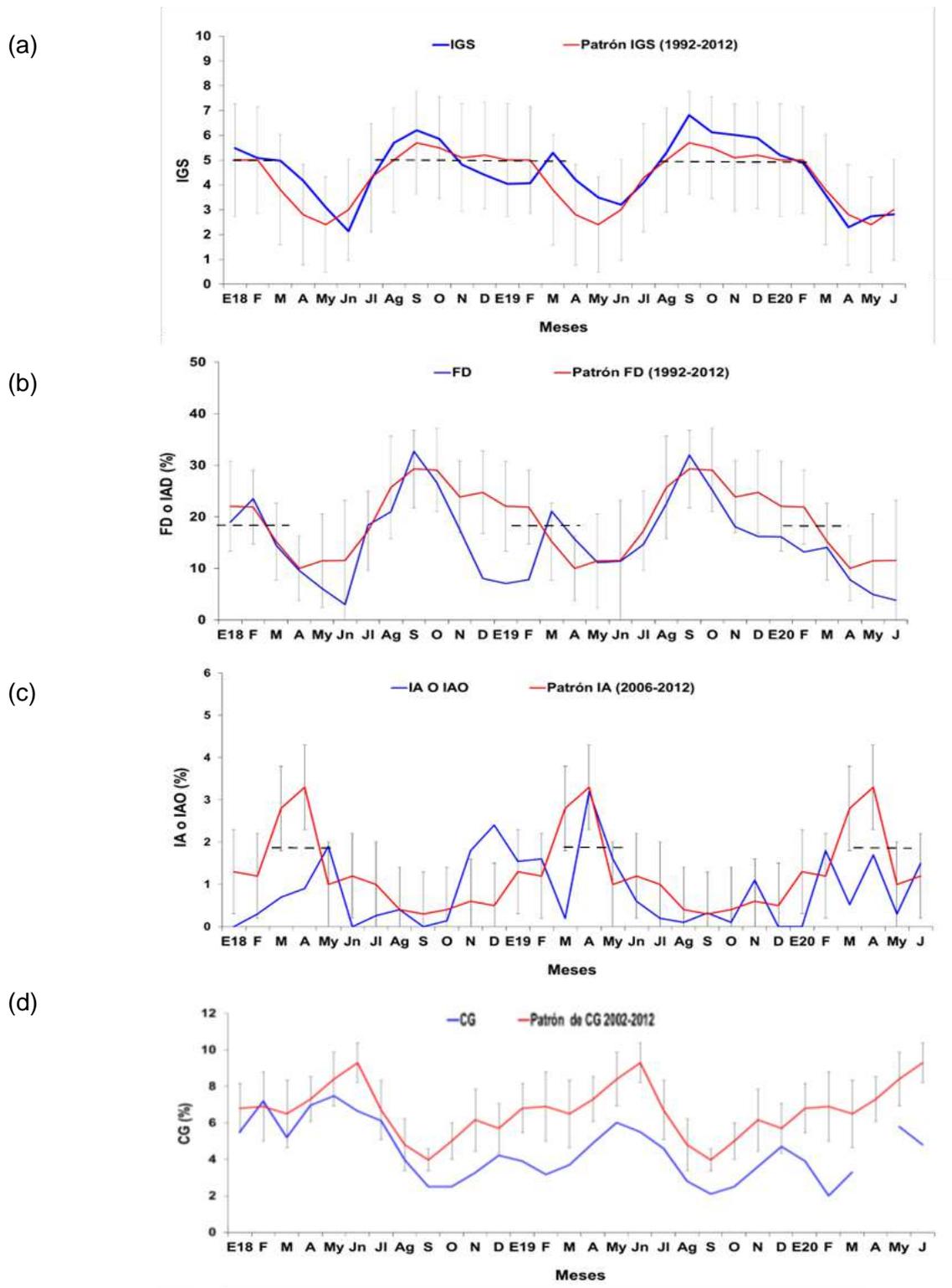


Figura 51. Indicadores reproductivos de anchoveta de la región norte centro: (a) Índice Gonadosomático (IGS, indicador de la actividad reproductiva), (b) Fracción Desovante (FD, indicador del proceso de desove), (c) índice de Atesia (IA, indicador de la finalización del desove); y, (d) Contenido Graso (CG, indicador de la reserva de energía), durante el periodo enero 2018 y junio 2020.

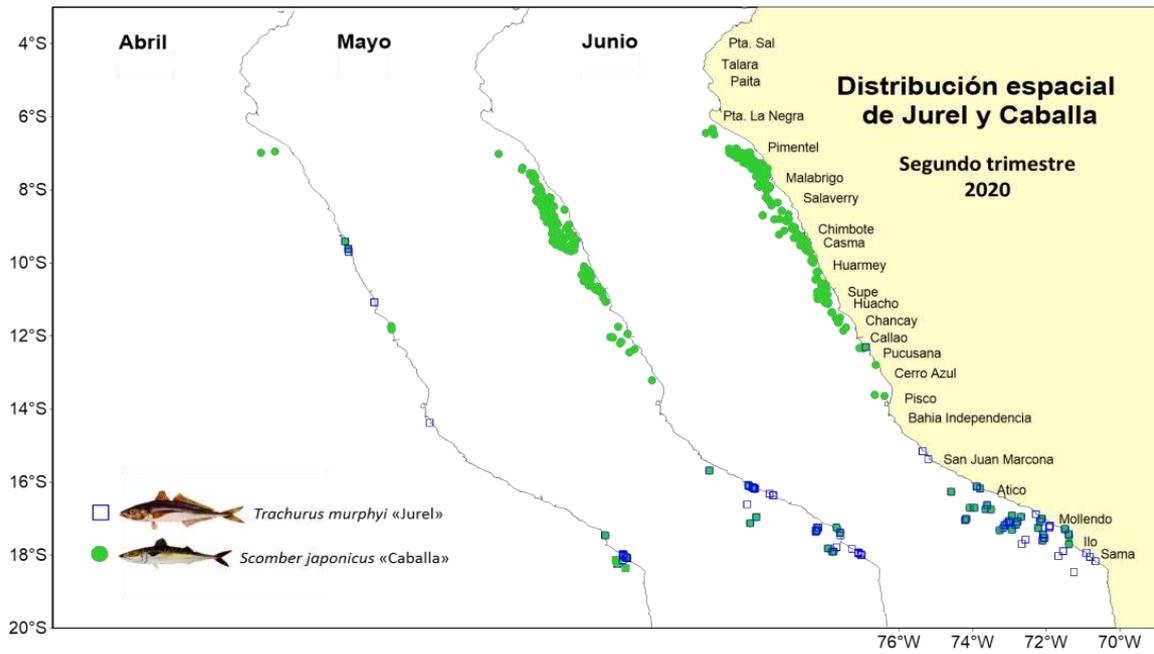


Figura 52. Distribución de jurel y caballa durante abril, mayo y junio 2020.

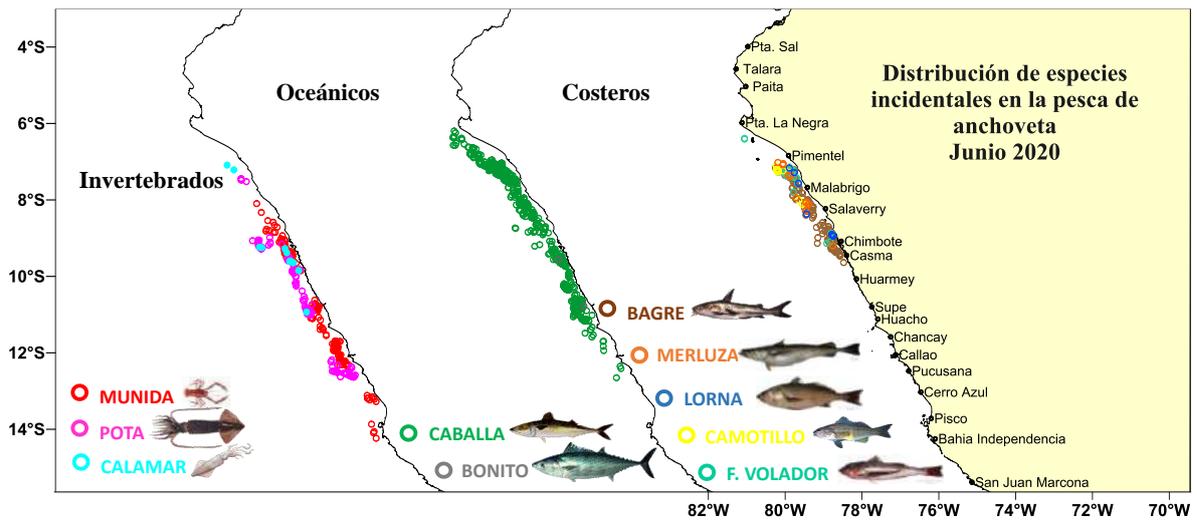


Figura 53. Distribución de otras especies observadas en la primera temporada de pesca de anchoveta en la región norte – centro. Junio 2020.

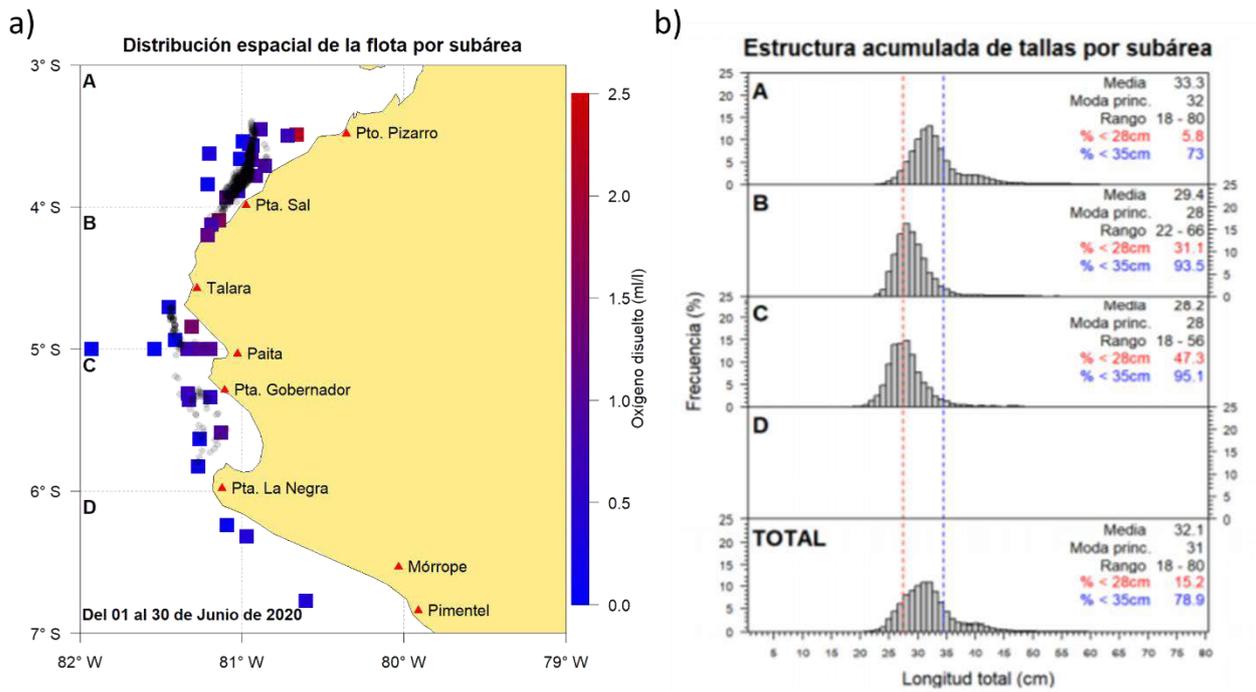


Figura 54. a) Distribución espacial de la flota arrastrera, junto con el oxígeno de fondo (en mL L^{-1}) y b) estructura de tallas de merluza por subáreas durante junio 2020. Fuente: AFIPDBL/DGIRD/IMARPE.

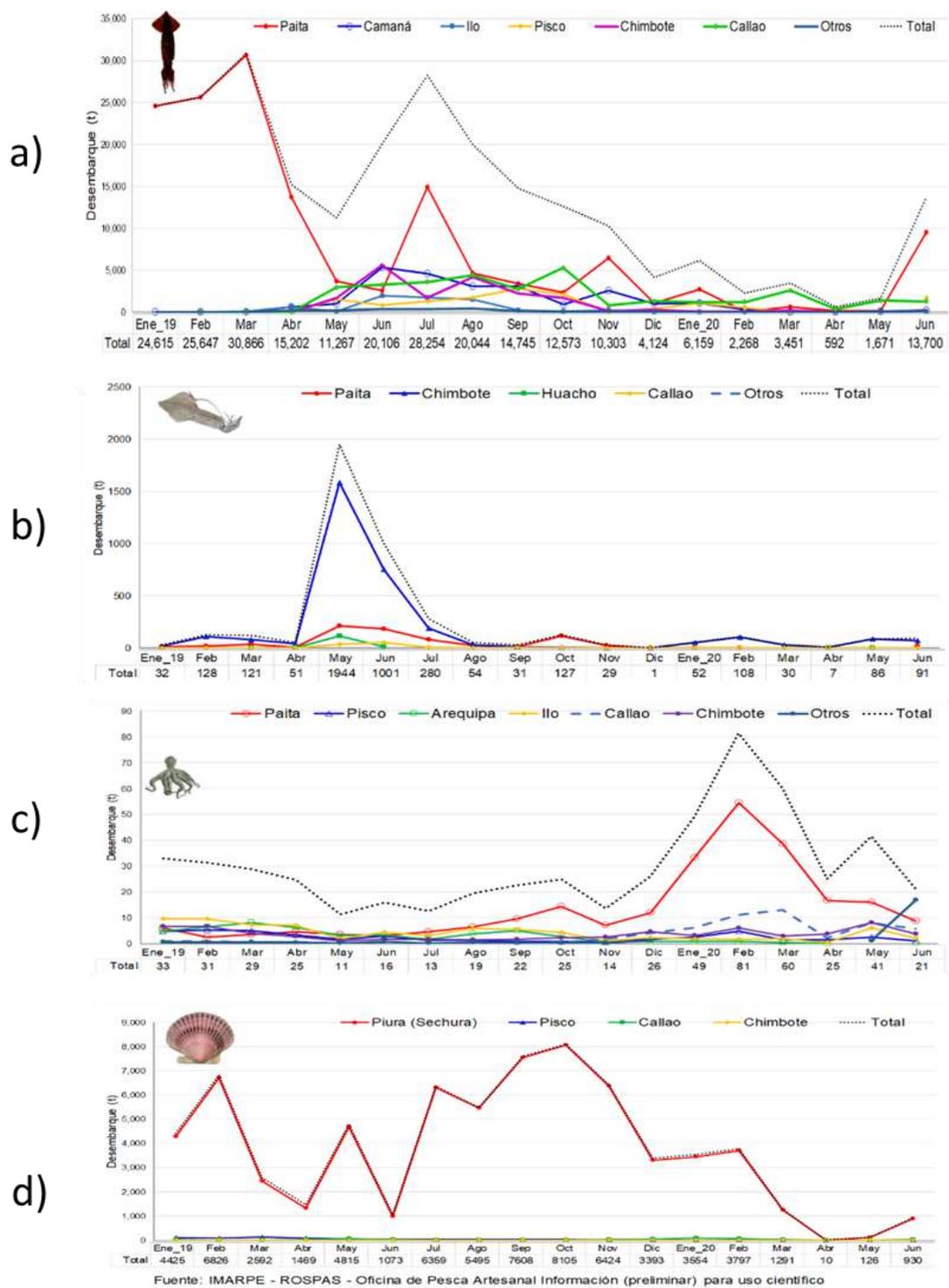


Figura 55. Desembarque (en toneladas) de la flota artesanal a) pota, b) calamar común, c) pulpo y d) concha de abanico durante el periodo enero 2019 – junio 2020. Fuente: AFIIMM/DGIRDL/IMARPE.

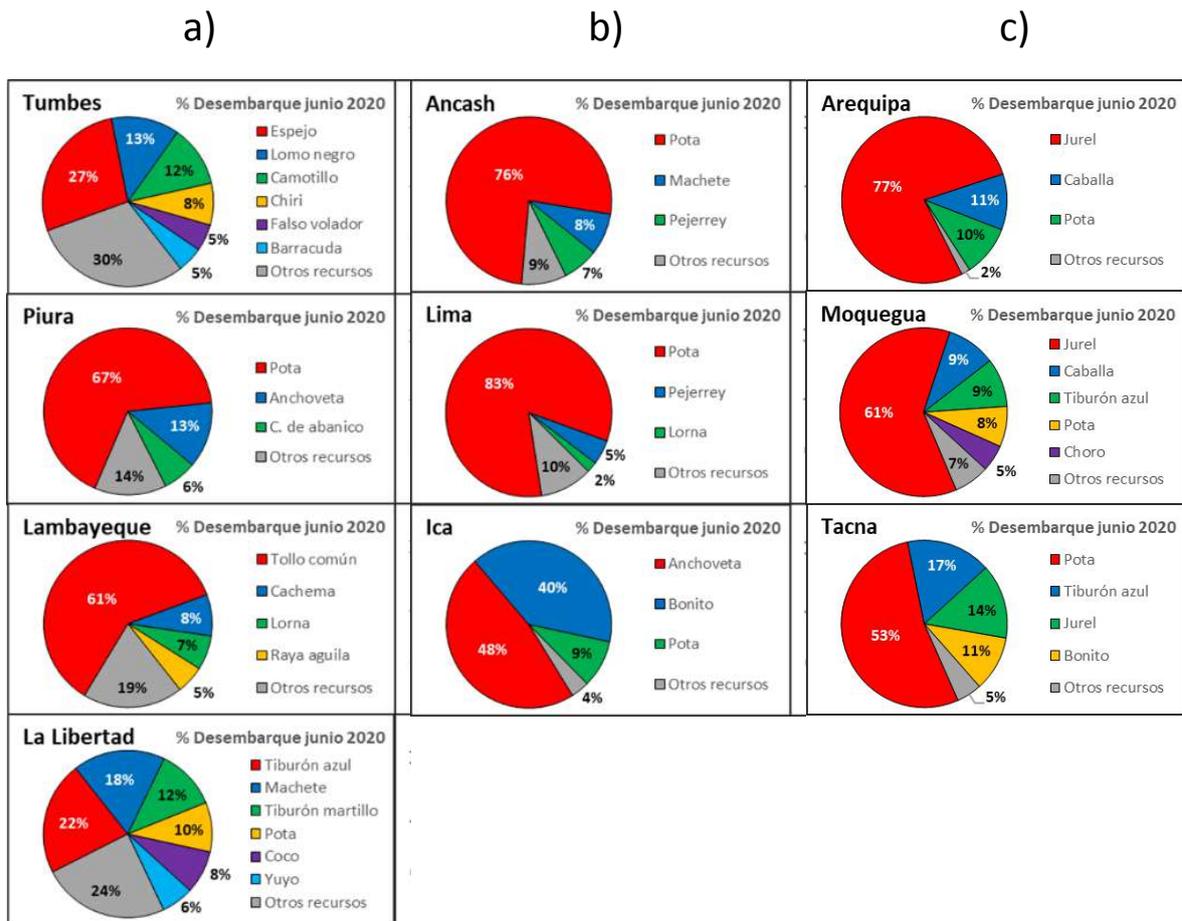


Figura 56. Principales recursos pesqueros según volumen de desembarque (t) por departamentos registrados por la pesca artesanal en la zona a) norte, b) centro y c) sur, durante junio 2020. Fuente: AFIPDBL /DGIRDL/IMARPE

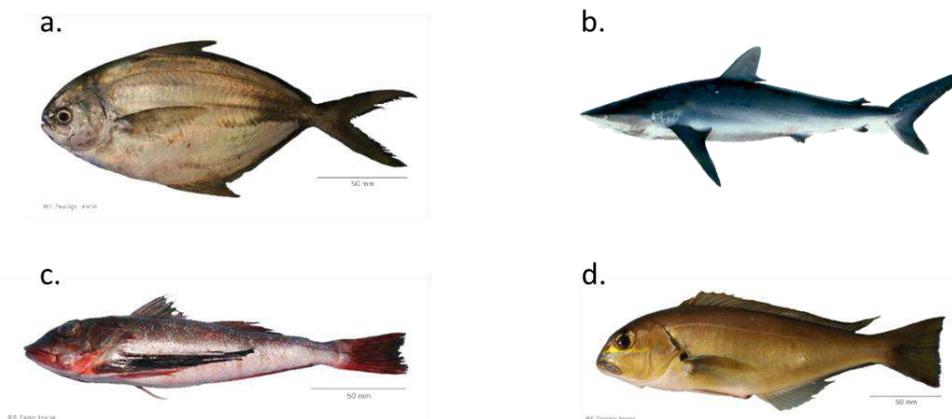


Figura 57. Especies de aguas cálidas reportadas más al sur de su límite inferior de distribución usual, junio 2020: a) “Chiri lomo negro” *Peprilus snyderi*; b) “Tollo mantequero” *Carcharhinus falciformis*; c) “Falso volador” *Prionotus stephanophrys*; d) “Peje blanco” *Caulolatilus affinis*.

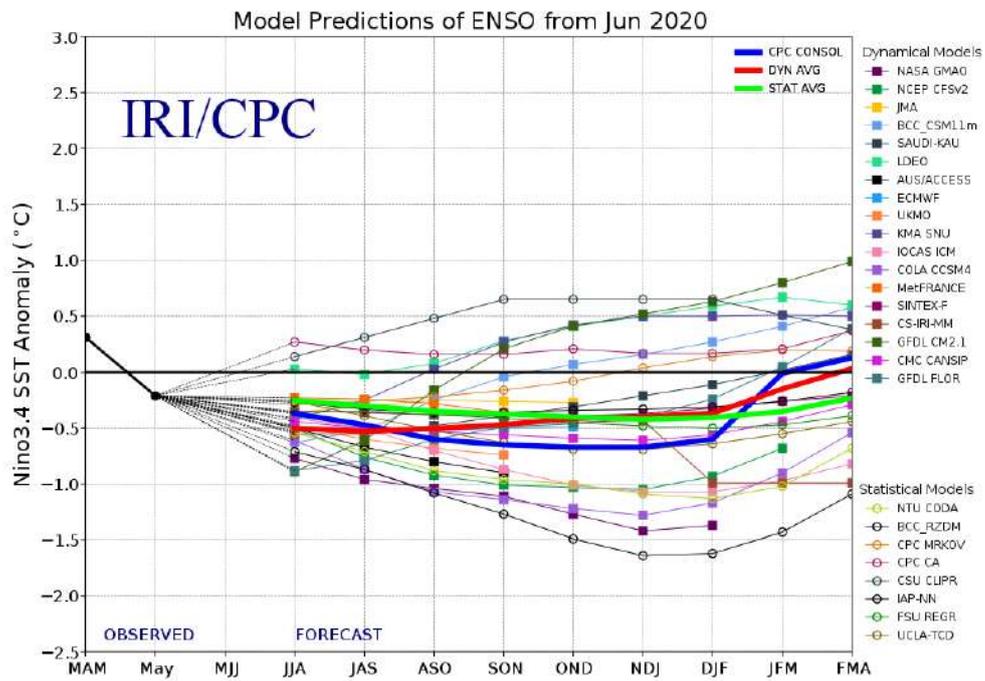


Figura 58. Pronóstico del índice Niño 3.4 mediante modelos climáticos estadístico y dinámico. Fuente: IRI/CPC, junio 2020.

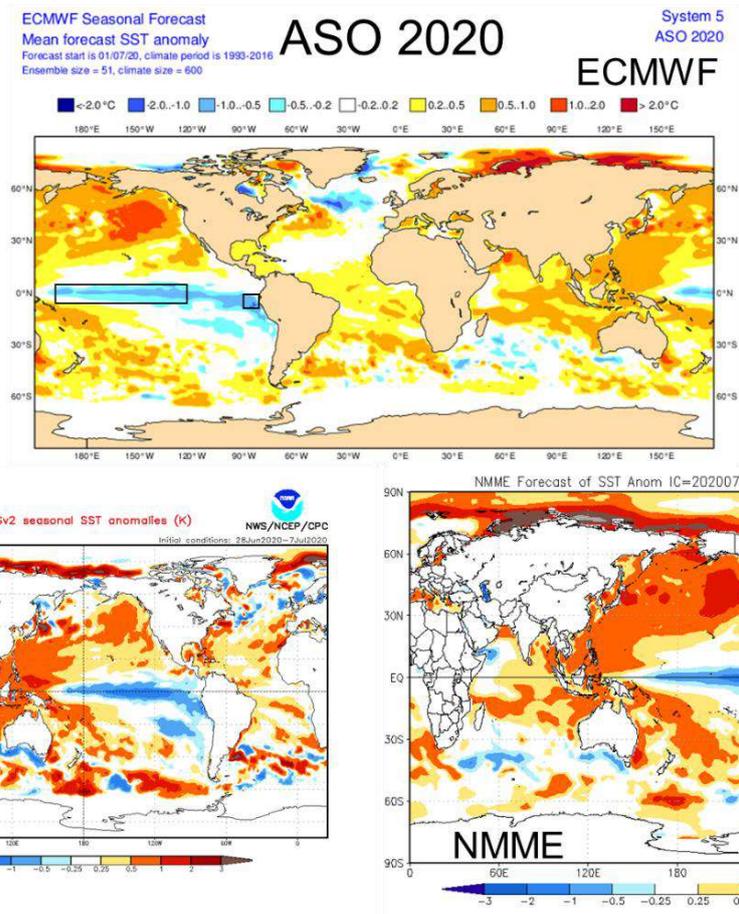


Figura 59. Pronóstico de la TSM para el trimestre ASO 2020 del modelo ECMWF, CFSv2, y NMME (condiciones iniciales: inicios de julio 2020). Los recuadros indican la región El Niño 3.4 y 1+2. Fuente: IRI/CPC.

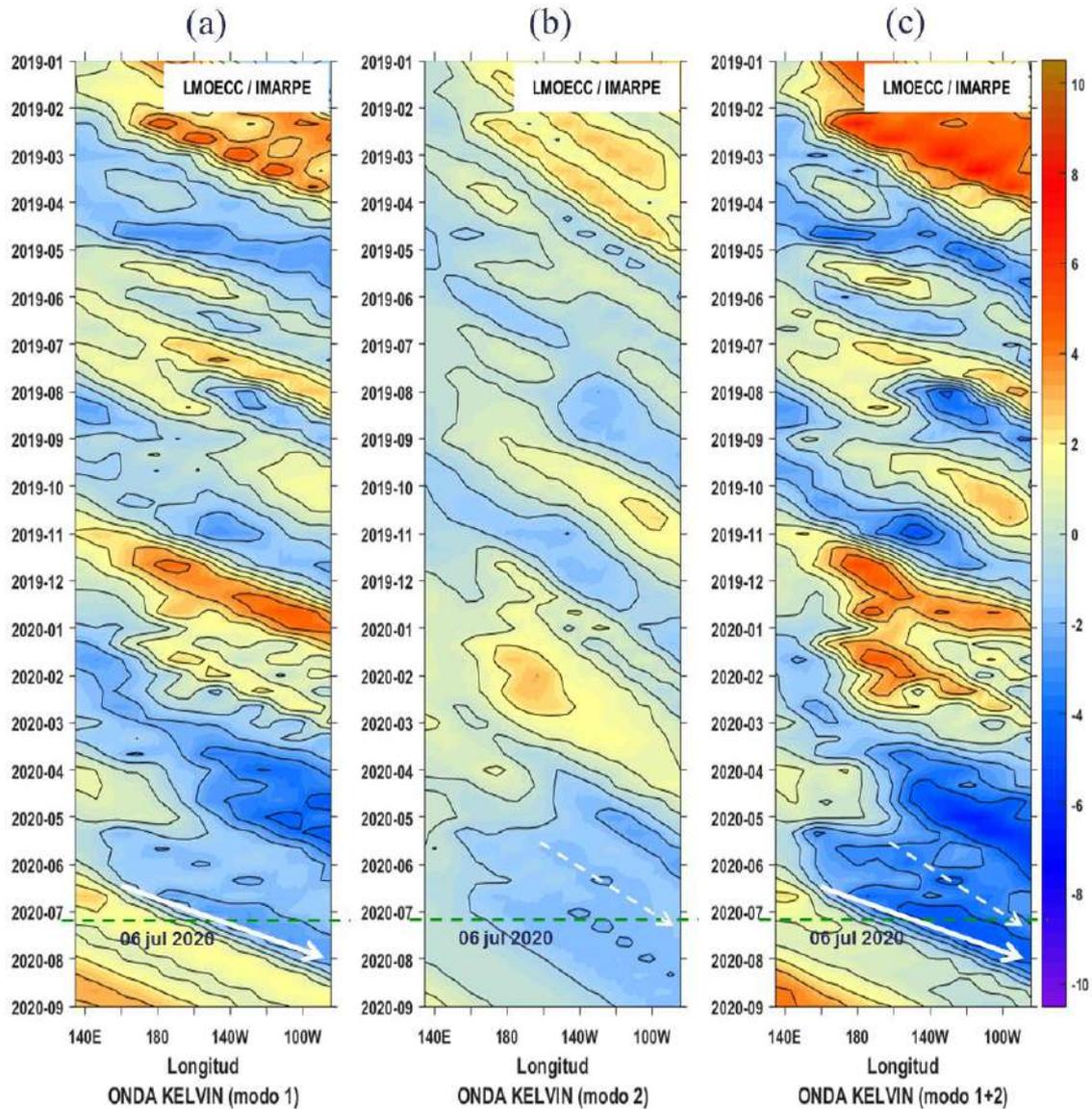


Figura 60. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

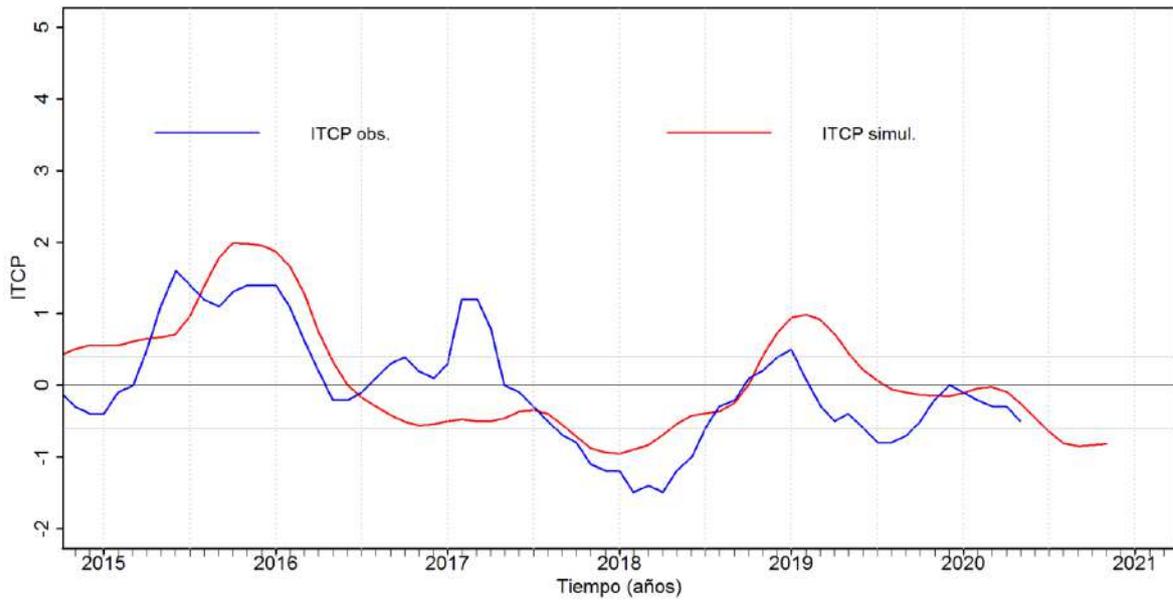


Figura 61. Pronóstico del ITCP mediante un modelo acoplado océano-atmosfera de complejidad intermedia, con datos actualizados hasta el mes de junio 2020. Fuente: IMARPE.

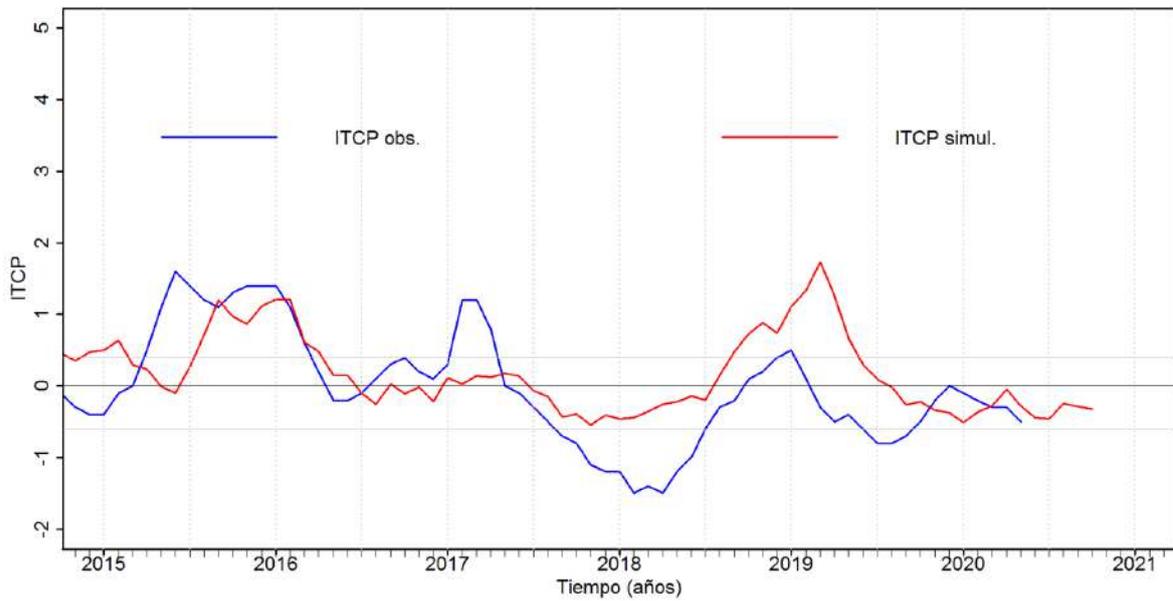


Figura 62. Pronóstico del ITCP mediante un modelo estadístico, con datos actualizados hasta el mes de junio 2020. Fuente: IMARPE.