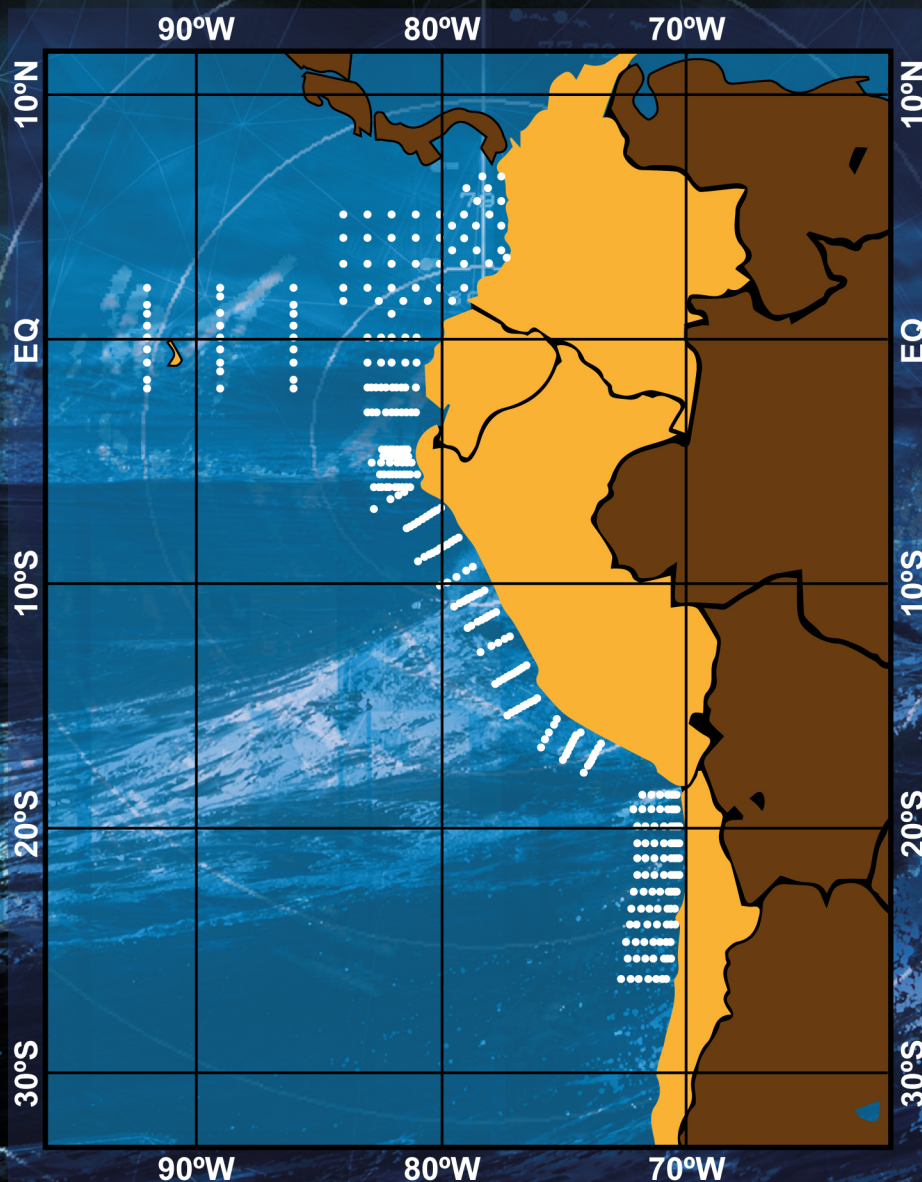




Informe Final del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste



Condiciones físicas del Océano Pacífico Tropical Oriental
15 de septiembre - 04 de noviembre de 2019

Nota de responsabilidad:

Este documento ha sido preparado por investigadores del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP) de Colombia, del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) de Chile, del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) de Ecuador, y de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) de Chile, con la coordinación de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Las designaciones empleadas y la presentación de la información en este documento no implican la expresión de juicio alguno de parte de la CPPS. Los puntos de vista expresados en este documento son responsabilidad de sus autores y no necesariamente son los puntos de vista de la CPPS.

COMISIÓN PERMANENTE DEL PACÍFICO SUR – CPPS

Dirección de Asuntos Científicos y Recursos Pesqueros

Av. Francisco de Orellana y Miguel H. Alcívar

Centro empresarial “Las Cámaras”, torre B, planta baja, oficinas 1, 2 y 3

Teléfono: (593-4) 3714390

Correo electrónico: sgeneral@cpps-int.org

www.cpps-int.org

Guayaquil, Ecuador

Para efectos bibliográficos se sugiere citar este documento de la siguiente manera:

CPPS 2023. Informe Final del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico sudeste: Condiciones océano-atmosféricas en el océano Pacífico tropical oriental en septiembre y noviembre 2019. Comisión Permanente del Pacífico Sur-CPPS. Guayaquil, Ecuador. 46 p.

Autores:

Ana Caicedo-Laurido, Manuel Gutiérrez Moreno, Jair Rojas Bedoya, Leonor Vera; Leonardo Alvarado García; Sonia Recalde; Carmen Grados; Katherine Vásquez, Luis Vásquez, David Correa, Daniel Quispe, Miguel Sarmiento, Juana Fiestas, Roberto Chauca, Catherine Grendi, Milena Pizarro, Adrián Bustamante, Úrsula Cifuentes Ojeda, Carolina Salinas, Hernán Reyes.

Fotos en la portada:

Fondo: MPZ / 123RF

Mapa: Propio (distribución de las estaciones)

ISBN: 978-9942-8980-5-0



© 2023 CPPS

Guayaquil, Ecuador

INFORME FINAL DEL VIGÉSIMO SEGUNDO CRUCERO
REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN
OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE

Condiciones físicas del Océano Pacífico Tropical Oriental
15 de septiembre – 04 de octubre de 2019

CPPS

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I INTRODUCCIÓN	3
II ANTECEDENTES	4
III DATOS Y MÉTODOS	5
3.1. ZONA Y PERIODO DE ESTUDIO	5
3.2. OBTENCIÓN DE DATOS <i>IN SITU</i>	5
3.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	5
3.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SATELITAL DURANTE EL PERÍODO DEL CRUCERO	6
IV RESULTADOS	7
4.1. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	7
4.2. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FÍSICAS	7
4.2.1. TEMPERATURA Y SALINIDAD SUPERFICIAL DEL MAR	7
4.2.2. DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE LA TEMPERATURA Y LA SALINIDAD	9
4.2.3. PROFUNDIDAD DE LA ISOTERMA DE 15°C Y 20°C	10
4.2.4. MASAS DE AGUA	11
V DISCUSIÓN	13
VI CONCLUSIONES	15
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
RECONOCIMIENTOS	18

FIGURAS

Figura 1.	Series de tiempo de los índices climáticos Regiones El Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2 (NOAA, 2020).	21
Figura 2.	Índice Multivariado de ENOS (MEI v2; Wolter y Timlin, 1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015), Índice Niño Oceánico (ONI; Huang et al., 2017), Índice Costero El Niño (ICEN; Takahashi et al., 2014), Índice Multivariado de Tumaco (Rodríguez-Rubio, 2013), Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) de enero 2019 a marzo 2020.	22
Figura 3.	Diagrama Hövmoller de la anomalía promedio de la TSM en el océano Pacífico oriental para franjas representativas del sector costero (0-30 mn) y oceánico (40-100 mn) así como del archipiélago de las I. Galápagos (1°N-2°S y 89°W y 93°W) entre 6°N y 26°S para el periodo 2002-2019. La escala de colores representa la magnitud de la variable medida en °C.	23
Figura 4.	Distribución de estaciones oceanográficas realizadas durante del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo entre septiembre y noviembre 2019.	24
Figura 5.	Distribución de la magnitud (m/s) y dirección del viento (°) en el Pacífico oriental para septiembre (a) y octubre de 2019 (b). La dirección del viento se encuentra referida de acuerdo con el estándar internacional con 0°, en el norte geográfico.	25
Figura 6.	a) Temperatura Superficial del Mar (TSM) y b) Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM) entre septiembre y noviembre 2019 en el marco del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste. Las anomalías térmicas se estimaron con la climatología de Baranova et al. y Boyer et al., 2018.	26
Figura 7.	Salinidad Superficial del Mar (a; SSM) y su anomalía (b; ASSM) entre septiembre y noviembre 2019 en el marco del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste. La escala de colores representa la magnitud de la variable. Las anomalías se estimaron de acuerdo con Zweng et al., 2018 y Boyer et al, 2018.	27
Figura 8.	Distribución vertical de la temperatura del agua de mar en los transectos (a) Tumaco (2°N), (b) Gorgona (3°N), (c) Buenaventura (4°N), (d) Baudó (5°N) frente a las costas de Colombia durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable en °C.	28
Figura 9.	Distribución vertical de la temperatura del agua de mar en las transectas 82°W (a), 86°W (b), 89°W (c), y 92°W (d) frente a las costas de Ecuador durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable en °C.	29
Figura 10.	Distribución vertical de la temperatura del agua de mar en las transectas (a) Paita (5°S), (b) Chimbote (9°S), (c) Callao (12°S) y (d) San Juan (15°S) frente a las costas de Perú durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable en °C.	30

Figura 11.	Distribución vertical de la temperatura en las transectas a) Arica (18.41 °S), b) Punta Junín (19.66 °S), c) Punta Copaca (22.33 °S), d) Antofagasta (23.66 °S) en Chile durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable.	31
Figura 12.	Distribución vertical de la salinidad en las transectas (a) Tumaco (2°N), (b) Gorgona (3°N), (c) Buenaventura (4°N), (d) Baudó (5°N) frente a las costas de Colombia durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable.	32
Figura 13.	Distribución vertical de la salinidad en las transectas 82°W (a), 86°W (b), 89°W (c), y 92°W (d) frente a las costas de Ecuador durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. La escala de colores representa la magnitud de la variable.	33
Figura 14.	Distribución vertical de la salinidad del agua de mar en las transectas (a) Paita (5°S), (b) Chimbote (9°S), (c) Callao (12°S) y (d) San Juan (15°S) frente a las costas de Perú durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable en °C.	34
Figura 15.	Distribución vertical de la salinidad en las transectas a) Arica (18.41 °S), b) Punta Junín (19.66 °S), c) Punta Copaca (22.33 °S), d) Antofagasta (23.66 °S) en Chile durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable.	35
Figura 16.	Profundidad de la isoterma de 15°C (a) y 20°C (b) durante del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019.	36
Figura 17.	Diagrama T-S y masas de agua identificadas durante el Vigésimo segundo Crucero Oceanográfico Regional de Investigación Conjunta en el Pacífico Sudeste para el periodo septiembre y noviembre 2019. Se etiqueta el Agua Costera Colombiana (ACC), Agua Tropical Superficial (ATS), Agua Ecuatorial Superficial (AES), Agua Superficial Subtropical (ASS), Agua Subsuperficial Subtropical (ASST), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), Agua Subantártica (ASAA) y Agua Intermedia Antártica (AIAA).	37
Figura 18.	Distribución espacial promedio de la Temperatura Superficial del Mar (TSM; a) y su anomalía (ATSM; b) para el mes de septiembre 2019. La escala de colores representa la magnitud de la variable en °C.	38
Figura 19.	Distribución espacial promedio de la Temperatura Superficial del Mar (TSM; a) y su anomalía (ATSM; b) para el mes de octubre 2019. La escala de colores representa la magnitud de la variable en °C.	39

TABLAS

Tabla 1.	Comité Coordinador del XXII Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste	43
Tabla 2.	Plataformas de Investigación y Fechas de Inicio y Término de los Cruceros	43
Tabla 3.	Personal Científico Participante	44
Tabla 4.	Personal Científico Participante (Continuación)	45
Tabla 5.	Información Cruceros Realizados por País	46

CONDICIONES FÍSICAS DEL OCEANO PACÍFICO TROPICAL ORIENTAL

Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste

ARC Roncador y ARC Malpelo (CCCP/Colombia), BAE Orión (INOCAR/ Ecuador), BIC José Olaya Balandra y BIC Humboldt (IMARPE/Perú) y B/I Abate Molina (IFOP/Chile)

15 de septiembre - 04 de noviembre, 2019

RESUMEN

El Vigésimo Segundo Crucero Oceanográfico Regional de Investigación Conjunta en el Océano Pacífico Oriental fue realizado entre el 15 de septiembre y el 04 de noviembre 2019 a bordo de los buques ARC Malpelo de CCCP (Colombia), BAE Orión de INOCAR (Ecuador), BIC José Olaya Balandra y BIC Humboldt, ambos de IMARPE (Perú) y B/I Abate Molina de IFOP (Chile). El objetivo principal del crucero regional fue caracterizar las condiciones oceanográficas (físicas, químicas y biológicas) y atmosféricas en el Pacífico Sudeste. Considerando este propósito, se obtuvieron datos en la columna de agua hasta una profundidad de 1000 m, en el dominio comprendido entre 6.5°N (Cuenca Pacífica Colombiana) y 26 °S (Chile), y desde el margen costero de Suramérica hasta 92 °W. Este documento presenta, principalmente, las condiciones oceanográficas físicas en la región.

El escenario climático regional durante el XXII Crucero Oceanográfico Regional se determinó como una condición regional neutral de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), sin embargo, la información obtenida por el crucero mostró características contrastantes. Entre Gorgona (Colombia) y Paita (Perú), se observaron anomalías positivas que alcanzaron +2°C; mientras, entre esta última localidad, y Punta Falsa (Perú), se registraron condiciones de enfriamiento (-0.5°C y -1.0°C); luego, entre el sur de Punta Falsa, hasta Punta Ballenita (Chile), se presentaron anomalías positivas principalmente en la región oceánica (hasta +2.0°C), mostrando condiciones frías (hasta 1°C) entre Chimbote (Perú) y Antofagasta (Chile) en la zona marítima paralela a la costa. La Temperatura Superficial del Mar (TSM) varió de 28.6°C (zona costera central y norte de la CPC) a 13.5°C (zona costera central de Chile); mientras la Salinidad Superficial del Mar osciló entre 27 y 35, siendo de menor magnitud en el sector adyacente a la costa en la Cuenca Pacífica Colombiana (CPC) y sector norte de Ecuador. La interacción de masas de agua con características halinas distintivas, y condiciones térmicas de enfriamiento anómalo, estuvieron relacionadas con focos de surgencia costera típicos de la época, en Perú y Chile, así como al oeste de las Islas Galápagos. Las isotermas de 23.5°C y 22°C definieron el Frente Ecuatorial localizado con dirección SE-NO desde el golfo de Guayaquil hasta el norte de las Islas Galápagos, condición habitual para el periodo.

PALABRAS CLAVES: Océano Pacífico oriental, El Niño-Oscilación Sur (ENOS), frente ecuatorial, oceanografía, meteorología.

ABSTRACT

The Twenty-second Regional Oceanographic Joint Research Cruise in the Eastern Pacific Ocean was carried out between September 15 and November 4, 2019, aboard the vessels ARC Malpelo of CCCP (Colombia), BAE Orión of INOCAR (Ecuador), BIC José Olaya Balandra and BIC Humboldt, both from IMARPE (Peru) and B/I Abate Molina from IFOP (Chile). The main objective of the regional cruise was to characterize the oceanographic (physical, chemical, and biological) and atmospheric conditions in the Southeast Pacific. Considering this purpose, data were obtained in the water column to a depth of 1000 m, between 6.5°N (Colombian Pacific Basin) and 26°S (Chile), and from the coastal margin of South America to 92° W. This document mainly presents the physical oceanographic conditions in the region.

The regional climate scenario during the XXII Regional Oceanographic Cruise was determined as a neutral regional El Niño-Southern Oscillation (ENSO) condition, however, the information obtained by the cruise showed contrasting characteristics. Between Gorgona (Colombia) and Paita (Peru), positive anomalies were observed that reached +2°C; while, between this last locality, and Punta Falsa (Peru), cooling conditions were registered (-0.5°C and -1.0°C); then, between the south of Punta Falsa, up to Punta Ballenita (Chile), positive anomalies were presented mainly in the oceanic region (up to +2.0°C), showing cold conditions (up to 1°C) between Chimbote (Peru) and Antofagasta (Chile) in the maritime zone parallel to the coast. The Sea Surface Temperature varied from 28.6°C (central and northern coastal zone of the CPC) to 13.5°C (central coastal zone of Chile); while the Superficial Salinity of the Sea ranged between 27 and 35, being of lesser magnitude in the sector adjacent to the coast in the Colombian Pacific Basin and the northern sector of Ecuador. The interaction of water masses with distinctive haline characteristics, and thermal conditions of anomalous cooling, were related to typical coastal upwelling foci of the time, in Peru and Chile, as well as to the west of the Galapagos Islands. The isotherms of 23.5°C and 22°C defined the Equatorial Front located in a SE-NW direction from the Gulf of Guayaquil to the north of the Galapagos Islands, a normal condition for the period.

KEYWORDS: Eastern Pacific Ocean, El Niño-Southern Oscillation (ENSO), equatorial front, oceanography, meteorology.

I | INTRODUCCIÓN

El Programa Estudio Regional del Fenómeno de El Niño (ERFEN) de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), tiene como uno de sus pilares el desarrollo de cruceros oceanográficos estacionales como parte de las acciones de vigilancia integrada definidas en el Protocolo ERFEN¹. Esta iniciativa, integrada por Instituciones Especializadas (IE) de los Estados Miembros (Colombia, Ecuador, Perú y Chile), prevé anticipar oportunamente, posibles alteraciones en las condiciones océano-atmosféricas asociadas a eventos El Niño-Oscilación Sur (ENOS), realizando como parte de este proceso, los Cruceros Oceanográficos Regionales de Investigación Conjunta en el Océano Pacífico Sudeste, ejecutando a la fecha su vigésimo segunda edición.

El Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste, tuvo como objetivo principal documentar la variabilidad de las propiedades del océano y la atmósfera adyacente en el océano Pacífico sudeste en septiembre-noviembre de 2019 con la finalidad de anticipar -de manera oportuna- la presencia de condiciones ENOS a partir de noviembre-diciembre de 2019 a marzo-abril de 2020. Los objetivos específicos por su parte fueron:

- Describir las condiciones océano-atmosféricas a macro escala en el Pacífico tropical y sus efectos en la dinámica regional.
- Describir las condiciones oceanográficas en el Pacífico tropical y sur oriental registradas durante el periodo del crucero.
- Analizar las condiciones océano-atmosféricas durante el periodo del crucero para contribuir al diagnóstico y previsión de condiciones ENOS en la región.

En el presente documento se describe de manera detallada el comportamiento físico registrado durante el Crucero Oceanográfico Regional, actividad que fue coordinada a nivel regional por la Dirección General Marítima (Dimar) de Colombia a través del Centro de Investigaciones Oceanográficas del Pacífico (CCCP; Rojas et al., 2019), el Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador (INOCAR; Vera et al., (2019)) el Instituto del Mar de Perú (IMARPE) y la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHN) del Perú (Grados et al., 2019), y el Instituto de Fomento Pesquero de Chile (IFOP; Grendi et al., 2019).

¹ Artículo V del Protocolo ERFEN, literales a, c y d.

II | ANTECEDENTES

En el periodo comprendido entre diciembre 2018 y noviembre 2019, el comportamiento de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en la región Niño 1+2, presentó una disminución progresiva de su magnitud, registrando anomalías (ATSM) negativas de forma consistente desde mediados de junio hasta fines de noviembre 2019 en el océano Pacífico tropical oriental (Figura 1). En septiembre (reporte 12 de septiembre 2019), mes en que se inició la ejecución del Crucero Oceanográfico Regional, ocurrió el máximo enfriamiento del año en las regiones Niño 1+2 (-0.6°C), Niño 3 (-0.2°C), Niño 3.4 (+0.0°C) y Niño 4 (+0.62) retomando a valores positivos a finales de este mes en los últimos dos casos (Figura 1). Por su parte indicadores como el índice Multivariado ENOS versión 2 (MEI v2) y el Índice Niño Oceánico (ONI), aunque mostraron magnitudes positivas alusivas a periodos cálidos, estas estuvieron en el rango neutral; contrario a lo identificado en las condiciones cercanas a la costa, en donde los índices climáticos locales (ICEN, IMT, ITCP y LABCOS) mostraron condiciones frías para el Pacífico sudeste (Figura 2). En la franja marina (entre 40 y 100 mn) y la franja costera (0 y 30 m) sudamericana la evolución temporal de las ATSM permite corroborar la presencia de valores negativos en el sector (~-1.5°C), principalmente en la zona ecuatorial entre 1.5 °N (Colombia) y 6.5 °S (Perú), y en la zona norte de Chile (Figura 3).

Bajo este contexto, y considerando información proporcionada por agencias internacionales como la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), y a nivel regional por el IMARPE y el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP) de la Dimar, el escenario climático regional durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sudeste estuvo acorde con una condición regional neutral de ENOS, con tendencia a condiciones levemente frías en la jurisdicción marítima del Pacífico sudeste. Las características observadas en este sector son atribuidas a la llegada de ondas Kelvin frías generadas como resultado de anomalías de viento del este en el Pacífico ecuatorial central registrada entre finales de julio y principios de agosto 2019 (Grados et al., 2020).

III | DATOS Y MÉTODOS

3.1 ZONA Y PERIODO DE ESTUDIO

El área geográfica total en la cual se realizó la investigación se extiende latitudinalmente desde 6.5 °N hasta 26 °S, y cubre la zona costera sudamericana hasta 92 °W como máximo. En particular en Colombia el crucero oceanográfico se efectuó entre longitudes 77.5 °W y 84 °W, con latitudes comprendidas entre 1.5°N y 6.5°N; en Ecuador entre longitudes 92 °W y 82 °W, y latitudes entre 2 °N y 3 °S; en Perú las mediciones fueron efectuadas desde la línea de costa hasta 82.75 °W, y latitudes 5 °S y 17 °S; en Chile, se realizó en el área marítima comprendida entre los 18.4°S a 26 °S, abarcando desde 1 a 100 mn de distancia a la costa (Figura 4). Los cruceros fueron efectuados entre el 15 septiembre y el 04 de noviembre 2019. Las plataformas oceanográficas a bordo de las cuales se realizaron los cruceros oceanográficos y el número de estaciones oceanográficas ejecutadas son presentadas en la Tabla 2.

3.2 OBTENCIÓN DE DATOS *IN SITU*

Durante el crucero se realizaron mediciones de parámetros físicos, así como obtención de muestras de variables químicas y biológicas. El personal científico participante en el monitoreo y análisis de datos de variables océano-atmosféricas por parte de cada uno de los países, es detallado en la Tabla 3.

En la Figura 4 se indica la posición geográfica de las estaciones oceanográficas, y en la Tabla 4 se describe en detalle las variables registradas junto con la metodología adoptada para su análisis. Durante el crucero se registraron variables oceanográficas físicas y meteorológicas, se realizó un total de 368 estaciones distribuidas en el área de estudio.

3.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Las variables oceanográficas físicas registradas con CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*) fueron procesadas de acuerdo con (CPPS, 2015). Posterior al control de calidad efectuado, se empleó el software *Ocean Data View* (ODV) para la visualización de la información. Se conservan las unidades de las variables de informes regionales previos. En la Tabla 5 se resumen las técnicas y los equipos específicos empleados durante los cruceros oceanográficos realizados.

Se incluye información del comportamiento de la distribución espacial de la TSM y la Salinidad Superficial del Mar (SSM), así como su distribución en la vertical, previo a una descripción de la dinámica de viento registrada durante el desarrollo de los cruceros oceanográficos. Por su parte las anomalías de TSM y SSM fueron calculadas con datos de *World Ocean Atlas* (WOA2018; Locarnini et al., 2018; Zweng et al., 2018).

3.4. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SATELITAL DURANTE EL PERÍODO DEL CRUCERO

Como complemento a la comprensión de las condiciones observadas durante el desarrollo del crucero oceanográfico, fueron adoptadas fuentes de información satelital de variables océano-atmosféricas para un periodo de análisis coincidente. Se analizaron imágenes satelitales, con resolución espacial de 0,25° (latitud y longitud) de: temperatura superficial del mar (TSM) y viento durante septiembre y octubre de 2019.

Las imágenes de TSM mensuales fueron obtenidas del programa de distribución de datos *Ocean Color Web* del satélite MODIS-Aqua². El promedio mensual del campo vectorial del viento fue obtenido a partir de la información del satélite ASCAT³. Esta información contempla la dirección y velocidad del viento medido a 10 m sobre la superficie del mar.

En el cálculo de la anomalía de temperatura superficial del mar (ATSM), primero se elaboró una señal anual de promedios mensuales mediante una serie de tiempo de TSM que inició en julio 2002 y concluyó en octubre 2019. Luego se le restó la señal anual a la serie de tiempo de TSM (julio 2002 -octubre 2019). Finalmente se caracterizaron las anomalías de septiembre y octubre de 2019, periodo que corresponde al desarrollo del crucero regional.

En el cálculo de la ATSM en Hovmoller (HV) entre los 5°N y 26°S, primero se elaboró un HV de la señal anual de promedios mensuales mediante una serie de tiempo de TSM que inició en julio 2002 y concluyó en octubre 2019. Luego se restó la señal anual al HV de la serie de tiempo de TSM (julio 2002 - octubre 2019). Con el resultado se confeccionó el HV del promedio de las ATSM, en los sectores costero (<30 mn) y oceánico (40-100 mn). También se hizo un HV de ATSM para el área oceánica entre 1°N-2°S y 93°O-89°O aplicando la misma metodología.

² Acceso MODIS-Aqua: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>.

³ Acceso satélite ASCAT: <ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/Monthly>

IV | RESULTADOS

4.1 CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

De acuerdo con lo observado en los promedios mensuales de viento obtenidos a partir de las imágenes satelitales, entre septiembre y octubre, la velocidad del viento en el Pacífico oriental estuvo en el rango de 3 a 8 m/s, registrando menores magnitudes en la franja costera (Figura 5). En la zona centro y sur de la CPC y norte de Ecuador, la dirección predominante fue suroeste (SO). Por su parte, en la región central de Ecuador, la velocidad media del viento estuvo en el rango de 4 a 6 m/s con dirección sur (S); mientras que, circundante a las Islas Galápagos, la velocidad fue menor, con valores entre 3 y 5 m/s, con dirección sureste (SE) al sur de las islas y dirección sur en el sector norte. En Perú se registraron velocidades entre 3 y 7 m/s en dirección SE y sur-sureste (SSE), con mayor magnitud en frente a la franja continental de Pisco (13°S). Las menores intensidades se observaron en Chile, donde las magnitudes estuvieron en el rango de 3 a 7 m/s intensificándose de norte a sur, con predominio en dirección S, y tornándose SE en aguas oceánicas; condiciones que favorecieron los procesos de afloramiento.

En septiembre, los valores máximos (≥ 7 m/s) se presentaron en el sector oceánico de la jurisdicción marítima colombiana (foco entre 4.5 °N y 1.5 °N) y en un amplio dominio geográfico entre 6 °S y 30 °S, que se extiende hasta los 82 °W, un poco más cercano a la costa, en proximidades a la localidad de Pisco en Perú, y en 75 °W en Chile. En octubre, desaparece el foco centrado en la jurisdicción colombiana, y se observa una disminución de la cobertura espacial del foco evidenciado en septiembre, prevaleciendo entre 7 °S y 21 °S con magnitud ≥ 7 m/s. (Figura 5).

4.2 CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FÍSICAS

4.2.1 Temperatura y salinidad superficial del mar

Durante el Crucero Oceanográfico Regional, la TSM, presentó magnitudes de 28.62°C (zona costera central y norte de la CPC) a 13.51°C (zona costera central de Chile). En la región oceánica comprendida entre 6.5°N y 1°N se evidenció un comportamiento casi homogéneo con magnitud predominante de 26.5°C (Figura 6a).

Entre 2 °N y 3 °S las aguas superficiales más cálidas se presentaron al NE alcanzando 26.6°C, mientras que el Frente Ecuatorial fue definido por las isoterms de 23.5°C y 22°C, con dirección SE-NO desde el golfo de Guayaquil hasta el norte de las islas Galápagos. Entre Paita (5 °S) y San Juan (15 °S), por su parte, la TSM varió entre 13.8°C y 19°C, en donde magnitudes menores prevalecieron entre la línea de costa y las primeras 60mn principalmente en la zona norte, banda geográfica que fue disminuyendo hacia la zona sur hasta las 40mn. Magnitudes menores a 15°C se presentaron dentro de las 10 mn entre los 13 °S y 14 °S (en cercanías de Pisco y Bahía de la Independencia, respectivamente), mientras al sur de 16 °S se registraron TSM mayores a 18 °C de la zona costera a la oceánica (Figura 6a).

Entre Arica (18.41 °S) y Punta Copaca (22.33 °S), el sector oceánico registró las mayores magnitudes de TSM superando los 16 °C. En contraste, en las primeras millas de distancia a la costa entre Arica y norte de Punta Junín se evidenciaron TSM menores a 15°C, mientras que, en la península de Mejillones, entre Punta Copaca y Antofagasta, se evidenciaron temperaturas de magnitud similar, pero con una mayor extensión espacial hacia el sector oceánico, llegando hasta las 40 mn de distancia a la costa, con excepción del interior de la bahía de Antofagasta donde las TSM mostraron magnitudes menores a 15 °C (Figura 6a).

Las anomalías térmicas (ATSM) indicaron condiciones frías y cercanas a la neutralidad en aguas oceánicas al norte del Pacífico sudeste, específicamente en la jurisdicción marítima de Colombia, exceptuando la región costera y sur de la cuenca, en donde se observaron anomalías positivas que alcanzaron magnitudes de +0.5°C. Frente a la costa continental de Ecuador, se registraron anomalías positivas entre +0.5°C y +2.5°C, especialmente frente a Manta y Salinas entre 82 °W y 83 °W; y negativas en la zona circundante de Islas Galápagos entre -1°C y -1.5°C (Figura 6b). Frente a Paita (5 °S) y Punta Falsa (6 °S), el sector costero y oceánico presentó anomalías negativas entre -0.5°C y -1°C, magnitudes que se tornaron positivas (+0.2°C a +0.5°C) entre Chicama (7.83 °S) y el norte de Chimbote (9°S).

En la zona costera de Chimbote y Bermejo, se evidenciaron anomalías negativas en torno a -0.8°C, mientras en la zona oceánica estas alcanzaron magnitudes positivas de +1°C, extendiéndose hasta el Callao (12 °S). Paralelo a la costa de Pisco (13 °S) y San Juan (15 °S), nuevamente se presentaron anomalías negativas, mientras en la región oceánica estas alcanzaron anomalías positivas entre +1°C y +1.5°C, mientras entre el sur de San Juan y Arica (18.41 °S), las aguas oceánicas estuvieron alrededor de +2.5°C (Figura 6b). Por su parte en la región costera de Arica (18.41 °S) y Antofagasta (23.66 °S) se observaron anomalías negativas que alcanzaron -1.5°C, mientras que en la zona oceánica estas fueron positivas (+0.5°C).

La SSM (Figura 7a) osciló en general en toda la zona entre 27.2 y 35.4, con menores magnitudes entre la región marítima de Colombia y norte de Ecuador. Particularmente, la región costera comprendida entre 6.5 °N y 3 °N se caracterizó por la presencia de salinidades más bajas (menores a 27), como resultado de aportes fluviales de los ríos, con mayor caudal durante estos meses del año. Por su parte, en el área oceánica las salinidades estuvieron comprendidas entre 31 y 33, con valores ligeramente inferiores en el sector norte de Colombia (30 y 31).

La salinidad superficial registrada entre 2 °N y 3 °S estuvo comprendida entre 35 y 32.48, en donde las magnitudes menores estuvieron al norte del frente ecuatorial, representada por la isohalina de 34, cuya posición geográfica fue coincidente con la isoterma de 22°C. Las aguas con alta concentración de sales (alrededor de 34.5) se proyectaron hasta Talara (4 °S) en el Perú y determinaron el límite sur del Frente Ecuatorial. Entre Paita (5°S) y San Juan (15 °S), la SSM mostró predominio de magnitudes cercanas a 35, como producto de la fuerte interacción de diferentes masas de agua (zonas de mezcla); al norte por la presencia de Aguas Tropicales Superficiales (ATS), Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y Aguas Costeras Frías (ACF) particularmente frente a Paita-Punta Falsa y Pisco-Ático (no mostrado), con influencia más allá de las 80 mn. Por su parte, la SSM entre Chimbote y Callao, así como al sur de San Juan, estuvo influenciada principalmente por Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) principalmente por fuera de las 30 mn.

En la zona sur, entre Arica (18.41 °S) y hasta los 22°10'S (localidad de referencia Tocopilla, no mostrado), la salinidad superficial presentó magnitudes mayores a 35; mientras al sur la salinidad disminuyó registrando valores menores a 34.8, cubriendo geográficamente la región costera y oceánica desde Punta Copaca (22.16 °S) y Punta Ballenita (25.76 °S).

Con respecto a las anomalías de salinidad, se identificaron anomalías negativas y cercanas a la neutralidad entre el dominio geográfico de Ecuador y Chile, con magnitudes que oscilaron entre -0.5 y -0.1. Por su parte, en la zona marítima de Colombia se presentaron condiciones contrastantes, registrando núcleos de positivos entre +0.1 y +0.3, principalmente al oeste y norte de la cuenca, y núcleos de anomalías negativas entre -0.5 y -0.3, paralelo a la región costera y zona central de la CPC. Frente a Perú predominaron anomalías dentro del rango neutro variando entre -0.1 y +0.1, con excepción de un núcleo de -0,5 adyacente a la costa de Chimbote (Figura 7b).

4.2.2 Distribución vertical de la temperatura y la salinidad

Entre septiembre y noviembre (Figura 8), la distribución vertical de la temperatura registró condiciones más homogéneas en los primeros 50 m, con magnitudes comprendidas entre 28°C y 17.5°C en las primeras cuatro secciones transversales ubicadas entre Baudó (5 °N) y Tumaco (2°N). La isoterma de 15°C, se ubicó más superficial en el borde costero (entre 60 y 80 m), lo cual fue más evidente entre Gorgona (3 °N) y Tumaco (2 °N). Por su parte, en la región oceánica la isoterma de 15°C, osciló entre los 100 y 120 m, mientras la isoterma de 20°C se mantuvo entre 35 y 55 m en gran parte de la CPC.

La temperatura del mar en las cuatro secciones meridionales en 82 °W, 86 °W, 89 °W y 92 °W estuvo entre 27°C (superficie) y 7°C (500 m), (Figura 9). La isoterma de 15°C fue visible entre los 50 m y 150 m, a excepción del sur de 3°S de la sección 82 °W (más cercana a la zona costera), donde se localizó bajo los 300 m; por su parte, la isoterma de 20°C osciló entre los 25 m y 40 m, con menor profundidad en el área geográfica coincidente al Frente Ecuatorial.

En la sección de Paita (5°S) se presentaron isotermas entre 9°C y 17.5°C. La isoterma de 15°C se presentó entre los 30 m y 70 m fuera de las 20 mn, mostrando un hundimiento en las primeras 10 mn de la línea de costa. En Chimbote (9°S) y Callao (12°S), las temperaturas tuvieron un ligero aumento a nivel superficial, (entre 9°C y 18.5°C, y 9°C a 18°C, respectivamente) mientras que en San Juan (15°C) la temperatura superficial solo alcanzó 17,5°C (Figura 10).

Entre Arica (18,41°S) y Antofagasta (23,66°S) la distribución vertical de la temperatura registró magnitudes entre la superficie y los 500 m, que oscilaron entre 17°C y 7,5°C, respectivamente. En los primeros 100 m se observó un ascenso de las isotermas hacia la costa, en este sentido, la isoterma de 15°C considerada la base de la termoclina en esta área, se ubicó a menos de 15 m en el borde costero, profundizándose hasta más de 80 m el sector oceánico (Figura11).

En el periodo de septiembre a octubre, entre 2 °N y 5 °N, la salinidad registró un comportamiento contrastante, con magnitudes menores entre la superficie y 60 m, que oscilaron entre 30.8 y 33.6, respecto a las profundidades entre 60 m y 500 m, con predominio de salinidades con magnitud

de 34.8 (Figura 12). En las secciones meridionales del mar ecuatoriano, entre la superficie y 50 m, (desde 82°W a 86°W), prevalecieron salinidades comprendidas 32.8 y 33.6; presentando, para el caso de la primera sección, a partir de 3°S, un núcleo de mayor salinidad que alcanzó los 360 m, con magnitudes que oscilaron entre 36 y 34.9. Inmediatamente debajo del patrón espacial descrito, se presenta una franja hasta los 270 m de profundidad, donde prevalecen magnitudes entre 34.9 y 35. Para el caso de las secciones transversales 89°W y 92°W, los núcleos más bajos de salinidad se ubicaron entre la superficie y 46 m, en latitudes superiores a 0.5 °N; mientras que, a latitudes inferiores a este umbral, las magnitudes estuvieron comprendidas entre 34 y 34.8 (Figura 13).

En las secciones entre Paita (5 °S) y San Juan (15 °S), a excepción de aquella ubicada en Callao (12 °S), la distribución vertical de la salinidad entre 0 y 500 m registró magnitudes entre 35 a nivel superficial y 34.6 a 500 m. En Callao, la salinidad en superficie alcanzó los 35.2, con presencia de la isohalina de 35 ubicada entre los 70 m en la región oceánica, y a nivel superficial en el borde costero, comportamiento similar evidenciado en Chimbote (9 °S). En San Juan, la isohalina de 35 solo fue visible al oeste de la sección hasta una profundidad de 50 m; mientras que en Paita y sur de Callao (12 °S), ésta se situó a profundidades superiores a los 100 m, principalmente al oeste. En general, en la jurisdicción marítima de Perú, la isohalina de 35 se evidenció ascendente en el gradiente océano-costa desde los 135 m hasta alcanzar la superficie, en sectores específicos, mostrando condiciones halinas normales del periodo estacional (Figura 14).

Entre Arica (18,41°S) y punta Copaca (22,33°S) el comportamiento de la salinidad en la vertical mostró en los primeros 50 m una capa de mayor salinidad, alcanzando los 35,1 principalmente hacia el oeste y bajo esta capa los valores disminuyeron de 34,9 a 34,6 (~400 m). Hacia la costa en los primeros 50 m, los valores de salinidad disminuyeron, dominando magnitudes en torno a 34,8. En Antofagasta, dentro de los primeros 100 m, la salinidad registró núcleos de magnitudes >34,8 intercalados por núcleos <34,6, mientras que bajo los 150 m los valores de salinidad mostraron un descenso paulatino entre 34,7 y 34,5 en torno a los 50 mm de profundidad (Figura 15).

4.2.3 Profundidad de la isoterma de 15°C y 20°C

Para el periodo estacional de septiembre a noviembre, en la zona norte del Pacífico sudeste, entre 1 °N y 6.5 °N, la isoterma de 15°C se mantuvo en la región oceánica entre 100 m y 140 m, mientras que, al este, en el borde costero, así como norte de la línea ecuatorial (0°) ésta se registró más somera entre los 50 m y 90 m. En la jurisdicción marítima de Ecuador esta isoterma se ubicó entre 60 m y 100 m, con núcleos de mayor profundidad (> 100) ubicado en el centro del dominio; sin embargo, al sureste, entre 92°W y 95°W, la profundidad muestra magnitudes inferiores a los 40 m (Figura 16).

En Paita (5 °S), la isoterma de 15°C se situó en el borde costero alrededor de los 40 m, mientras que en la región oceánica se alcanzaron magnitudes de 60 m. En Punta Falsa, la isoterma se mostró más profunda entre los 60 m y 95 m, respectivamente en la región costera y oceánica. Entre Chimbote y Callao (12 °S), la isoterma estuvo más somera en la zona costera (alrededor de 25 m), mientras en el área oceánica, especialmente en esta última localidad, se evidenciaron

profundidades de 60 m. En San Juan (15 °S) se registró la isoterma más superficial, con respecto a lo descrito en la zona norte de Perú, con magnitudes menores a 10 m, principalmente en la zona costera.

Entre Arica (5 °S) y norte de Antofagasta, la isoterma de 15°C estuvo a profundidades menores a los 10 m, en las primeras millas náuticas, aumentando progresivamente hasta alcanzar los 60 m frente a Antofagasta. Al sur de Antofagasta y en todo el dominio de Punta Ballenita (25.76 °S), la profundidad en la cual se presentó la isoterma mostró un comportamiento casi homogéneo, alcanzando magnitudes inferiores a los 7 m. La isoterma de 20°C, sólo fue evidente entre los 6.5 °N y 3°S, con profundidades mayores en el dominio de la CPC (6.5 °N y 1.5 °N), en donde estas fueron entre 50 m y 55 m, con menores magnitudes al oeste y sur de la CPC (35 m a 45 m). Por su parte, entre 1.5 °N y 3 °S, la isoterma de 20°C se mantuvo entre los 20 m y 35 m, zona en donde se ubica en Frente Ecuatorial (Figura 16).

4.2.4 Masas de Agua

Frente a la costa sudamericana durante el crucero regional se identificaron siete masas de agua en los primeros 1000 m de profundidad, siendo la más superficial el Agua Tropical Superficial (ATS) y la más profunda el Agua Intermedia Antártica (AIAA; Figura 17). Al norte, específicamente en la jurisdicción marítima de Colombia, se evidenciaron en los primeros 50 m, ATS, mientras que entre 50 m y 150 m lo fueron, el Agua Ecuatorial Superficial (AES), Agua Superficial Subtropical (ASS) entre 200 m y 400 m, y finalmente la presencia de Agua Intermedia Antártica (AIAA) a partir de los 500 m. Condiciones similares fueron registradas en Ecuador, donde se observaron ATS con temperaturas superiores a 23°C y salinidades menores a 33.5, AES con temperaturas menores a 19°C y salinidades mayores a 34.5, Agua Superficial Subtropical (ASS) con temperatura entre 19°C-20°C y salinidades ≥ 34.6 , así como AIAA a partir de los 450 m. A diferencia de lo identificado en Ecuador, en la CPC, se registró agua con predominio local, denominada Agua Costera Colombiana (ACC).

Con un límite sur en Talara (4°S) se identificó AES. Frente a Punta Falsa y entre Pisco y Ático (16,22 °S), se registraron en inmediaciones de la costa Aguas Costeras Frías (ACF), las mismas que tuvieron una influencia más allá de las 80 mn. Por su parte, Aguas Superficiales Subtropicales (ASST) con concentraciones superiores a 35.1 fueron identificadas más allá de las 30 mn, especialmente entre las localidades de Chimbote y Callao. Más cercana a la zona costera, con concentraciones salinas superiores entre 35.2 y 35.3, esta masa de agua se observó al sur de San Juan de Marcona. Entre Talara y Mórrope (6,54°S) el comportamiento observado en la salinidad permitió identificar procesos de mezcla asociados a la interacción entre AES, ASS y ACF, mientras que, al sur de Mórrope, esta correspondió a la combinación de las dos últimas. Por su parte, con concentraciones entre 34.8 y 34.6 evidenciadas respectivamente entre 200 m y 500 m, se identificó AESS.

Al sur de la costa sudamericana, en Chile, el ASS se presentó predominante en la mezcla en el sector oceánico y al norte de Punta Junín (19.66 °S), así como en un foco oceánico registrado entre 20.16 °S - 20.33 °S. Desde el punto de vista espacial, el AESS presentó a nivel subsuperficial mayor cobertura, predominando en la mezcla y distribuida entre la costa al norte de punta Coloso

(23.833 °S), a 80 mn de distancia a la costa de Arica y a más de 40 mn de distancia a la costa entre 19.5°S - 23.66 °S. En el sector oceánico al sur de 24.83 °S, y con predominancia en la mezcla fue identificada el ASAA. Las características termohalinas específicas de las masas de agua fueron obtenidas de Dimar (2020).

V | DISCUSIÓN

En el periodo comprendido entre enero y marzo 2018, se presentaron anomalías negativas cercanas a la neutralidad en las condiciones oceánicas superficiales del Pacífico ecuatorial, como consecuencia del evento La Niña registrado durante octubre 2017 a marzo 2018 (CIIFEN, 2018). Posteriormente, las anomalías fueron disminuyendo su intensidad, manteniéndose en condiciones ENOS neutrales hasta octubre 2018; conservando para el periodo Vigésimo Primer Crucero Oceanográfico Regional de Investigación Conjunta en el océano Pacífico Tropical Oriental, este mismo escenario climático, con condiciones frías en la zona norte de Perú y aguas cálidas en áreas geográficas específicas desde Punta Falsa (6°S) hasta los 13°S. Las condiciones neutrales, se mantuvieron durante el periodo en que fue desarrollado el Vigésimo Segundo Crucero Oceanográfico Regional, de acuerdo con la información suministrada por los índices de las regiones Niño (Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2), se presentaron condiciones térmicas neutrales en el océano Pacífico ecuatorial y condiciones frías en las costas sudamericanas (NOAA, 2019). Esta última condición fue generada por la presencia de ondas Kelvin de enfriamiento evidenciadas a finales de julio e inicios de agosto, comportamiento que estuvo presente hasta finales de octubre (Grados et al., 2020). Continuando con el análisis de macroescala, el Índice Niño Oceánico (ONI), señaló condiciones neutrales para el trimestre de septiembre a noviembre con valores respectivos de 0.1, 0.3 y 0.5, mostrando coherencia con lo identificado por los índices de las regiones Niño.

Indicadores climáticos locales mostraron condiciones neutrales a frías en la franja costera sudamericana. El Índice LABCOS, indicó prevalencia de condiciones normales entre septiembre (0,05) y octubre (0,13) en la franja costera, pasando a condiciones ligeramente cálidas para noviembre (0,32) (Quispe y Vásquez, 2015). El Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016) presentó valores en el rango neutral para entre septiembre y noviembre, con valores respectivos de -0.6, -0.5 y -0.2; mientras el Índice Costero El Niño (ICEN; Takahashi, et al 2014) definido para la región Niño 1+2, mostró de igual forma condiciones frías, pero más intensas que el ITCP, fue -0.78 para septiembre, -0.60 en octubre y -0.40 en noviembre. (Figura 2).

En el norte de la costa sudamericana, específicamente en la CPC, se presentaron condiciones neutrales a frías (anomalías negativas entre -0.1°C a -0.5°C) coherentes con lo reportado por las diferentes agencias internacionales y coincidente con el comportamiento registrado en las observaciones satelitales para septiembre y octubre (Figura 18 y Figura 19). Por su parte las isotermas de 15°C y 20°C, mostraron predominio a profundidades de 120 m y 55 m, respectivamente, acorde con el comportamiento típico de la época del año, así como las masas de agua identificadas.

Las isotermas de 22°C y 24°C definieron en superficie el frente ecuatorial, observado al sur de 2 °S en el meridiano 82 °W, dirigiéndose hacia la latitud 0° con dirección al oeste. Al oeste de Galápagos se presentó la surgencia característica de esta época del año con temperaturas menores a 19°C y salinidades superiores a 34.8. En las estaciones de medición más cercanas a la franja costera fue identificada la influencia de la corriente Costera Ecuador-Perú, y a profundidades mayores a los 100 m, la Subcorriente Perú-Chile y la Subcorriente Ecuatorial;

mientras que en aguas oceánicas fue identificada la Corriente Costera del Perú en las estaciones ubicadas en la zona sur.

Flujos con dirección norte a sur, fueron identificados frente a Paita y Chimbote por fuera de las 30 mn, influenciando la zona norte de Perú, los cuales estuvieron asociados a flujos de régimen ecuatorial; mientras en áreas más cercanas a la costa, se observaron procesos de surgencia costera, relacionados entre otros, con aguas más frías como consecuencia de la presencia de flujos hacia el norte. Este comportamiento guarda coherencia con la ubicación de la celda de afloramiento de Pisco-San Juan (hasta 100mn) y la presencia inusual de AES en la zona norte de Paita. Aguas características de afloramiento se observan frente a Chimbote dentro de las 30 mn como resultado de la interacción de ASS y ACF. Durante el crucero se evidenció el permanente acercamiento de ASS hacia la costa, principalmente en la zona central de Perú y con menor influencia al norte y sur, lo cual se ha venido observando durante los últimos dos años (Grados et al., 2020).

La distribución superficial de temperatura en Chile, en comparación con el año 2018 (Angulo et al., 2018), mostró condiciones más frías, principalmente con predominio de anomalías negativas al norte de 19°S y entre 22°-24°S. Se encontraron características similares en la distribución espacial con respecto al año 2014 en donde también fueron reportadas condiciones regionales de ENOS neutral, no obstante, se presentaron variaciones con respecto a la participación de agua subtropical (ASS), siendo en esta ocasión menor (participación de 50%). Por otro lado, al sur de 24.833 °S, fue identificada ASAA con participación en la mezcla de 50%, la cual no ha estado ausente desde el crucero 2016, periodo para el cual se reportaron condiciones de La Niña Débil, lo cual es atribuido a las anomalías positivas de viento, que indujeron la intensificación de las corrientes que transporta esta masa de agua de sur a norte. (Grendi et al., 2019).

En el sector costero de Chile, la dinámica de viento local favoreció la presencia de anomalías negativas de temperatura, y mayor participación de la AESS, asociadas a procesos de surgencias, principalmente al norte de la Península de Mejillones (18.41°S-23.0°S) durante el mes de septiembre, mostrando coherencia con lo identificado por algunos autores, que previamente habían señalado esta área geográfica como un centro de surgencia. Al sur de la Península de Mejillones (23.00 °S), se evidenciaron condiciones opuestas, a lo evidenciado más al norte, como posible consecuencia de la alta variabilidad en la dirección del viento (Grendi et al., 2019). Por su parte en el sector oceánico, como posible consecuencia de la surgencia producida por los giros de mesoescala de tipo anticiclónico en la zona, se presentó predominio de AESS en superficie.

VI | CONCLUSIONES

- El XXII Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste se realizó en un escenario ENOS neutral en la región ecuatorial de acuerdo con lo reportado por diferentes agencias internacionales.
- La Temperatura Superficial del Mar varió de 28.62°C (zona costera central y norte de la CPC) a 13.51°C (zona costera central de Chile); mientras la Salinidad Superficial del Mar osciló entre 27 y 35, con menores magnitudes entre la región marítima de Colombia y norte de Ecuador.
- Las condiciones de enfriamiento y la interacción de masas de agua con características halinas distintivas, estuvieron relacionadas con focos de surgencia costera típicos de esta época del año, en las costas de Perú y Chile, así como al oeste de Isla Galápagos.
- La evolución temporal de las Anomalías de Temperatura superficial del Mar (ATSM) en la franja costera del Pacífico sudeste (0-100 mn) calculadas a partir de observaciones satelitales, fueron coherentes con la condición de macroescala, presentando predominio de condiciones normales con tendencia a frías en la región.
- El Frente Ecuatorial estuvo bien marcado, con dirección SE-NO, desde el golfo de Guayaquil hasta el norte de las islas Galápagos, presentando características típicas para el periodo analizado.

VII | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, J., E. Díaz, C. Grendi, M. Pizarro, A. Bustamante, U. Cifuentes, L. Herrera, E. Santander, F. Osorio, J. Bonicelli, G. Claramunt, G. Herrera, P. Moreno y C. Azócar. 2019. Condiciones Bio-oceanográficas y Evaluación del stock desovante de anchoveta entre la XV y II Regiones, año 2018. Informe Final. Informe Final, Convenio Desempeño 2018. Instituto de Fomento Pesquero, Chile. 242 pp.
- Baranova, T. P. Boyer, M. M. Zweng, H. E. García, J. R. Reagan, D. Seidov, K. Weathers, C. R. Paver, and I. Smolyar, 2019. World Ocean Atlas 2018, Volume 1: Temperature. A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 81, 52 pp.
- Boyer, Tim P.; Garcia, Hernan E.; Locarnini, Ricardo A.; Zweng, Melissa M.; Mishonov, Alexey V.; Reagan, James R.; Weathers, Katharine A.; Baranova, Olga K.; Seidov, Dan; Smolyar, Igor V. (2018). World Ocean Atlas 2018. NOAA National Centers for Environmental Information. Dataset. <https://www.ncei.noaa.gov/archive/accession/NCEI-WOA18>. Diciembre 2021.
- CPPS (2015). Protocolo del Uso del CTD Sea-Bird y Procesamiento de Datos. En C. P. CPPS. Guayaquil, Ecuador.
- Dimar. (2020). Compilación Oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana II. (Formatos impreso y digital). Serie Publicaciones Especiales CCCP Vol. 9. Dirección General Marítima. Bogotá, D. C. Colombia. Editorial Dimar.
- Grendi, C., Bustamante A., Cifuentes, U., Bonicelli, J. 2019. Condiciones Oceanográficas en la zona norte de Chile. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Valparaíso (Chile): División de Investigación Pesquera. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).
- Grados, C., Vásquez, K., Vásquez, L., Correa, D., Chauca R (2020). Condiciones oceanográficas físicas en el mar peruano durante la primavera de 2019. Informe Interno IMARPE.
- Locarnini, R. A., A. V. Mishonov, O. K. Baranova, T. P. Boyer, M. M. Zweng, H. E. Garcia, J. R. Reagan, D. Seidov, K. Weathers, C. R. Paver, and I. Smolyar, 2018. World Ocean Atlas 2018, Volume 1: Temperature. A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 81, 52 pp.
- NOAA (2020). Climate Diagnostics Bulletin. Near Real - Time Ocean/Atmosphere. Monitoring, Assessments, and Prediction - Junio 2020 (reporte 11 junio 2020). Climate Prediction Center, National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA). https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_disc_sep2019/ensodisc_Sp.pdf.

- Quispe Ccallauri, C, Tam, J, Demarcq, H, Romero, C, Espinoza, D, Chamorro, A, Ramos, J, Oliveros, R (2016). El Índice Térmico Costero Peruano. En: Boletín Trimestral Oceanográfico, Volumen 2, Número 1, pp: 7-11.
- Quispe, J. y L. Vásquez (2015). Índice “LABCOS” para la caracterización del 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.
- Rojas, E., Sánchez, K., & Muñoz, C. (2019). Informe Final Crucero Oceanográfico Cuenca Pacífica Colombiana (CPC) LVIII. Tumaco (Colombia): Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP).
- Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo (2014). El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización. Boletín Técnico - Vol. 1 Nº 2 febrero del 2014. Instituto Geofísico del Perú. http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2014/EINino_v2_27_03_2014_7.pdf.
- Vera, L., Alvarado García, L., Recalde, S., Barahona, G., & Muñoz, S. (2019). Informe preliminar del Crucero de Investigación Oceanográfica y Atmosférica a bordo del B.A.E Orión CO-I-2019. Instituto Oceanográfico del Ecuador (INOCAR).
- Zweng, M. M., J. R. Reagan, D. Seidov, T. P. Boyer, R. A. Locarnini, H. E. Garcia, A. V. Mishonov, O. K. Baranova, K. Weathers, C. R. Paver, and I. Smolyar, 2018. World Ocean Atlas 2018, Volume 2: Salinity. A. Mishonov Technical Ed.; NOAA Atlas NESDIS 82, 50 pp.

RECONOCIMIENTOS

Se reconoce al programa de distribución de datos Ocean Color Web del satélite, el uso del producto MODIS-Aqua ([http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/.](http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/)) y ASCAT (<ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/cersat/products/gridded/MWF/L3/ASCAT/Monthly>), incorporados en este informe como información complementaria para la descripción del comportamiento espacio-temporal de variables océano-atmosféricas. De igual forma se reconoce a la base de Datos Mundial de los Océanos, por el uso del producto World Ocean Atlas en su versión 2018 (WOA2018), adoptado para el cálculo de las anomalías climáticas en el área de estudio.

Finalmente, el Vigésimo segundo Crucero Oceanográfico Regional de Investigación Conjunta en el océano Pacífico Tropical Oriental fue posible gracias al financiamiento de los Gobiernos de Colombia, Ecuador, Perú y Chile.

FIGURAS

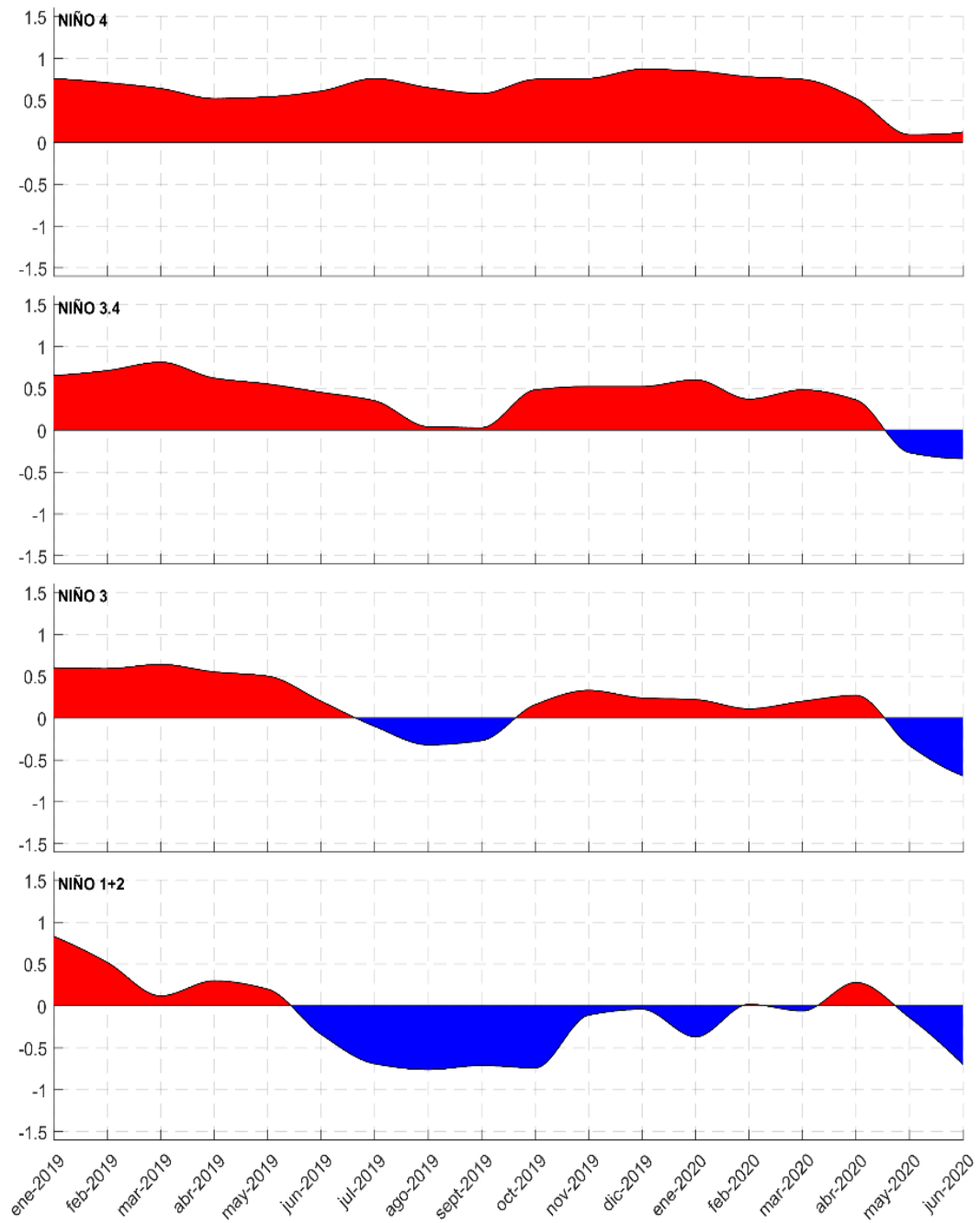


Figura 1. Series de tiempo de los índices climáticos Regiones El Niño 4, Niño 3.4, Niño 3 y Niño 1+2 (NOAA, 2020).

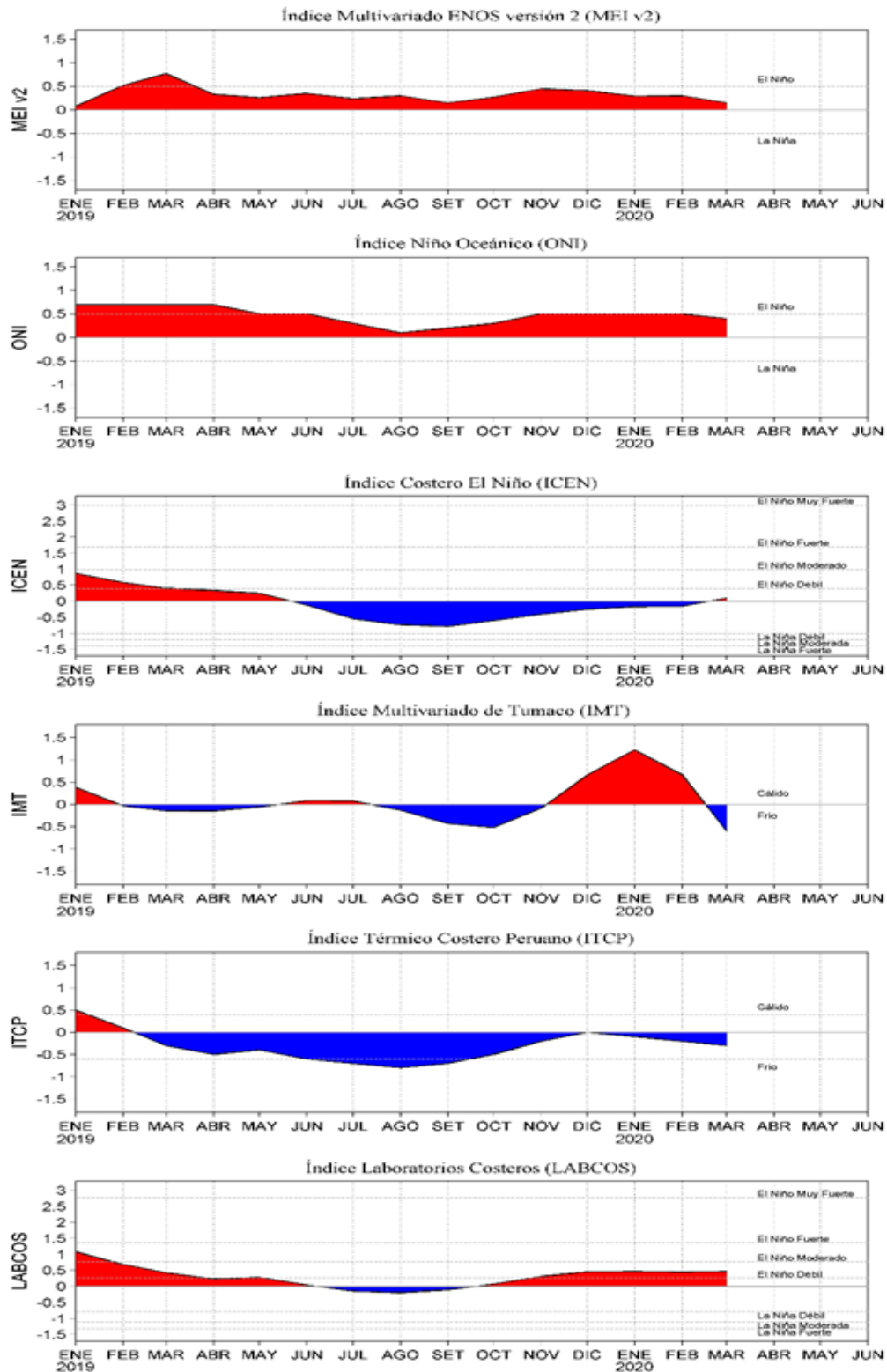


Figura 2. Índice Multivariado de ENOS (MEI v2; Wolter y Timlin, 1993, 1998 y 2011) y Kobayashi et al., 2015), Índice Niño Oceánico (ONI; Huang et al., 2017), Índice Costero El Niño (ICEN; Takahashi et al., 2014), Índice Multivariado de Tumaco (Rodríguez-Rubio, 2013), Índice Térmico Costero Peruano (ITCP; Quispe et al., 2016), Índice LABCOS (Quispe y Vásquez, 2015) de enero 2019 a marzo 2020.

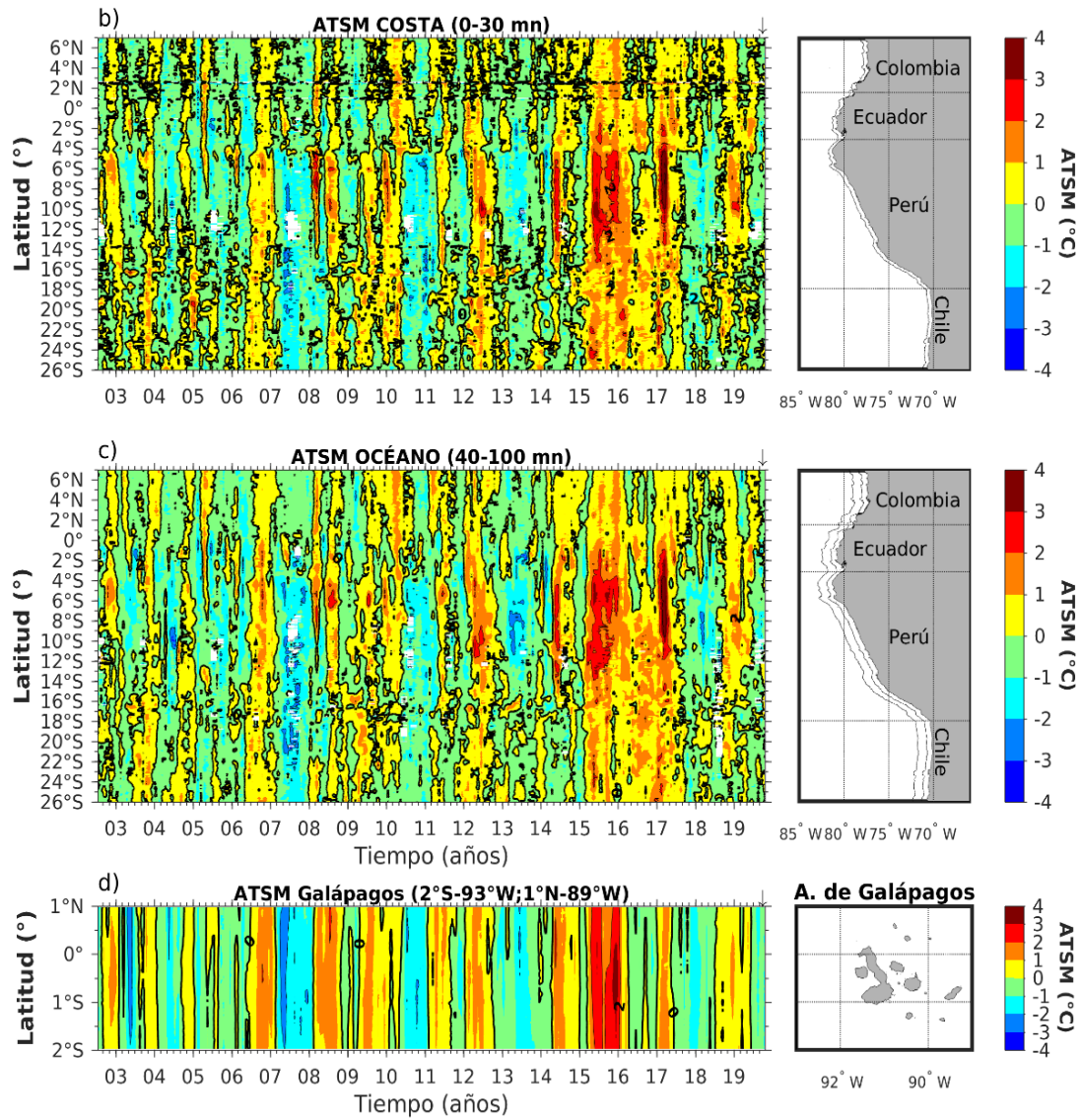


Figura 3. Diagrama Hövmoller de la anomalía promedio de la TSM en el océano Pacífico oriental para franjas representativas del sector costero (0-30 mn) y oceánico (40-100 mn) así como del archipiélago de las I. Galápagos (1°N-2°S y 89°W y 93°W) entre 6°N y 26°S para el periodo 2002-2019. La escala de colores representa la magnitud de la variable medida en °C.

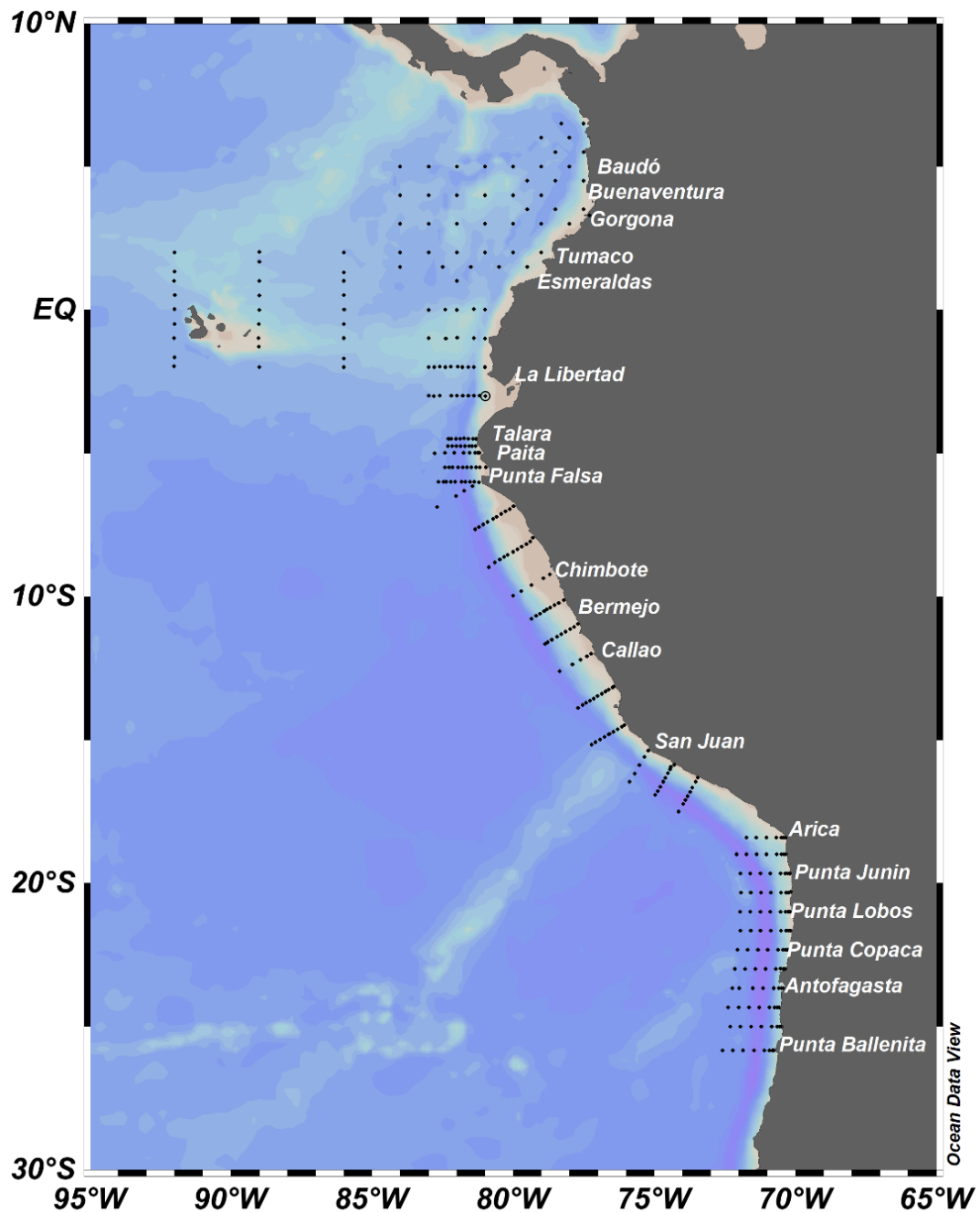
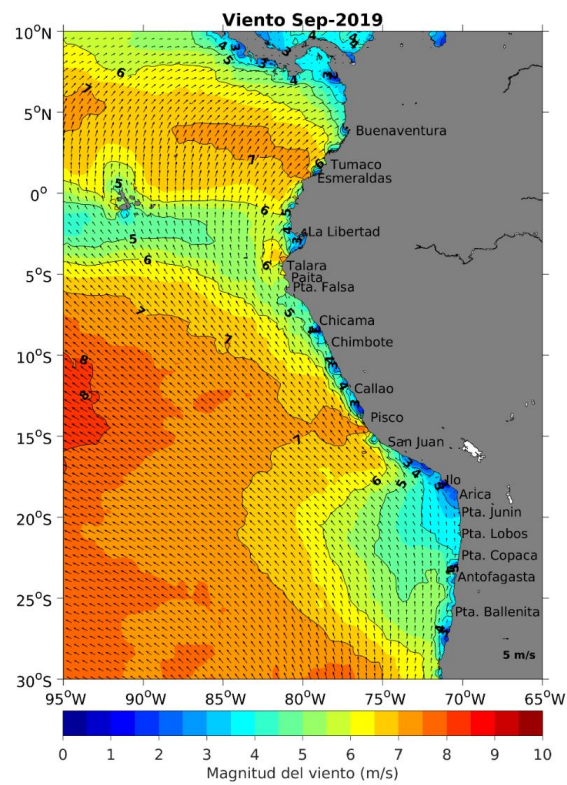


Figura 4. Distribución de estaciones oceanográficas realizadas durante del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo entre septiembre y noviembre 2019.

a)



b)

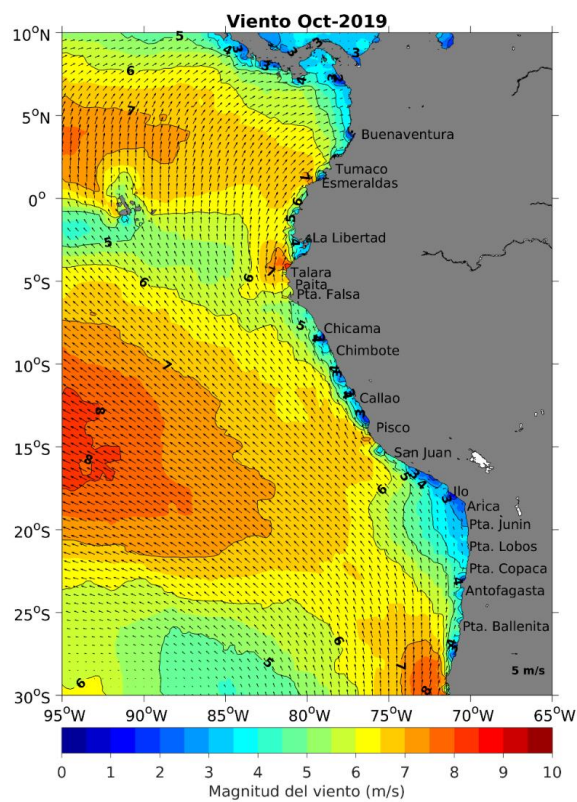
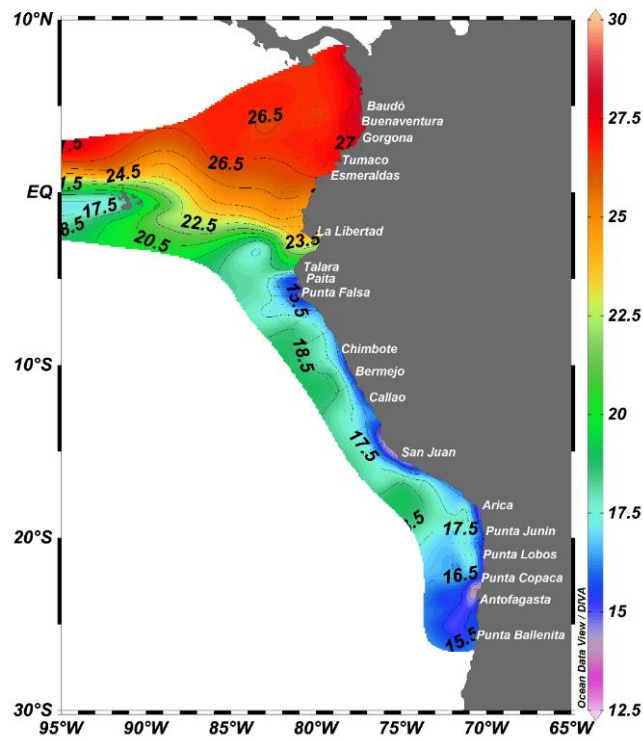


Figura 5. Distribución de la magnitud (m/s) y dirección del viento (°) en el Pacífico oriental para septiembre (a) y octubre de 2019 (b). La dirección del viento se encuentra referida de acuerdo con el estándar internacional con 0°, en el norte geográfico.

a)



b)

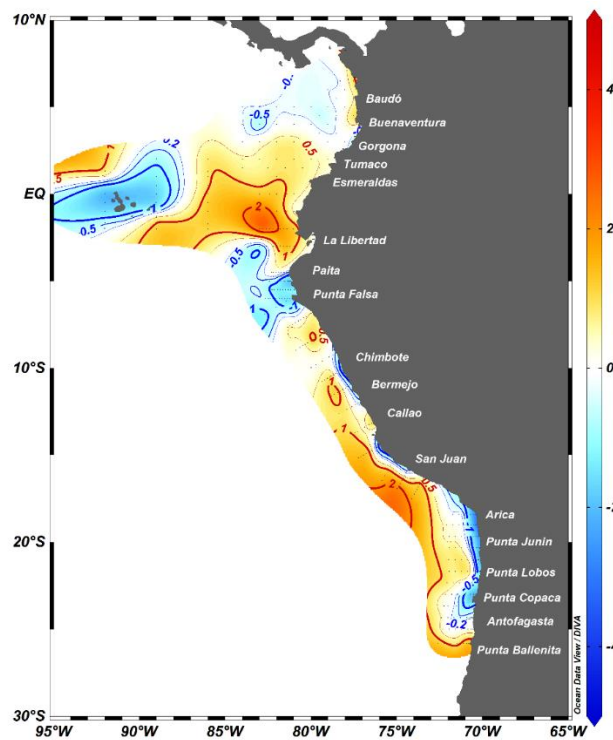
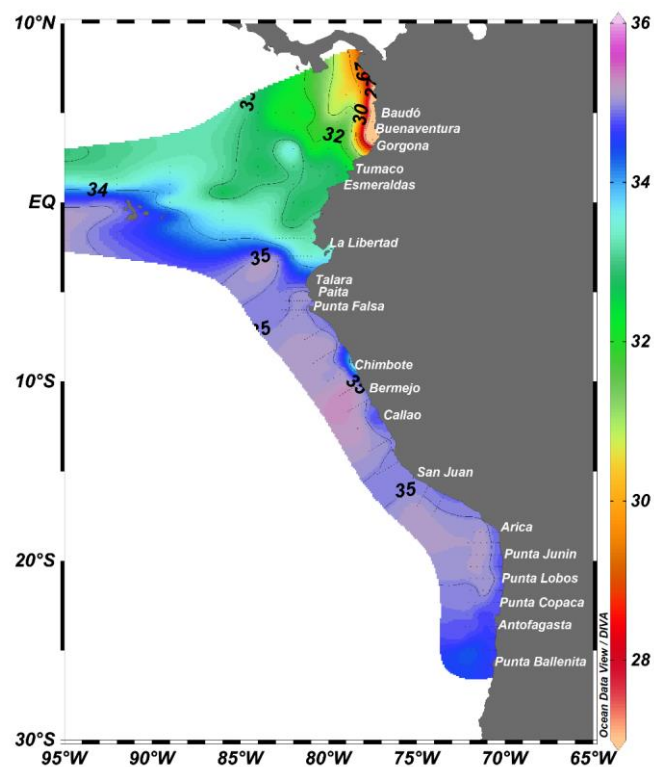


Figura 6. a) Temperatura Superficial del Mar (TSM) y b) Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM) entre septiembre y noviembre 2019 en el marco del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste. Las anomalías térmicas se estimaron con la climatología de Baranova et al. y Boyer et al., 2018.

a)



b)

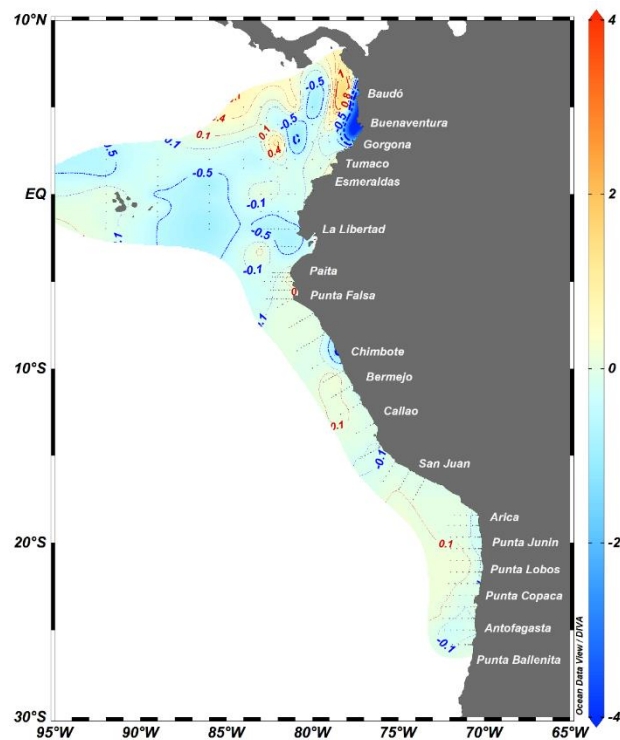


Figura 7. Salinidad Superficial del Mar (a; SSM) y su anomalía (b; ASSM) entre septiembre y noviembre 2019 en el marco del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste. La escala de colores representa la magnitud de la variable. Las anomalías se estimaron de acuerdo con Zweng et al., 2018 y Boyer et al., 2018.

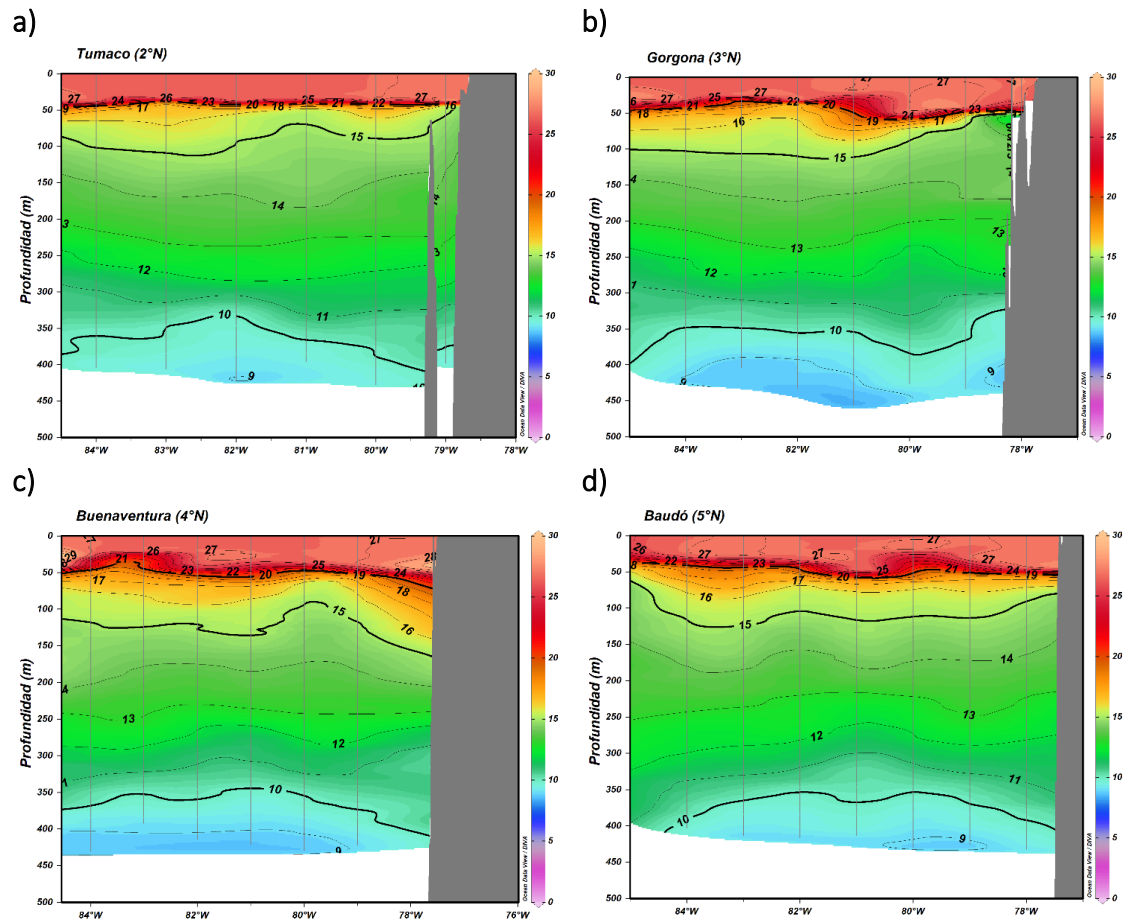


Figura 8. Distribución vertical de la temperatura del agua de mar en los transectos (a) Tumaco (2°N), (b) Gorgona (3°N), (c) Buenaventura (4°N), (d) Baudó (5°N) frente a las costas de Colombia durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable en °C.

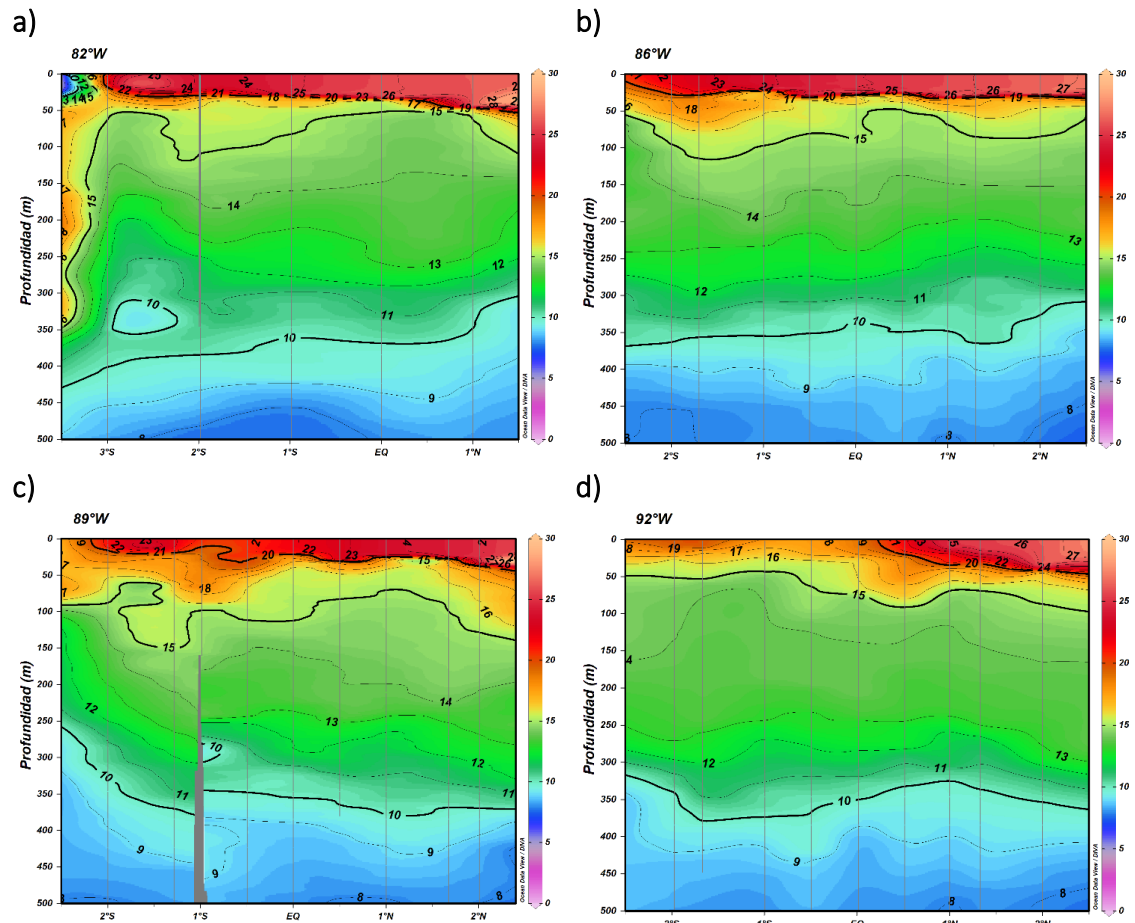


Figura 9. Distribución vertical de la temperatura del agua de mar en las transectas 82°W (a), 86°W (b), 89°W (c), y 92°W (d) frente a las costas de Ecuador durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable en °C.

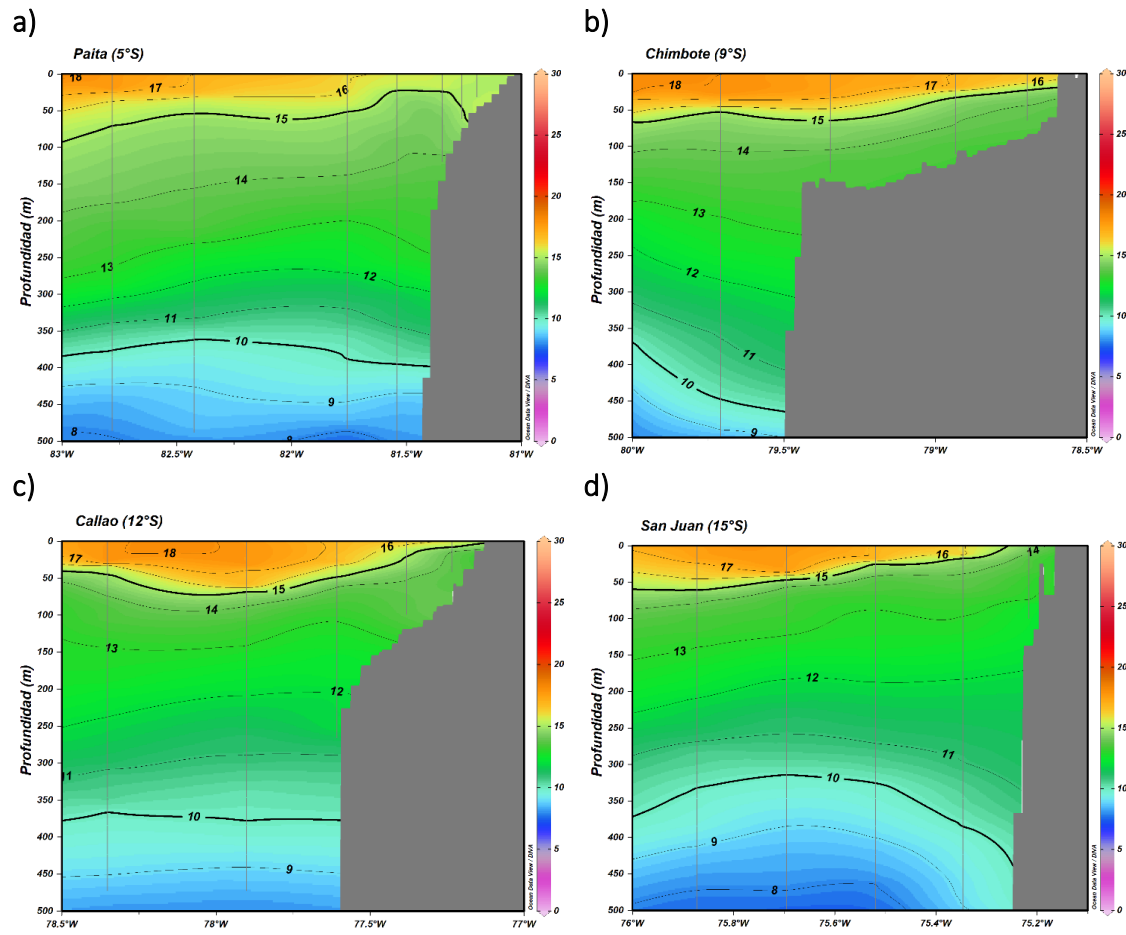


Figura 10. Distribución vertical de la temperatura del agua de mar en las transectas (a) Paita (5°S), (b) Chimbote (9°S), (c) Callao (12°S) y (d) San Juan (15°S) frente a las costas de Perú durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable en °C.

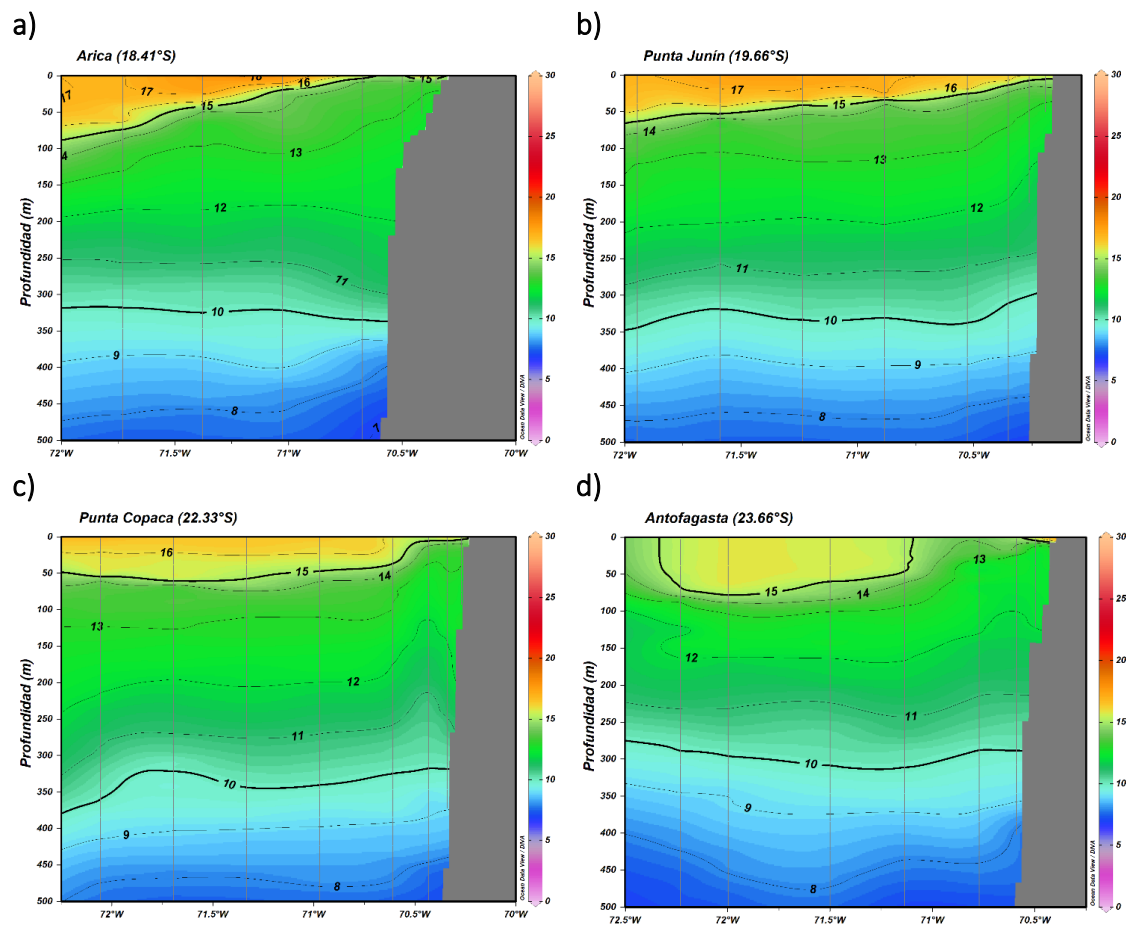


Figura 11. Distribución vertical de la temperatura en las transectas a) Arica (18.41 °S), b) Punta Junín (19.66 °S), c) Punta Copaca (22.33 °S), d) Antofagasta (23.66 °S) en Chile durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable.

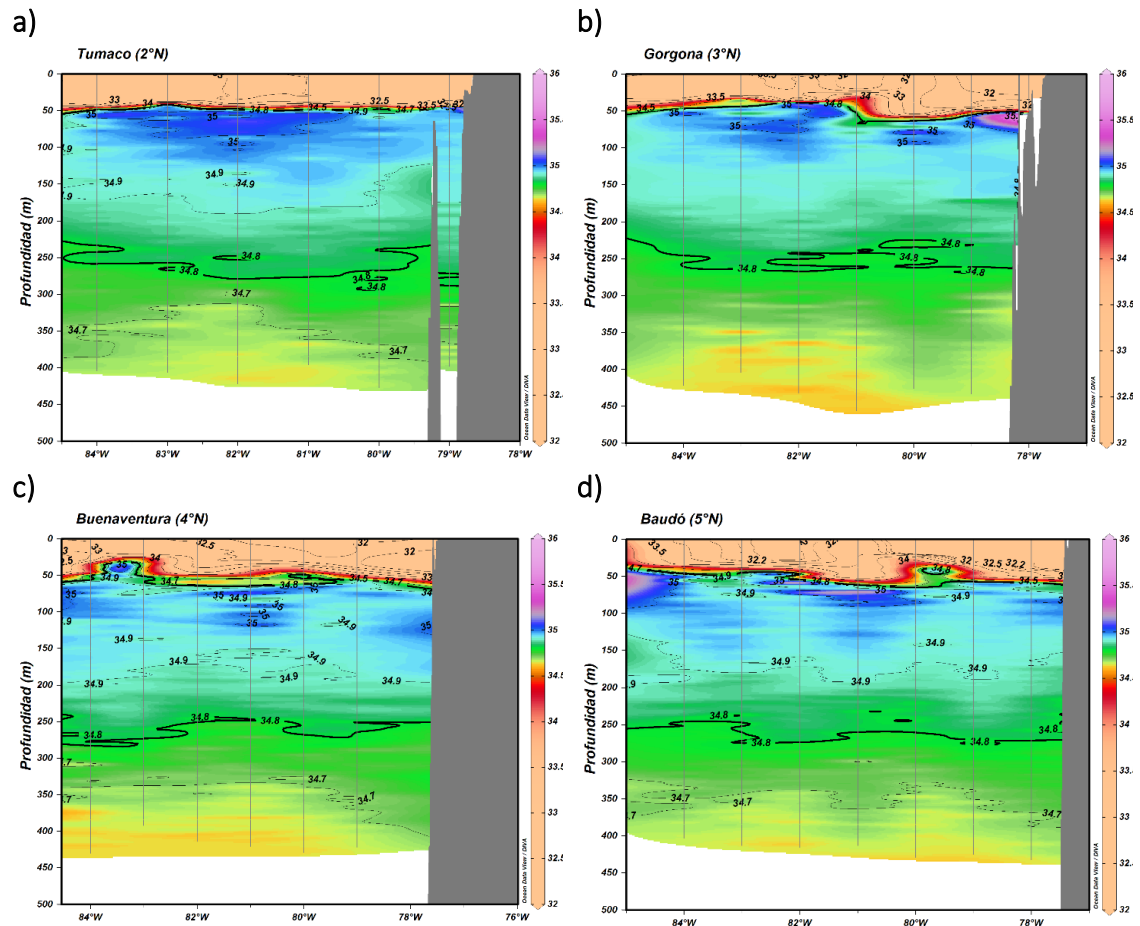


Figura 12. Distribución vertical de la salinidad en las transectas (a) Tumaco (2°N), (b) Gorgona (3°N), (c) Buenaventura (4°N), (d) Baudó (5°N) frente a las costas de Colombia durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable.

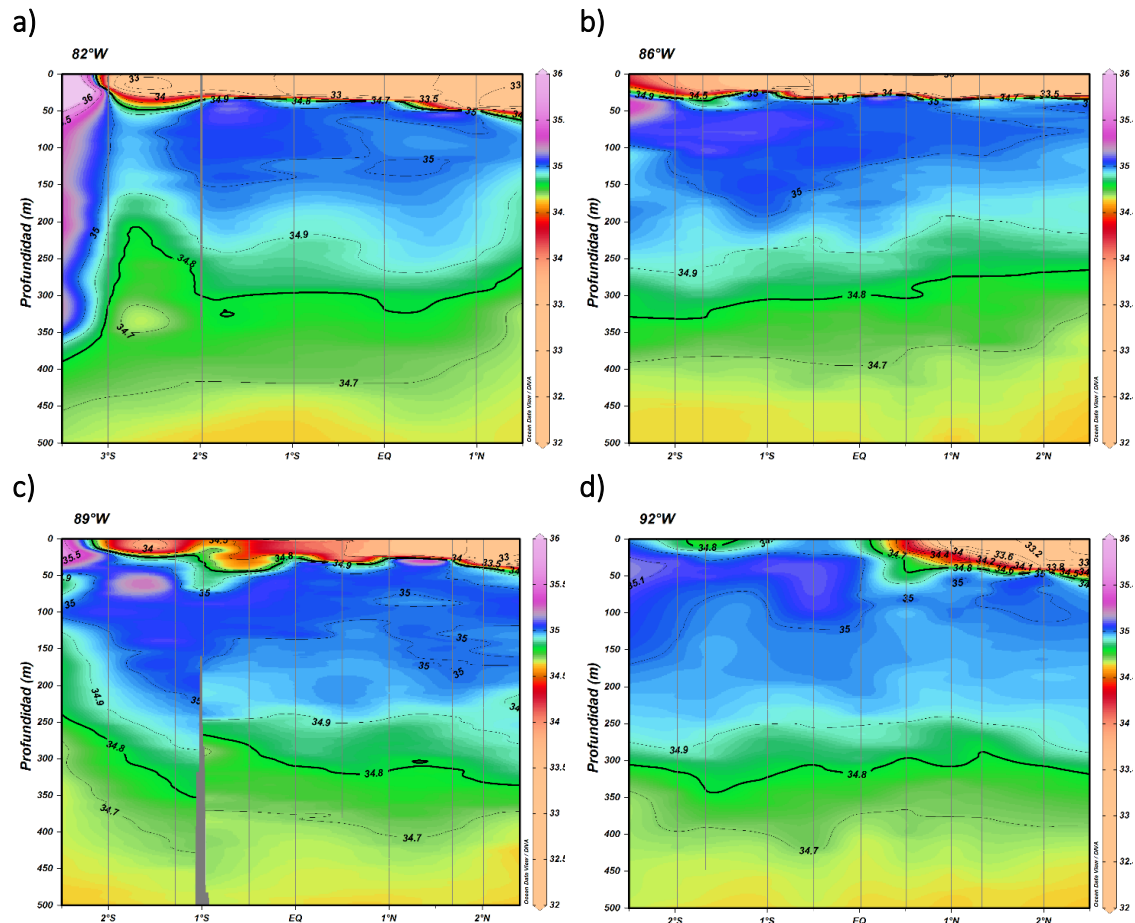


Figura 13. Distribución vertical de la salinidad en las transectas 82°W (a), 86°W (b), 89°W (c), y 92°W (d) frente a las costas de Ecuador durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. La escala de colores representa la magnitud de la variable.

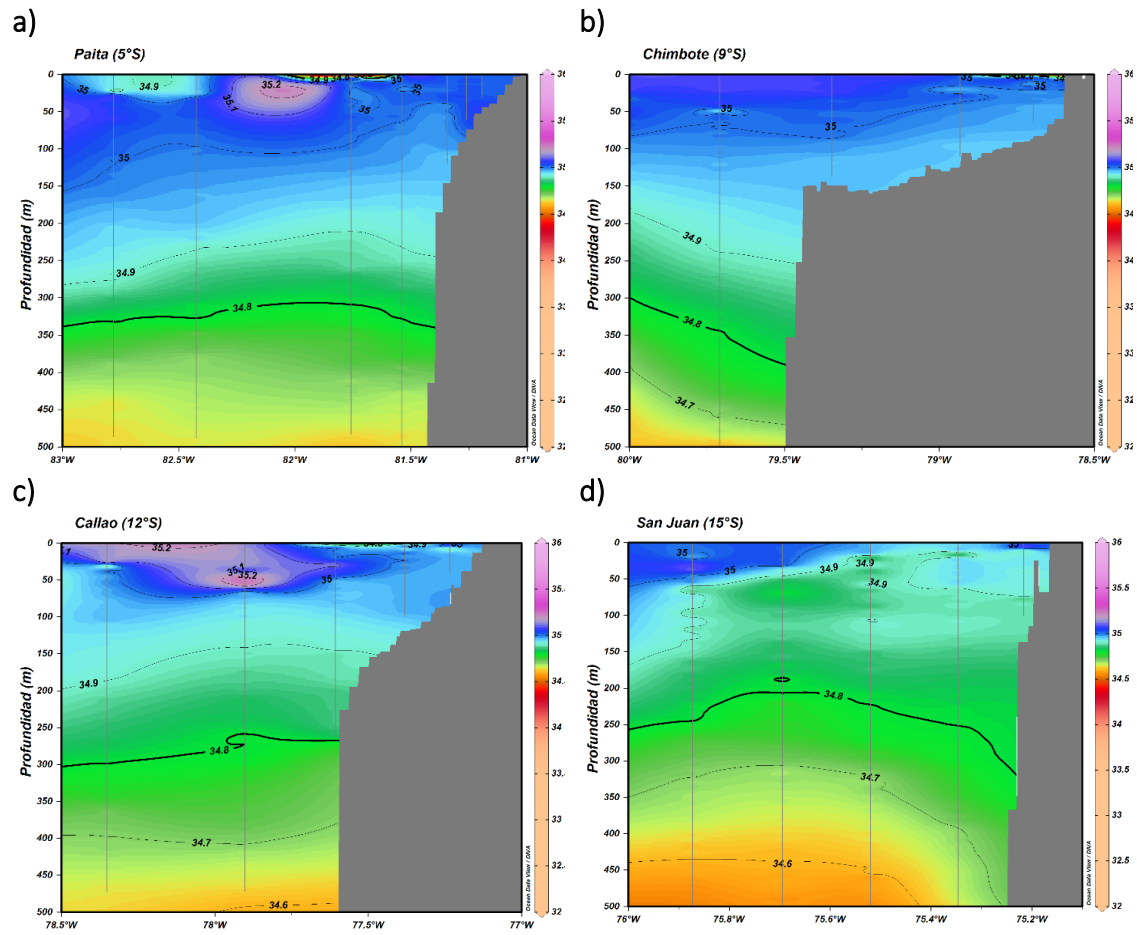


Figura 14. Distribución vertical de la salinidad del agua de mar en las transectas (a) Paita (5°S), (b) Chimbote (9°S), (c) Callao (12°S) y (d) San Juan (15°S) frente a las costas de Perú durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable en °C.

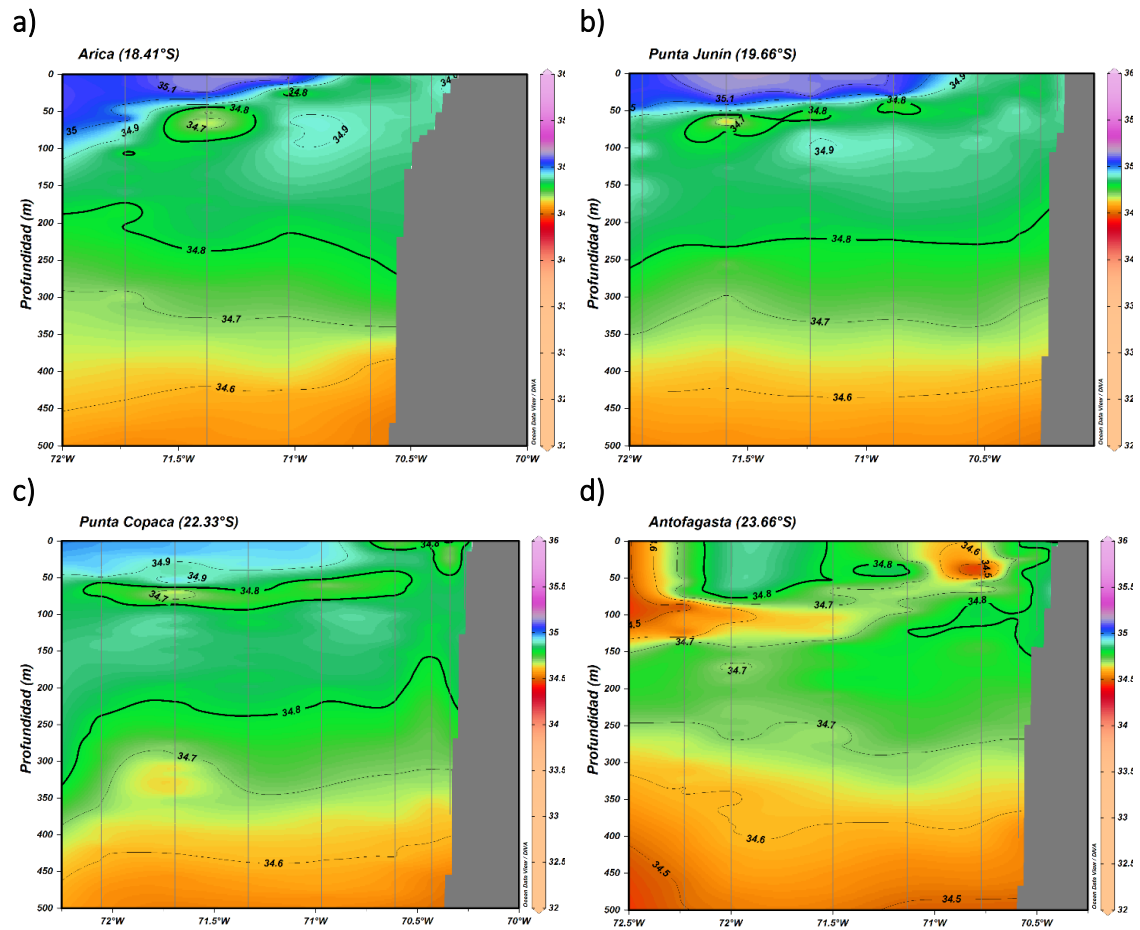
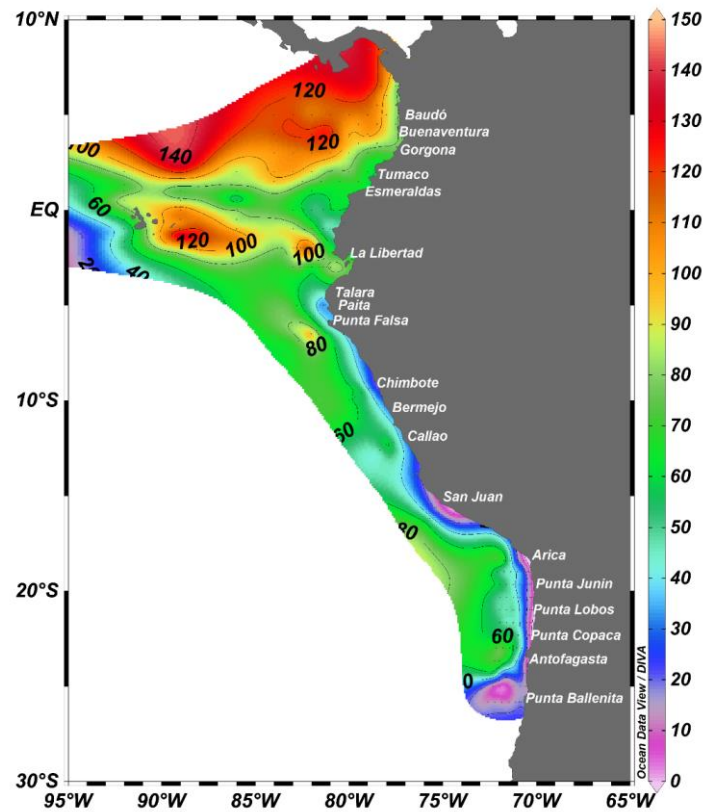


Figura 15. Distribución vertical de la salinidad en las transectas a) Arica (18.41 °S), b) Punta Junín (19.66 °S), c) Punta Copaca (22.33 °S), d) Antofagasta (23.66 °S) en Chile durante el Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019. Las escalas de colores representan la magnitud de la variable.

a)



b)

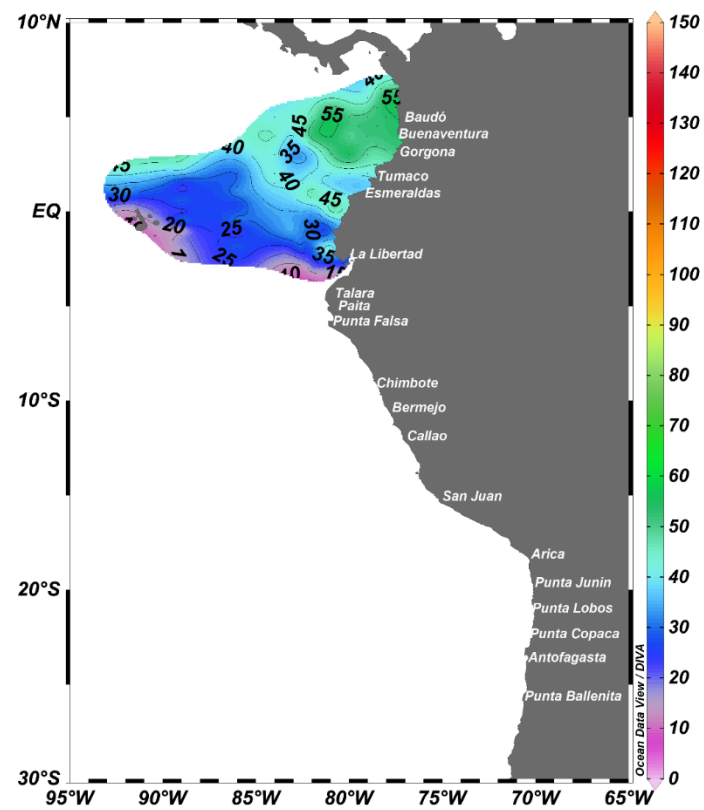


Figura 16. Profundidad de la isoterma de 15°C (a) y 20°C (b) durante del Vigésimo Segundo Crucero Regional Conjunto de Investigación Oceanográfica del Pacífico Sudeste realizado en el periodo septiembre y noviembre 2019.

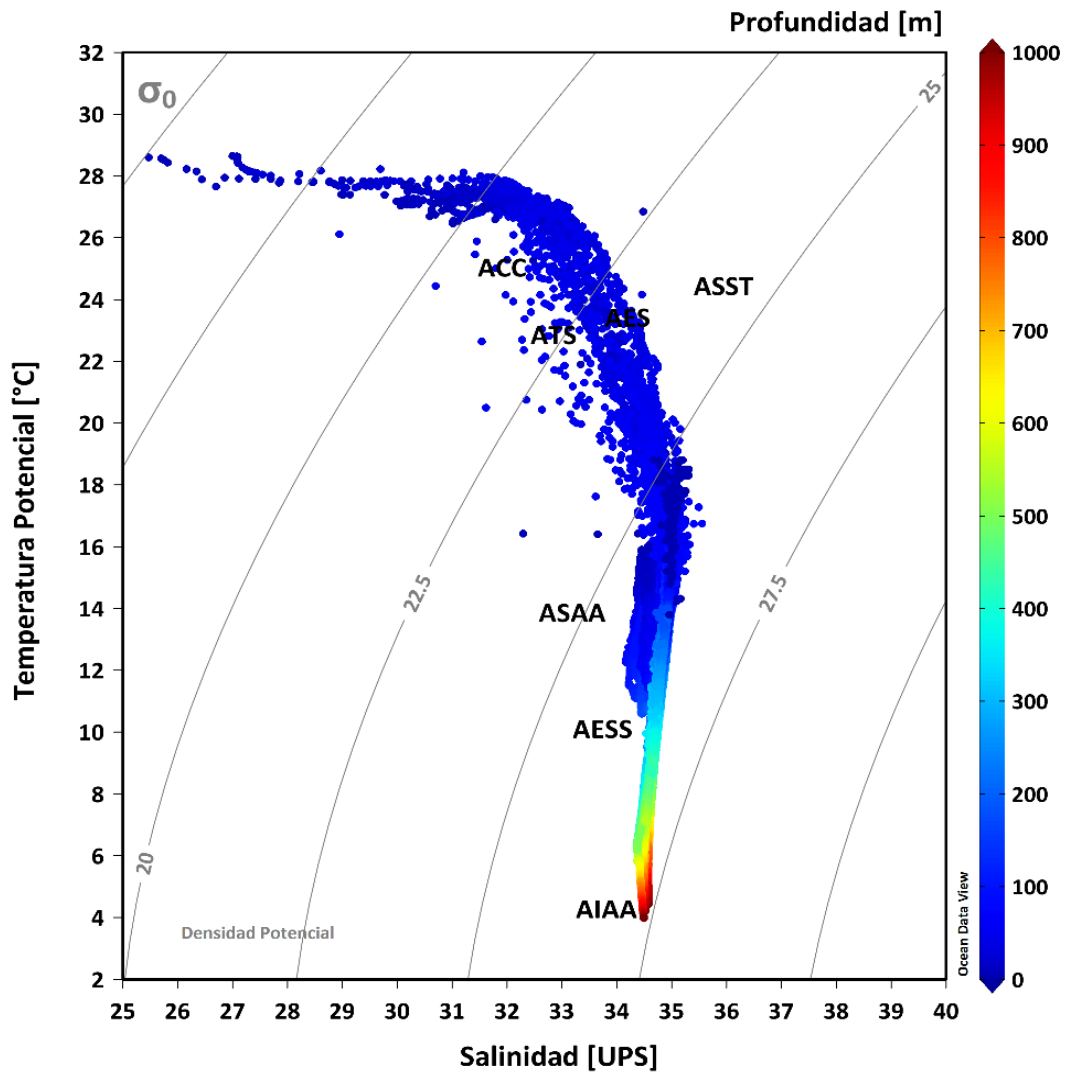
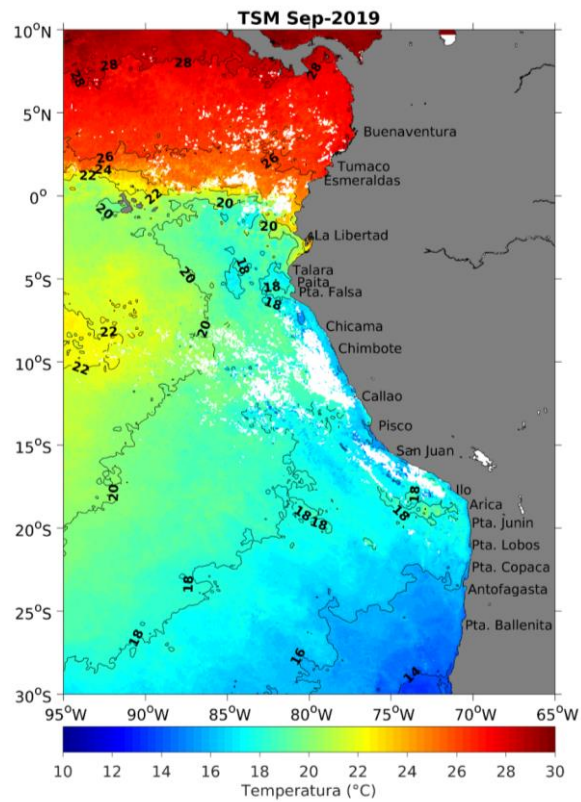


Figura 17. Diagrama T-S y masas de agua identificadas durante el Vigésimo segundo Crucero Oceanográfico Regional de Investigación Conjunta en el Pacífico Sudeste para el periodo septiembre y noviembre 2019. Se etiqueta el Agua Costera Colombiana (ACC), Agua Tropical Superficial (ATS), Agua Ecuatorial Superficial (AES), Agua Superficial Subtropical (ASS), Agua Subsuperficial Subtropical (ASST), Agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES), Agua Subantártica (ASAA) y Agua Intermedia Antártica (AIAA).

a)



b)

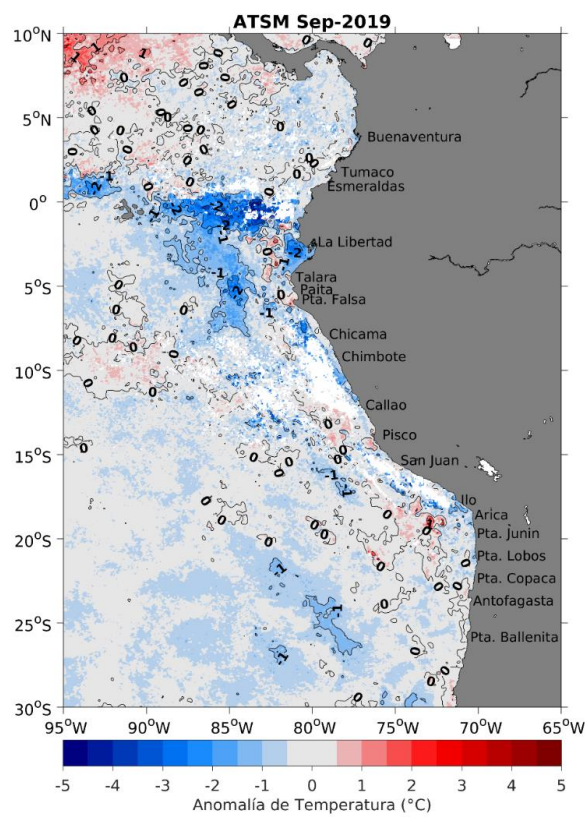
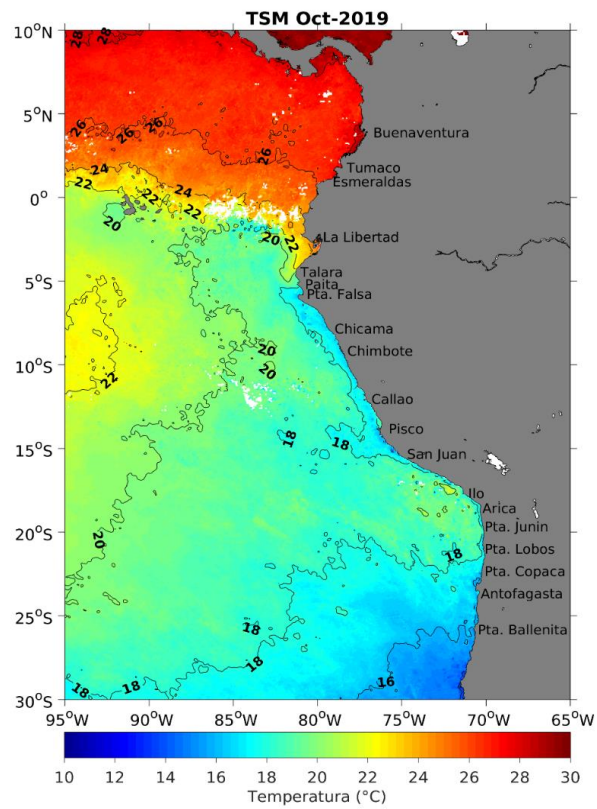


Figura 18. Distribución espacial promedio de la Temperatura Superficial del Mar (TSM; a) y su anomalía (ATSM; b) para el mes de septiembre 2019. La escala de colores representa la magnitud de la variable en °C.

a)



b)

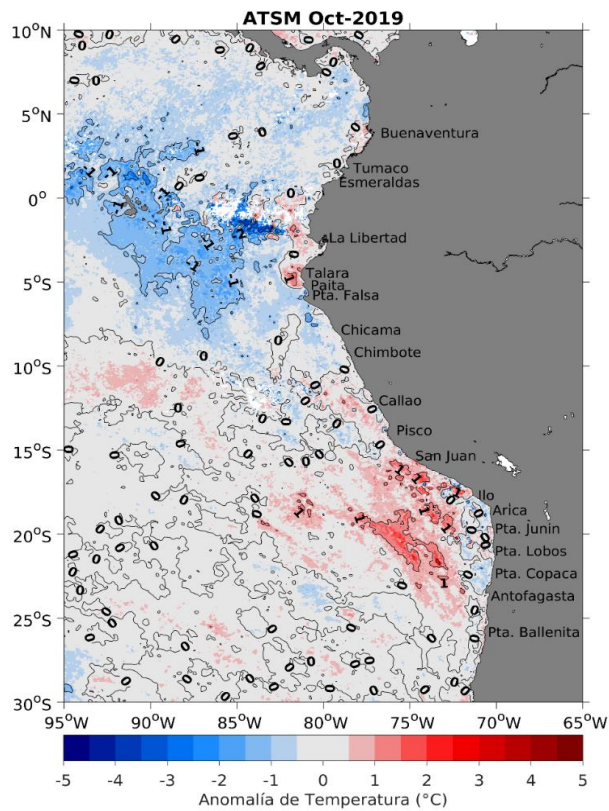


Figura 19. Distribución espacial promedio de la Temperatura Superficial del Mar (TSM; a) y su anomalía (ATSM; b) para el mes de octubre 2019. La escala de colores representa la magnitud de la variable en °C.

TABLAS

TABLA 1. COMITÉ COORDINADOR DEL XXII CRUCERO REGIONAL CONJUNTO DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO SUDESTE

PAÍS	COORDINADOR	ESPECIALISTA	COORDINACIÓN CIENTÍFICA
COMITÉ COORDINADOR DEL XXII CRUCERO REGIONAL			
Colombia	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP)	CF Carlos Andrés Martínez Ledesma, MSc	Nacional/Regional
Ecuador	Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR)	Oce. Sonia Recalde Mosquera, MSc.	Nacional
Perú	Instituto del Mar del Perú (IMARPE)	Oce. Carmen Grados Quispe	Nacional
Chile	Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)	Oce. Hernán Reyes Rivas	Nacional
COORDINACIÓN REGIONAL			
Dirección de Asuntos Científicos y Recursos Pesqueros		Dr. Marcelo Nilo Gatica	Programa ERFEN/ CPPS

TABLA 2. PLATAFORMAS DE INVESTIGACIÓN Y FECHAS DE INICIO Y TÉRMINO DE LOS CRUCEROS

PAÍS	INSTITUCIÓN ESPECIALIZADA	BUQUE	N° DÍAS	FECHA DE INICIO / TÉRMINO	ESTACIONES EJECUTADAS
Colombia	CCCP	ARC Malpelo	21	22/09/2019 - 12/10/2019	44
Ecuador	INOCAR	BAE Orión	33	17/09/2019- 18/10/2019	59
Perú	IMARPE	BIC José Olaya Balandra	44	29/09/2019- 11/11/2019	170 (142 superficiales + 28 despliegues de CTD)
	DHN	BAP Humboldt	31	03/10/2019 - 04/11/2019	
Chile	IFOP	B/I Abate Molina	34	15/09/2019- 18/10/2019	95

TABLA 3. PERSONAL CIENTÍFICO PARTICIPANTE

PAÍS	COLOMBIA
CRUCERO	Crucero Oceanográfico Cuenca Pacífica Colombiana (CPC) Edición LIX
PLATAFORMA OCEANOGRÁFICA	ARC Malpelo
JEFE DE CRUCERO Y DE ESTACIÓN	S3MMO Edison Jair Rojas Bedoya
ESPECIALISTAS DE CCCP	Esp. María Fernanda Suarez, Oce. Kevin Eduardo Sánchez, Oce. José Ángel Brainer; Quim. Jesús David Reyes Negrete, Blgo. Christian Bermúdez Rivas, Ing. Joao Quijano, Ing. Cristian Camilo Muñoz; Oce. Kenny Quintero, Téc. Laureano Sarmiento
INVITADOS	Universidad del Valle: Elizabeth Calle -Programa de Biología
PAÍS	ECUADOR
CRUCERO INOCAR	Crucero Oceanográfico C0-I-2019
PLATAFORMA OCEANOGRÁFICA	B.A.E. ORIÓN
JEFE DE CRUCERO Y DE ESTACIÓN	TNNV-SU Leonardo Alvarado García
ESPECIALISTAS DE INOCAR	Blg. Elsa Salazar; Blg. Raúl Marcillo, CBOP-HI Arturo Soto, CBOS-HI Ángel Viteri. Oc. Sonia Recalde M, MSc; Ing. Oc. Gabriela Barahona S, Ing. Oc. Sharon Muñoz R. Quim. Richard Narea, Quim. Alfredo Lynch, Ing. Quim. Rubén Choto, Ing. Verónica Condo
INVITADOS	<u>ESPOL-FIMCM</u> : Gabriela Torres Fernández, Luigi Purizaga Peñafiel, Ma. Gabriela Barzallo Molina, Johnny Morán Espinoza. <u>UdeG- FAC. QUIMICA Y FARMACIA</u> : Jaylene Castillo Ruilova, Solange León Salazar Michael Reyes Gonzales, Diego Pozo Rosales
PAÍS	PERÚ
CRUCERO IMARPE	Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos
PLATAFORMA OCEANOGRÁFICA	BIC José Olaya Balandra
JEFE DE CRUCERO	Dr. Ramiro Castillo Valderrama
ESPECIALISTAS DE IMARPE	<u>Grupo de Acústica y Pesca</u> : Blgo. Luis La Cruz Aparco, Ing. Carlos Valdez Mego, Bach. Gustavo Renato Cuadros Caballero, Dr. Daniel Grados Paredes, Bach. Gustavo Cuadros Caballero, Blga. Evelin Monsalve Tequen (Lab. Chimnote/IMARPE). <u>Grupo de Recursos Pelágicos</u> : Blga. Cecilia Peña Tercero, Ing. Pablo Saravia Martínez (Lab. Pisco/IMARPE), Blga. María Nelly Sanjinés Alvites, Téc. Jesús Sánchez Puchulán. <u>Grupo de Biología Reproductiva, Aves y Mamíferos</u> : Blgo. Antonio Cuba Martínez, Blga. María Meza Torres. <u>Grupo de Oceanografía</u> : Daniel Quispe Ramos, Fís. David Correa Chilón, Téc. Miguel Sarmiento, Téc. Juana Fiestas, Ing. David Torres, Téc. Sergio Bances.
INVITADOS	Alianza Pacífico: Colombia: Dr. Jorge Viaña Tous; Asociación Nacional de Armadores Pesqueros: Sr. Fidel Periche Martínez; Sociedad Nacional de Pesquería: José Rojas, Aníbal Aliaga Rosales, Salvador Peraltila Neyra

TABLA 4. PERSONAL CIENTÍFICO PARTICIPANTE (CONTINUACIÓN)

PAÍS	CHILE
CRUCERO IFOP	Condiciones bio-oceanográficas y evaluación del stock desovante de anchoveta entre las regiones de Arica y Parinacota y Antofagasta, año 2019.
PLATAFORMA OCEANOGRÁFICA	B/I Abate Molina
JEFE DE CRUCERO	<u>Fase 1:</u> Oce Hernán Reyes R; <u>Fase 2:</u> Biol. Jéssica Bonicelli P.
COMANDANTE DEL BUQUE	Sr. Takashi Abe Pellisa
ESPECIALISTAS DE IFOP	<u>Oceanografía:</u> (clorofila-oxígeno-isotopos-nutrientes-fitoplancton) Oce. Hernán Reyes (1ª fase); Oce. Claudia Rozas Quim. Elda Riquelme, Blgo. Carmen Barrios, Biol. María José Jeneral (2ª fase) <u>Zooplancton:</u> Biol. Jessica Bonicelli, Oce. Darleen Riveros Biol. Lénin San Martín, Oce. Andréa Soto; Biol. Débora Albornoz <u>Acústica:</u> Téc Marino. Manuel Rojas G., Téc Marino. Roberto Lorca A. <u>Avistamiento de mamíferos marinos:</u> Blgo. Robert Bello, Biol. Diego González, Blgo. Rodrigo Galleguillos <u>Operadores marinos: (CTDs, redes):</u> Iván Toro, Carlos Mendoza, Andrés Ruiz.
INVITADOS	Sin invitados.

TABLA 5. INFORMACIÓN CRUCEROS REALIZADOS POR PAÍS

PAÍS	BUQUE	VARIABLES MEDIDAS
COLOMBIA	ARC Malpelo	<p>Meteorología: Ta, Hr, Pa, Vw/Dw medidos con una estación meteorológica portátil Davis Vantage PRO2.</p> <p>Oceanografía Física: 71 perfiles de T, S (43 oceánicas y 23 en áreas insulares) profundidades de 0 a 1000m, empleando CTDO modelo SBE-19plus v2. En las estaciones donde la profundidad era menor de 500 m se realizaron los perfiles hasta la profundidad máxima prudente que la batimetría lo permitió.</p>
ECUADOR	BAE Orión	<p>Meteorología: Pa, Vw/Dw, Ta, bulbo seco y húmedo, nubosidad (altura, tipo y género) y visibilidad, fueron registrados por la estación meteorológica. En las estaciones completas se realizaron radiosondeos. Se utilizó una estación meteorológica multi-parámetro automática marca Vaisala, ubicada en el magistral del buque. El posicionamiento de las distintas estaciones fue realizado utilizando un GPS marca MAGELLAN modelo NAV-6500 con un error del orden de 10 m, alternando con el equipo Trimble Navigation modelo NT200 DGPS; la deriva del buque se determinó por cálculo automático del mismo equipo y manualmente en el puente de gobierno.</p> <p>Oceanografía Física: 59 perfiles de T y S, registrados a profundidades de 0 a 500m, con CTD marca SEABIRD, modelo 19 plus V2, distribuidos a lo largo del track del crucero cubriendo las secciones meridionales 82°O, 86°O, 89°O y 92°O. Mediciones de TSM entre estaciones.</p>
PERÚ	BIC José Olaya/ BIC Humboldt.	<p>Oceanografía Física: Se realizaron 142 estaciones superficiales, así como 28 despliegues con CTD-SBE-19plus distribuidos en 5 perfiles o transectas localizadas perpendicularmente frente a las localidades de Paita (5°S), Punta Falsa (6°S), Chimbote (9°S), Callao (12°S) y San Juan (15°S). TSM en estaciones oceanográficas mediante un termómetro de inmersión.</p>
CHILE	B/I Abate Molina	<p>Meteorología: Dirección, altura y periodo de la ola, dirección e intensidad del viento (m/s y nudos), dirección e intensidad del viento (nudos), tiempo seco, húmedo y presente, tipo y cantidad de nubes; visibilidad.</p> <p>Oceanografía Física: Perfiles verticales de T y S hasta una profundidad de 500 m con un perfilador continuo CTDO Sea Bird modelo 9 operado en tiempo real, equipado con doble sensor de temperatura y salinidad, un sensor de oxígeno y uno de fluorescencia. En las estaciones de 100 mn de la costa, se realizaron registros de T, S, oxígeno disuelto y fluorescencia a niveles profundos, hasta 700 m de profundidad.</p>