



# DIHIDRONAV

DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN  
MARINA DE GUERRA DEL PERÚ



## MONITOREO DEL FENÓMENO EL NIÑO ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO ENFEN

### INFORME TÉCNICO COMPONENTE OCEANOGRÁFICA

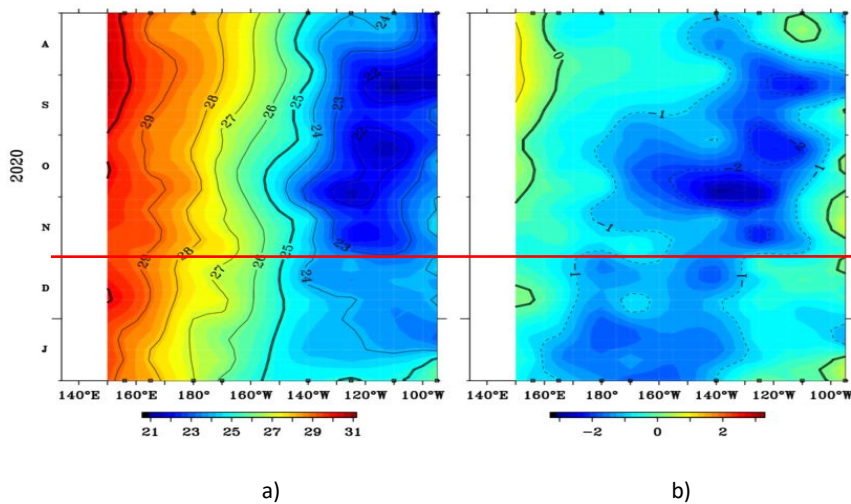
ENERO 2021



## 1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

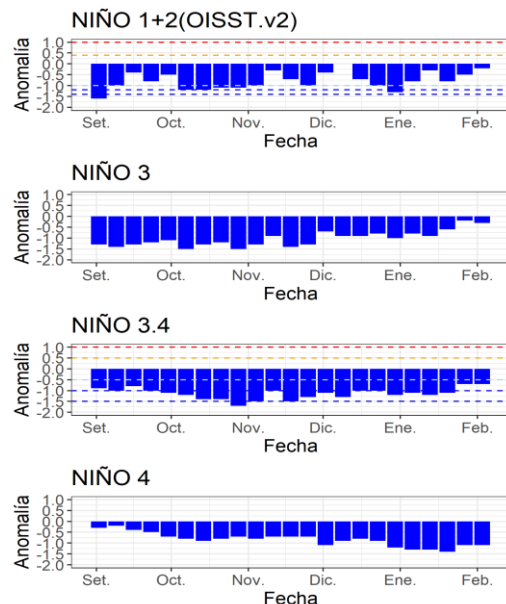
### 1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, respecto al mes de enero, la temperatura superficial del mar (TSM) semanal disminuyó hasta en 1°C en la región entre los 160°E y los 150°W, manifestando mayores anomalías negativas, mientras que, al este, presentó ligeros incrementos hasta valores normales a finales del mes, observándose anomalías positivas en el extremo oriental (Figura 1.1.1 a y Figura 1.1.1 b).



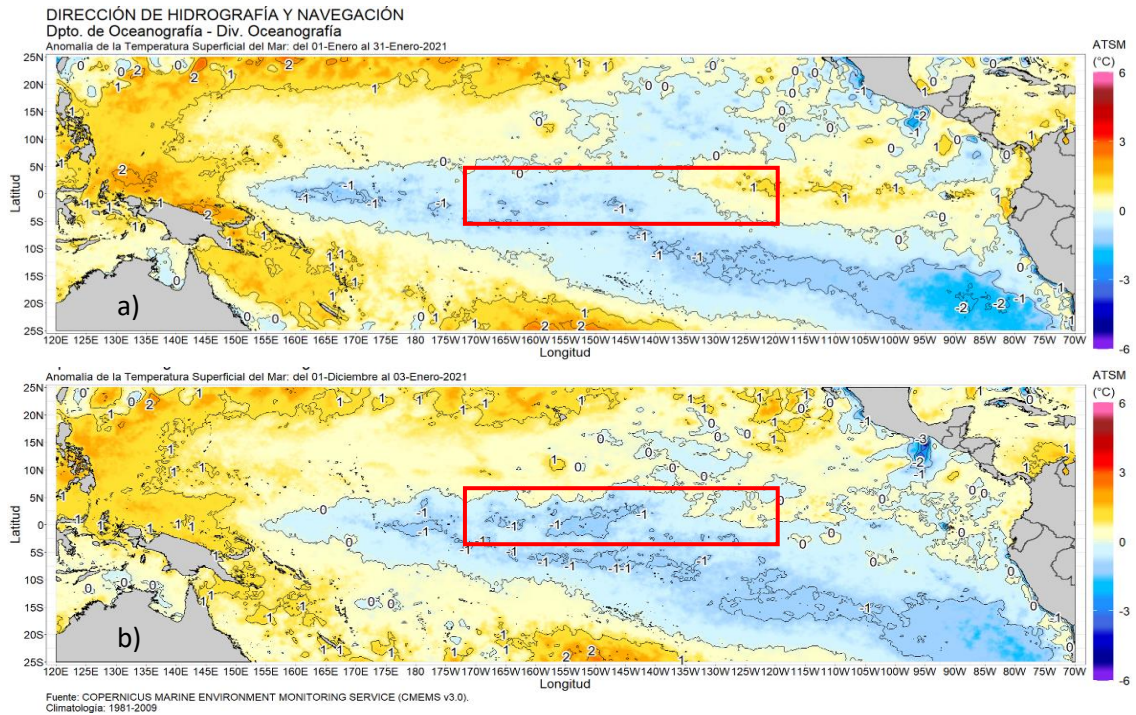
**Figura 1.1.1** Diagrama de longitud-tiempo de la a) Temperatura superficial del mar. b) Anomalía de la temperatura superficial. Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

Por regiones Niño, predominaron las anomalías negativas, pero con tendencia a la disminución principalmente en la región Niño 1+2 y Niño 3, mientras que en región Niño 4 se incrementaron. Las anomalías semanales fueron de -1.4°C a -1.1°C en Niño 4; de -1.2 a -0.7 en Niño 3.4, de -1.0 a -0.2 en Niño 3 y de -1.3 a -0.2. Como promedio mensual en las regiones Niño 3.4 y Niño 3, la anomalía fue de -1.3°C y -0.6°C; mientras que, en la región Niño 1+2 de -0.6°C (Figura 1.1.2).



**Figura 1.1.2** Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de setiembre 2020 a enero 2021. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

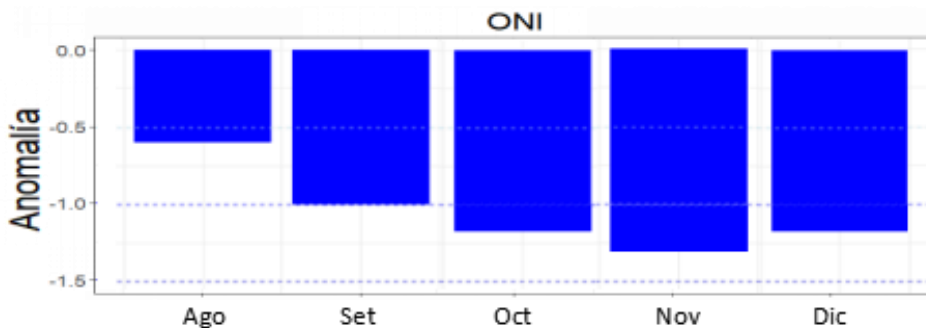
En el Pacífico ecuatorial, como promedio mensual la anomalía de la TSM en la región ecuatorial central presentó la disminución de sus valores, mientras que en la región occidental se incrementaron las anomalías negativas. En la región oriental se incrementó hasta presentar anomalías de +1°C (Figura 1.1.3).



**Figura 1.1.3** Promedio mensual de la anomalía de la temperatura superficial del mar de a) enero de 2021 y b) diciembre de 2020 de la temperatura superficial del mar. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

## 1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

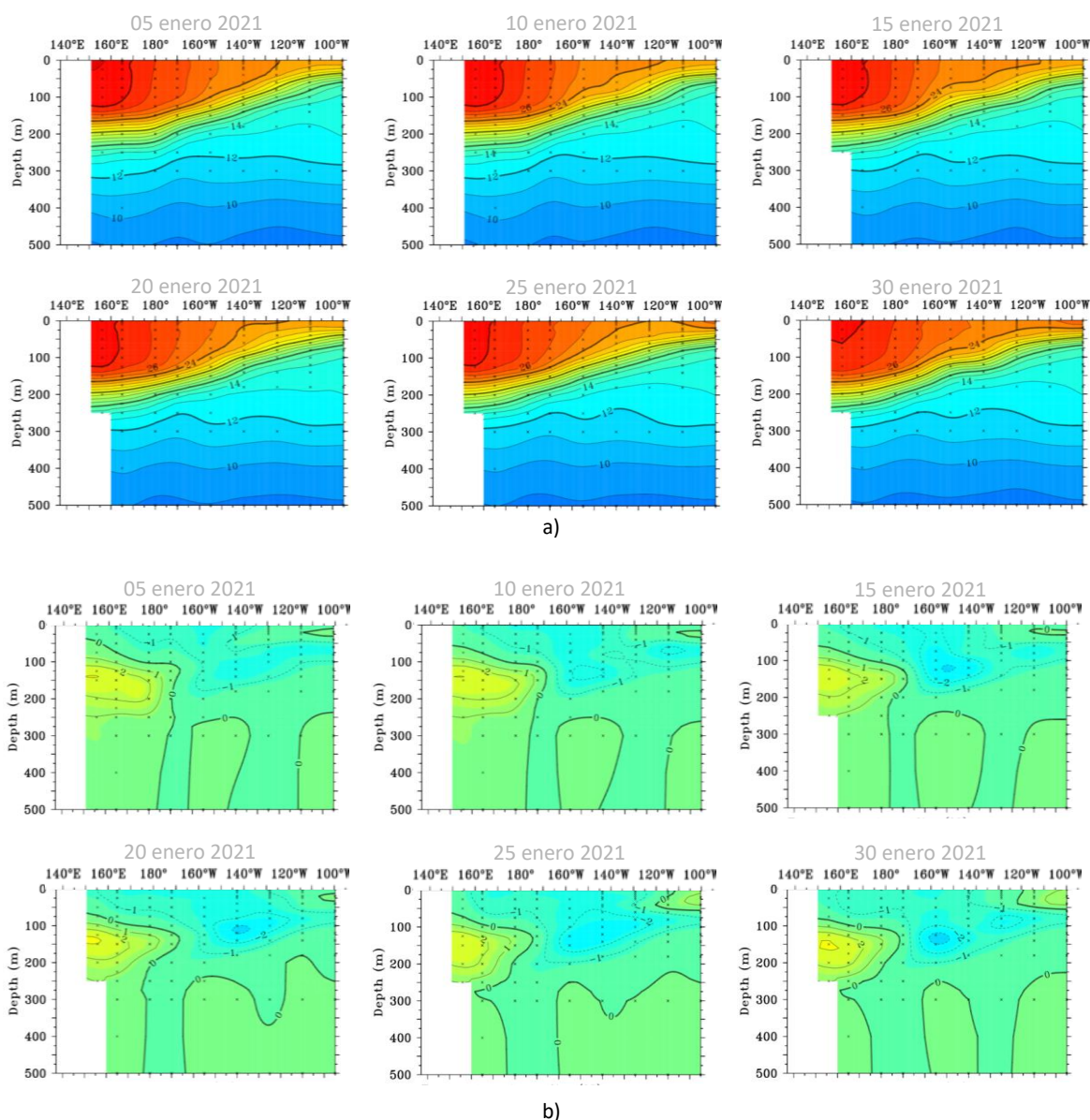
El índice ONI (Oceanic Niño Index en inglés) del Pacífico central (Niño 3.4) desde agosto el valor estuvo por debajo de 0.5, alcanzando en noviembre un valor pico de -1.3; estableciéndose el evento La Niña con una magnitud moderada. Durante diciembre el valor fue de -1.2°C menor al mes anterior, posiblemente indicando el declive del evento (Figura 1.2.1).



**Figura 1.2.1** Serie del ONI, de los último seis meses. Fuente: NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV

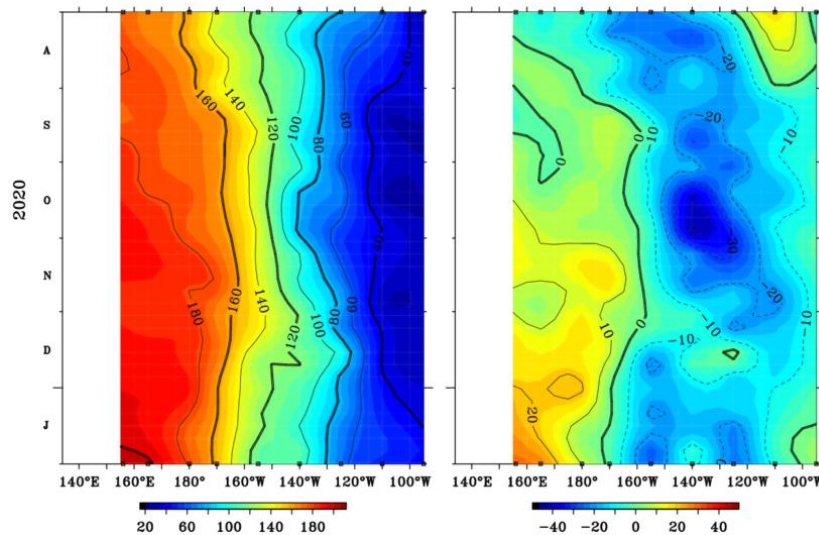
### 1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON, muestra una leve profundización de la termoclina al este de los 120°W y sobre los 50 m de profundidad durante todo el mes de enero 2021, incrementando el gradiente térmico y manifestando anomalías positivas, en tanto en la región central aun predominan anomalías negativas hasta -2°C sobre los 200 m de profundidad y por debajo de los 50 m en la región oriental. Por otro lado, al oeste de los 170°W continua el núcleo anómalo de hasta +3°C al oeste entre los 100 y 250m de profundidad (Figura 1.3.1 a y Figura 1.3.1 b).



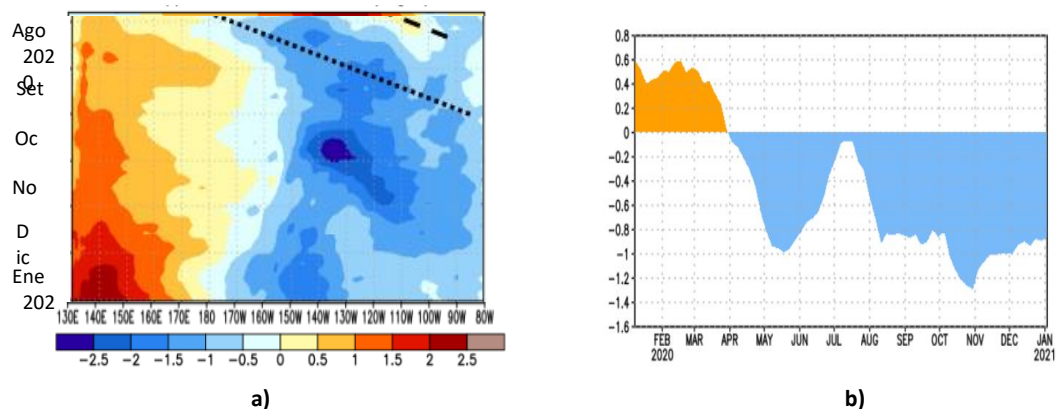
**Figura 1.3.1.** Sección transversal en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S, promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de enero 2021 de la a) temperatura subsuperficial del mar (°C). b) anomalía de la temperatura subsuperficial del mar (°C). Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

Asimismo, los datos de las boyas TAO, mostraron que, durante enero, la isoterma de 20°C fue 10 m más superficial los 170°W-110°W, mientras que en el extremo oriental ligera profundización en la segunda quincena. En tanto que, al oeste de los 170°W continúa profundizándose la termoclina hasta en 20m (Figura 1.3.2 a y Figura 1.3.2 b).



**Figura 1.3.2.** Diagrama longitud-tiempo de la a) profundidad de la isoterma de 20°C (m) y b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) promedio entre 2°N – 2°S, de agosto 2020 a enero 2021. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor muestra el incremento de sus valores al este de 130°W, mientras que entre 170°W y 130°W disminuyó 2°C mostrando el fortalecimiento de la onda Kelvin fría en la región del Pacífico ecuatorial central. Por otro lado, al oeste de 170°E el contenido de calor se incrementó hasta 2.5°C (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

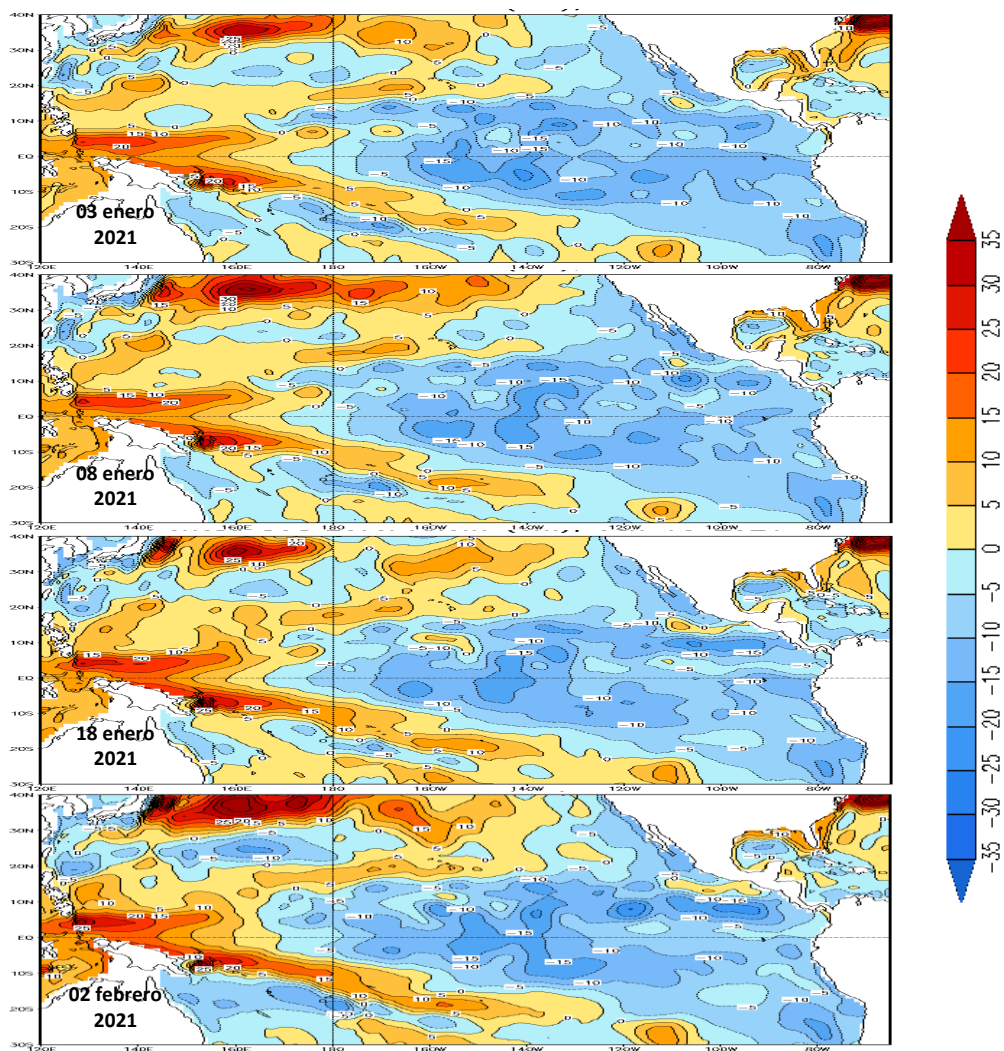


**Figura 1.3.3** Anomalía del contenido de calor (°C) en el Pacífico ecuatorial a) en la región ecuatorial, entre 130°E-80°W, de 0m a 300 m de profundidad de agosto 2020 a enero 2021, y b) promedio de la región entre 180°-100°W de enero 2020 a enero 2021. Fuente: CPC-NOAA.

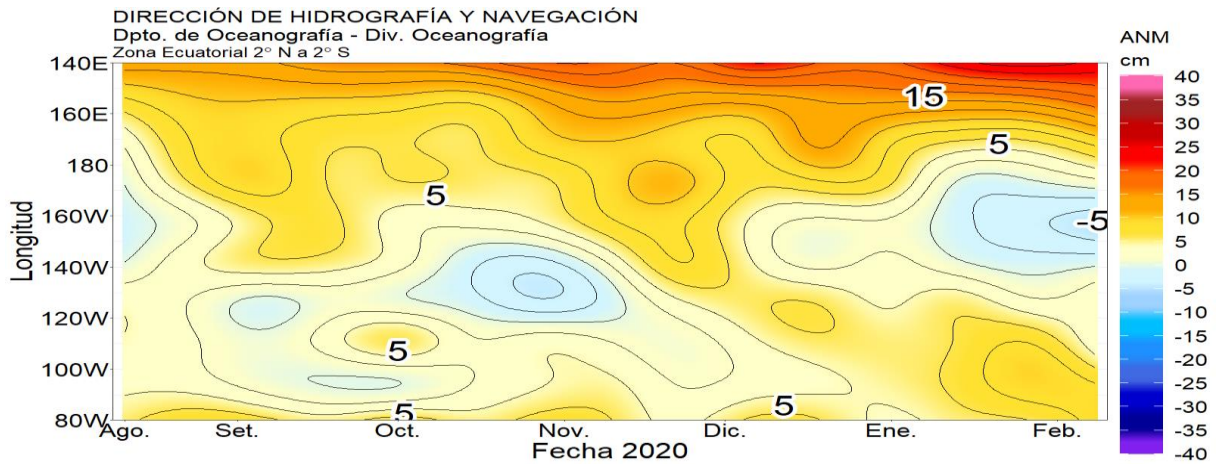
#### 1.4. NIVEL DEL MAR

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial predominaron con niveles por debajo de lo normal hasta -15 cm en la región central, disminuyendo progresivamente las anomalías negativas en su extensión y orden para la segunda quincena del mes, principalmente entre los 160°W y 100°W, pasando de -10cm a -5cm (Figura 1.4.1).

En la franja ecuatorial, durante enero 2021 en la región entre los 170°E y 140°W, las anomalías del nivel del mar disminuyeron de +2cm al -6cm, debido al desarrollo de una onda Kelvin cálida, mientras que en el extremo oriental el paso de una onda Kelvin cálida (Figura 1.4.2).



**Figura 1.4.1.** Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 03, 08 y 18 de enero y 02 de febrero de 2021. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.

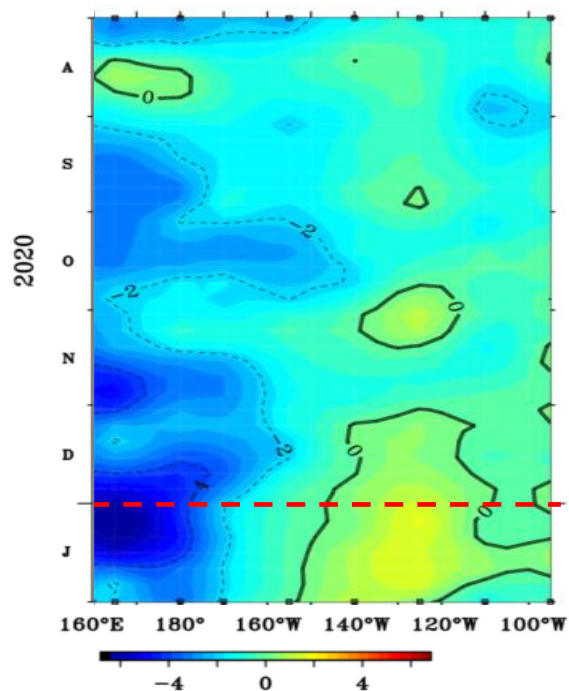


**Figura .1.4.2.** Diagrama de Hovmöller de la anomalía del nivel del mar en la región ecuatorial, entre los 140°E-80°W de 2°N-2°S. Período de agosto de 2020 a febrero 2021. Climatología 1981-2010. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

### 1.5. VIENTO

Sobre el Pacífico ecuatorial al oeste de los 170°W continúan intensificándose los pulsos de vientos este durante todo el mes de enero, lo cual favorece la formación de ondas Kelvin frías sobre la región occidental. Sin embargo, también se desarrollan pulsos de viento del oeste, sobre la región entre los 150°W y 110°W; a pesar de no ser muy intensos, pueden fortalecer y generar nuevas ondas Kelvin cálidas (Figura 1.5.1).

A fines de mes se mostró el debilitamiento de los vientos del este en la región occidental (Figura 1.5.1).

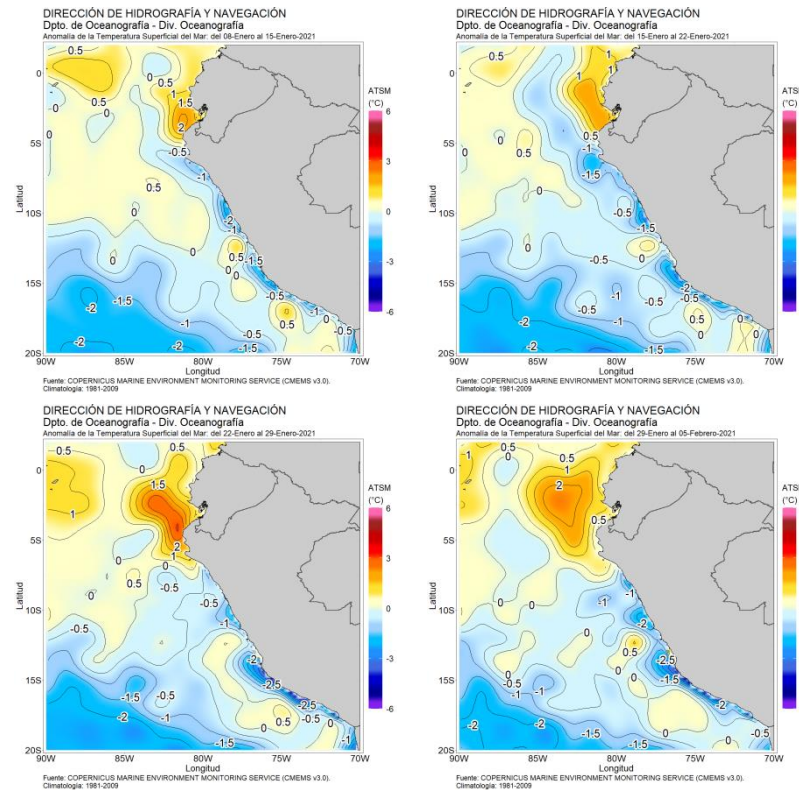


**Figura .1.5.1.** Diagrama de Hovmöller de la anomalía del viento zonal a nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de agosto de 2020 a enero de 2021. Fuente: NOAA.

## 2. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FRENTE A LA COSTA DE PERÚ

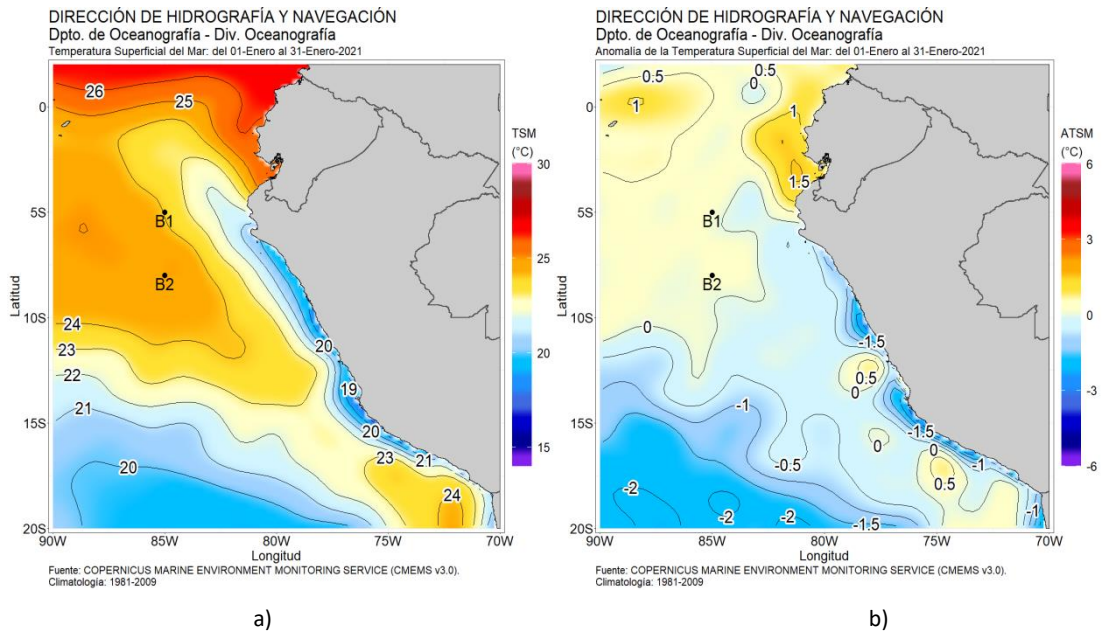
### 2.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, las anomalías semanales de la TSM disminuyeron en la segunda semana hasta anomalías de  $-1.5^{\circ}\text{C}$  cerca a la costa peruana, para luego incrementarse hasta anomalías positivas en la costa norte hasta  $2^{\circ}\text{C}$ , mientras que en la cetro y sur las anomalías negativas fueron más intensas hasta  $-2^{\circ}\text{C}$  dentro de las 100 millas (Figura 2.1.1).



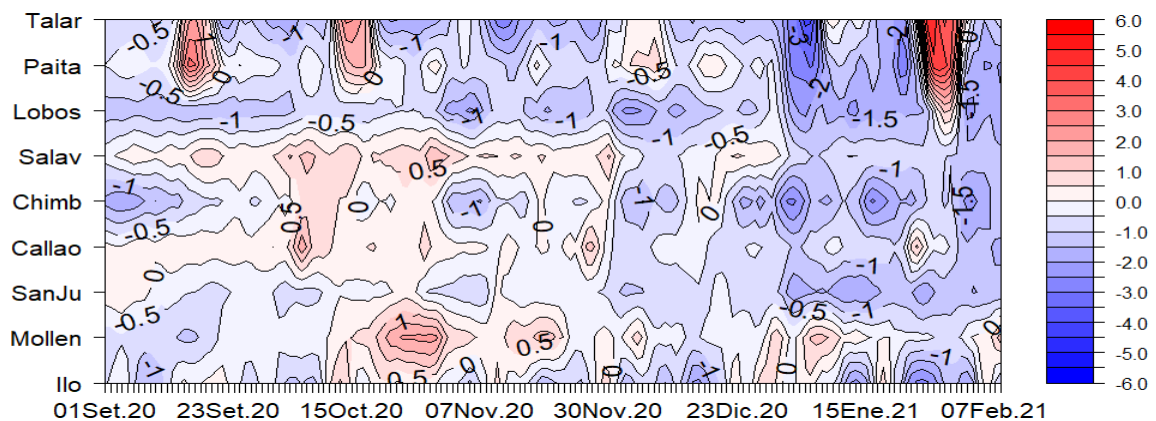
**Figura 2.1.1.** Promedios semanales de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 y frente a la costa de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

En el mar de Perú la temperatura promedio de enero fue de  $21^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  en el norte, de  $19^{\circ}\text{C}$  a  $23^{\circ}\text{C}$  en el centro y de  $18^{\circ}\text{C}$  a  $24^{\circ}\text{C}$  en el sur, manifestándose condiciones frías con anomalías de hasta  $-2^{\circ}\text{C}$  dentro de las primeras 50 millas de distancia de la costa al sur de los  $9^{\circ}\text{S}$ ; en tanto que, al norte de los  $4^{\circ}\text{S}$ , las anomalías fueron positivas hasta  $+2^{\circ}\text{C}$  (Figura 2.1.2).

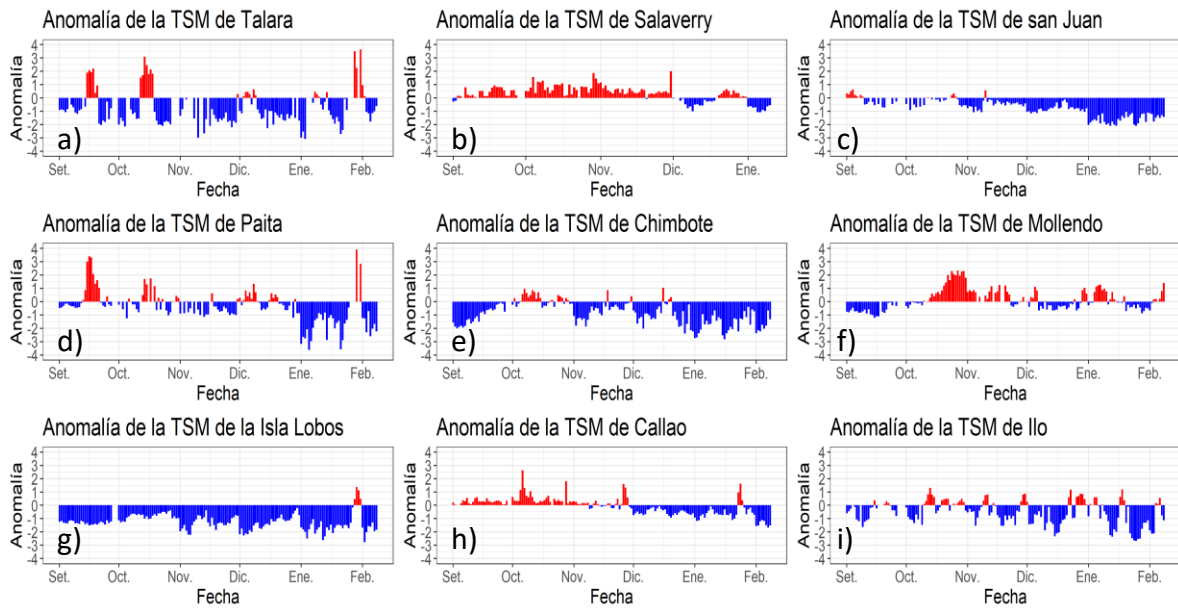


**Figura 2.1.2.** Promedio mensual en la región Niño 1+2 y frente a la costa peruana de la a) Temperatura y b) Anomalía de la temperatura de enero de 2021. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, durante el mes de enero se intensificaron las anomalías negativas de diciembre 2020 en el litoral durante todo el mes, pasando de  $-1^{\circ}\text{C}$  a fines de diciembre a  $-3^{\circ}\text{C}$  en enero en el norte, de  $-1^{\circ}\text{C}$  a  $-2^{\circ}\text{C}$  en el centro. Sin embargo, a fines de enero se registró el calentamiento rápido al norte de la isla Lobos de Afuera, alcanzando anomalías hasta  $+3.5^{\circ}\text{C}$ , debido al paso de una onda Kelvin cálida, para luego disminuir hasta anomalías negativas de  $-1.5^{\circ}\text{C}$  (Figura 2.1.3, Figura 2.1.4 y Tabla 2.6.1).



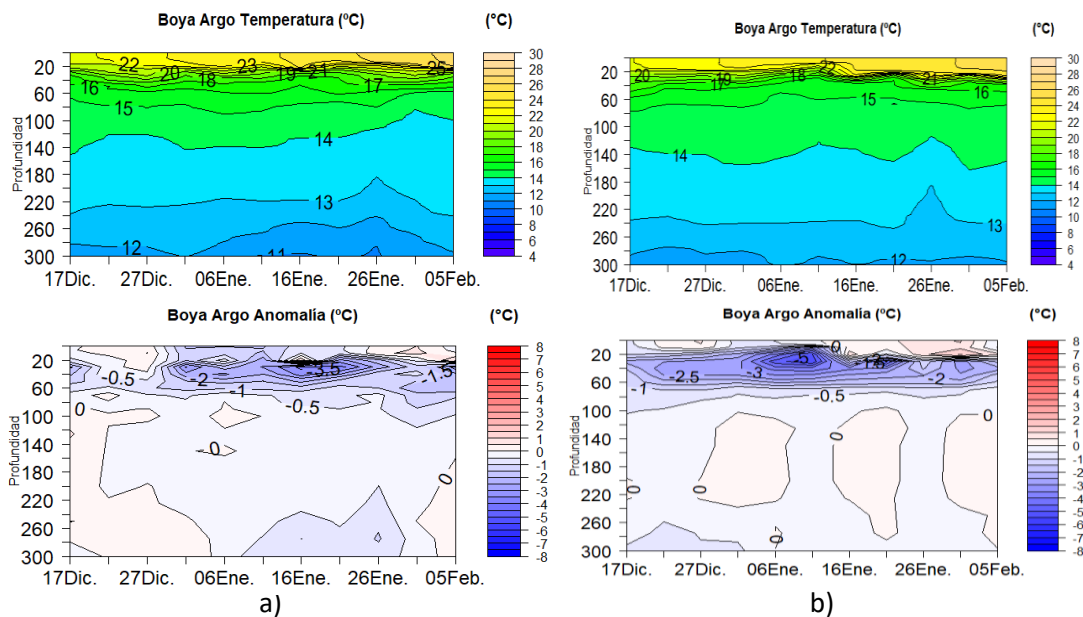
**Figura 2.1.3.** Diagrama Hovmöller de las anomalías de la TSM en el litoral de Perú de setiembre de 2020 a enero de 2021. Climatología: 1981–2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.



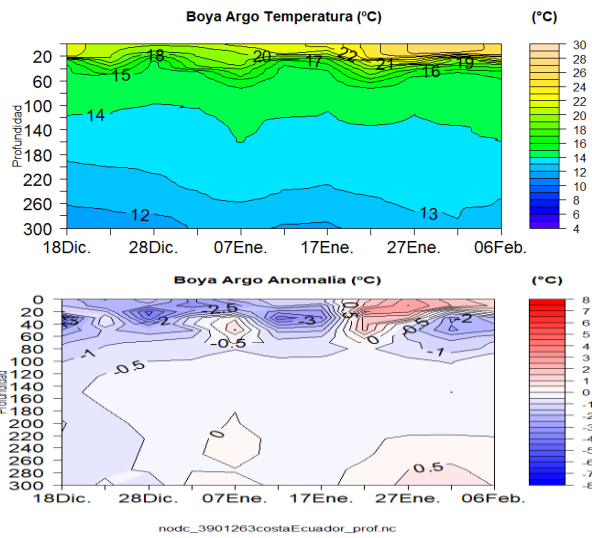
**Figura 2.1.4.** Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de estaciones costeras, durante cinco meses, de setiembre de 2020 a enero de 2021. a) Talara. b) Paita. c) Isla Lobos de Afuera. d) Salaverry. e) Chimbote. f) Callao. g) San Juan. h) Mollendo. i) Ilo. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

## 2.2. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Al este de la Isla Galápagos, alrededor de los  $2^{\circ}30'S$   $87^{\circ}30'W$  (Figura 2.2.1a) y cerca de  $3^{\circ}S$   $87^{\circ}W$  (Figura 2.2.1b), en los primeros 20m de profundidad se presentó la normalización, hasta ligeras anomalías positivas de  $+0.5^{\circ}C$ , mientras que por debajo de esta profundidad aún se registró anomalías negativas hasta  $-2^{\circ}C$ . Mas cerca de la costa de Ecuador alrededor de los  $2^{\circ}S$   $83^{\circ}W$  (Figura 2.2.2), el calentamiento se dio hasta 50 m de profundidad en la tercera semana, pero aun mostrando por debajo anomalías negativas hasta  $-2^{\circ}C$  (Figura 2.2.1 a y Figura 2.2.1 b).

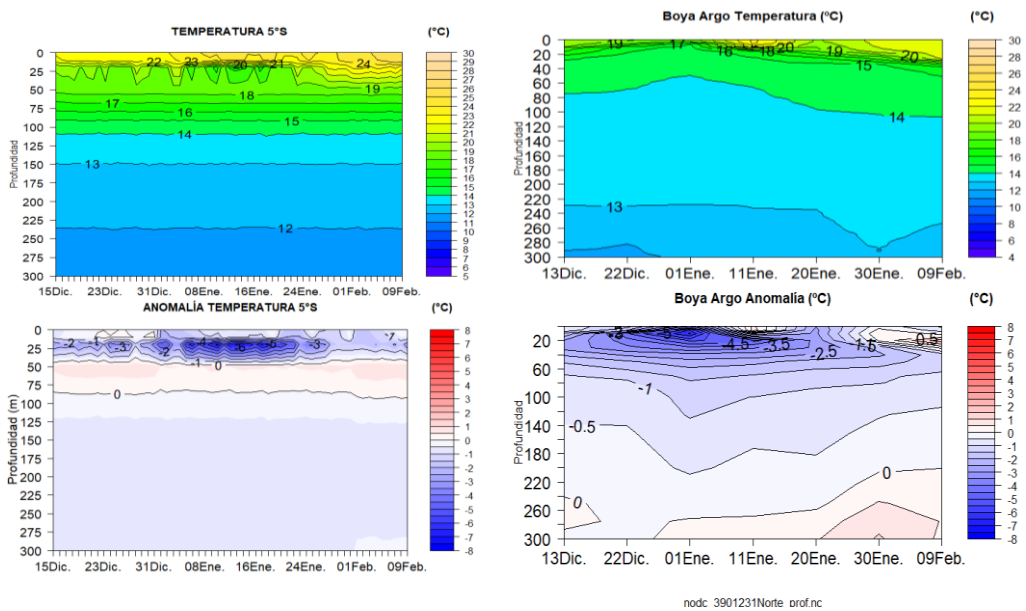


**Figura 2.2.1.** Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía de la temperatura en la región ecuatorial de los flotadores a) 3901262 y b) 3901266 del 17 de diciembre de 2020 al 05 de febrero de 2021. Fuente: ARGO.



**Figura 2.2.2.** Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía de la temperatura en la región ecuatorial del flotador 3901263 del 18 de diciembre de 2020 al 06 de febrero de 2021. Fuente: ARGO.

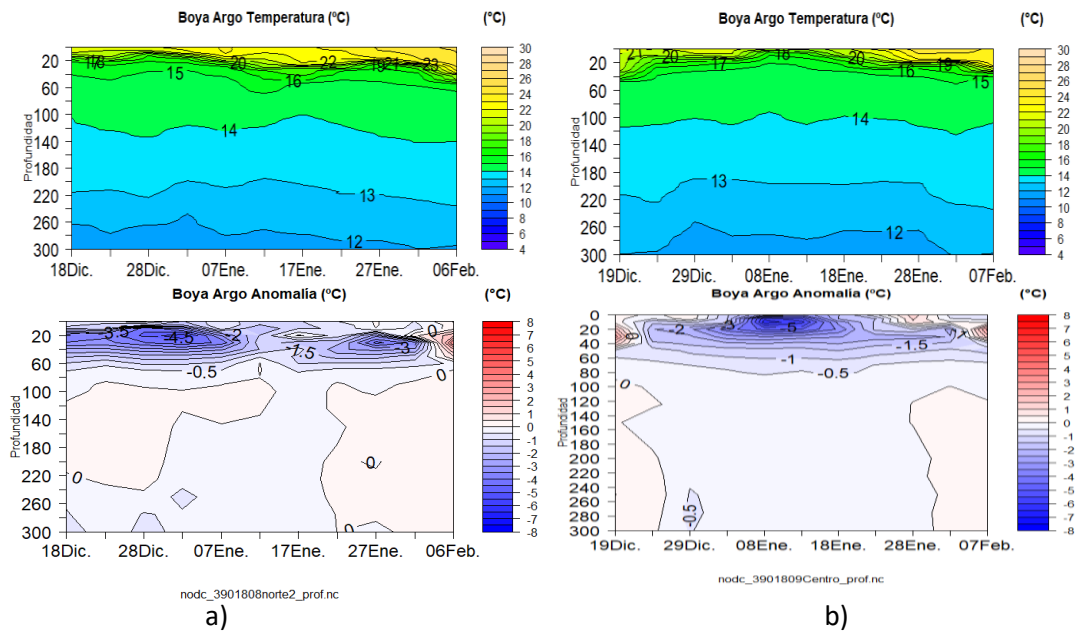
Frente a la costa norte de Perú, hasta las 100 millas predominaron anomalías negativas sobre los 80 m de profundidad hasta  $-5^{\circ}\text{C}$ , debido al paso de la onda Kelvin fría, así mismo, a 200 millas se registró las anomalías hasta los 50 m de profundidad. A finales del mes se incrementaron las temperaturas, normalizando las condiciones en la columna de agua cerca de la costa, en tanto que a 200 millas aun presenta anomalías negativas, pero menos intensas (Figura 2.2.3 y Figura 2.2.4).



a)

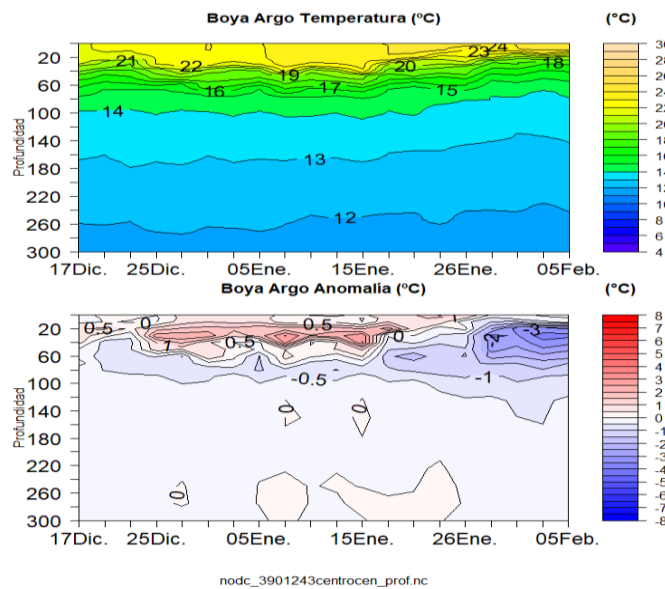
b)

**Figura 2.2.3.** Diagrama Hovmöller de la temperatura del mar y anomalía de la temperatura de la a) boya de la DIHIDRONAV del 15 de diciembre de 2020 al 9 de febrero de 2021 y b) boya Argo 3901231. Fuente: DIHIDRONAV.



**Figura 2.2.4.** Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía de la temperatura del mar de la boya argo a) 3901808 y b) 3901809 del 18 de diciembre de 2020 al 7 de febrero de 2021. Fuente: ARGO.

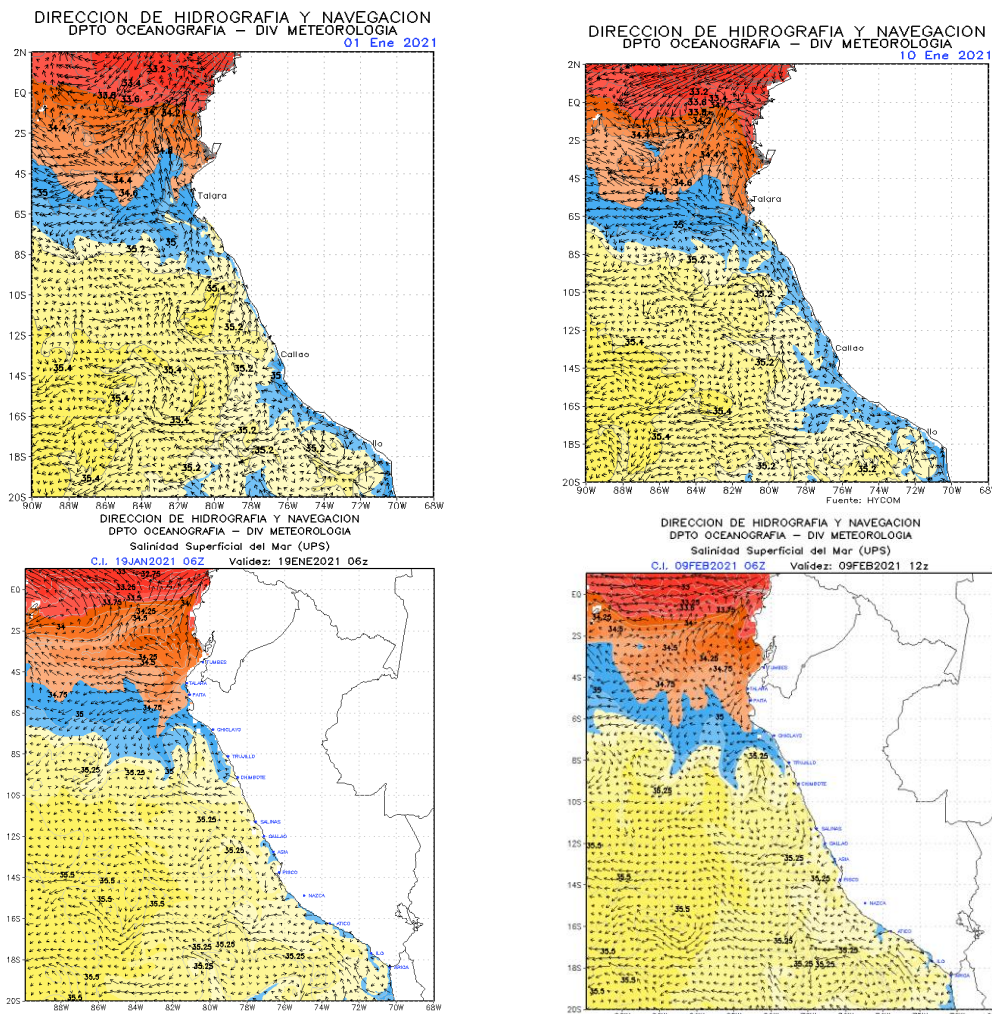
Frente a la costa centro de Perú, alrededor de los 11°S 81°W, las condiciones fueron contrarias, durante el mes predominaron anomalías positivas hasta los 50 m de profundidad con temperaturas de 23°C, para luego en la última semana elevar las isoterms, disminuyendo la temperatura hasta 3°C por debajo de lo normal y sobre los 100 m de profundidad (Figura 2.2.8 a. y Figura 2.2.8 b).



**Figura 2.2.5.** Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía de la temperatura del mar de la boya argo 3901243 del 17 de diciembre de 2020 al 5 de febrero de 2021. Fuente: ARGO.

### 2.3. SALINIDAD

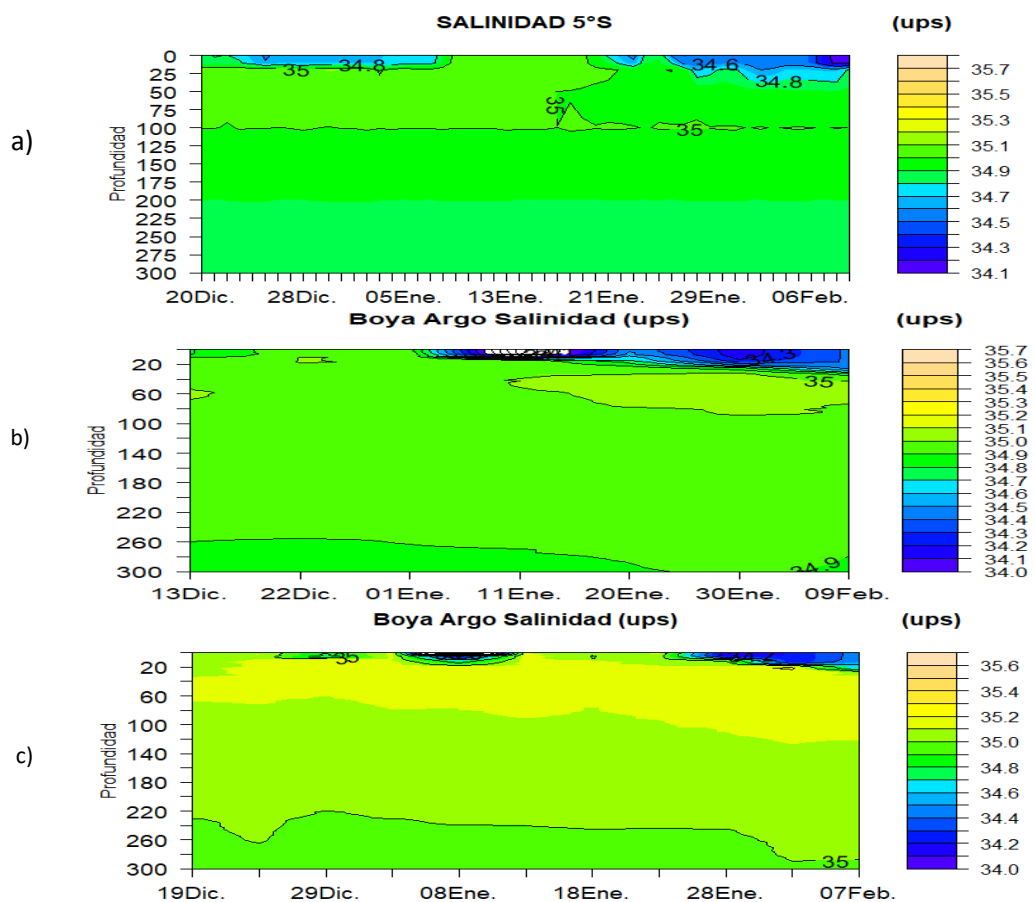
En el mar de Perú, las aguas ecuatoriales superficiales (AES) con salinidad (<34.8 ups) se extendió hacia el sur, llegando hasta la Isla Lobos de afuera (6°S) dentro de las 50mn; asimismo, durante el transcurso del mes, las AES se extendieron por fuera de las 200mn al norte de los 4°S. La salinidad de 34.8 a 35.1 correspondiente a las aguas costeras frías (ACF) se replegó hacia la costa centro y sur, mostrándose una predominancia de las aguas subtropicales superficiales (ASS), las cuales llegaron a encontrarse dentro de las 50 millas frente a la costa central y sur (Figura 2.3.1).



**Figura 2.3.1.** Salinidad promedio en el mar de Perú de los días 1, 10 y 19 de enero y 09 de febrero de 2021. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Model HYCOM-RTOFS-ODS/ NCEP-NOAA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

### 2.4. SALINIDAD SUB-SUPERFICIAL

Frente a la costa norte del Perú, en los 5°S y 85°W Boya DIHIDRONAV los datos de salinidad muestran la presencia de aguas costeras frías (ACF) predominantes durante las primeras tres semanas de enero 2021, para luego disminuir la salinidad por debajo de los 34.8ups, indicando la presencia de las AES hasta los primeros días de febrero sobre los 30m de profundidad. Sin embargo, en latitudes más al sur y cerca de la costa, en los 6°S 82°W y 7°S 82°W, también se observó la presencia de las AES sobre los primeros 20m desde la primera semana de enero. (Figura 2.4.1)

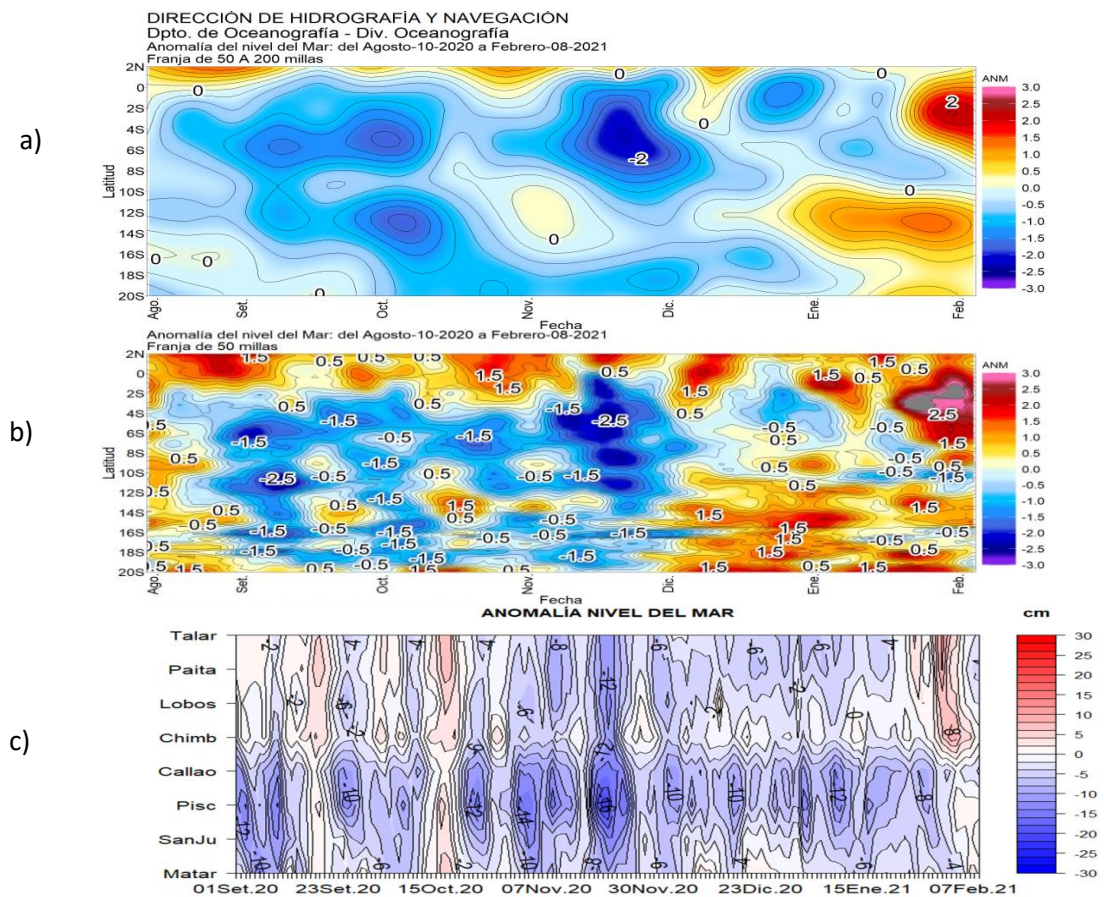


**Figura 2.4.1.** Diagrama Hovmöller de la salinidad del mar de la a) la boya DIHIDRONAV y flotadores b) 3901231 y c) 3901809 de ARGO. Periodos del 20 de diciembre 2020 al 6 de febrero 2021, 13 de diciembre 2020 al 9 de febrero 2021 y 19 de diciembre 2020 al 7 de febrero 2021, respectivamente. Fuente: DHN y ARGO.

### 2.5. NIVEL DEL MAR

Entre las 200 y la costa de Ecuador y Perú se reflejó el paso de la onda Kelvin fría alcanzando los 8°S con una anomalía de hasta -1.5cm, debilitándose progresivamente en su avance desde inicios de enero 2021, para luego disiparse debido al incremento presentado al sur de los 8°S asociados a remolinos anticiclónicos que elevaron los niveles del mar. Sin embargo, a partir de la última semana de enero se presenta un incremento del nivel del mar frente a la costa al norte de los 4°S, pasando de -0.5cm a +4cm abruptamente, debido al paso de una onda Kelvin cálida. (Figura 2.5.1 a y b).

En el litoral, el nivel del mar mostró similar comportamiento, intensificación de las anomalías negativas a inicios de enero e incrementos hasta +10 cm a fines del mes, al norte de Chimbote, mientras que al sur de Callao se mantuvo el nivel por debajo de los -8cm durante todo el mes, pasando a una condición dentro del umbral normal para los primeros días de febrero (Figura 2.5.1 b, Tabla 2.5.1).



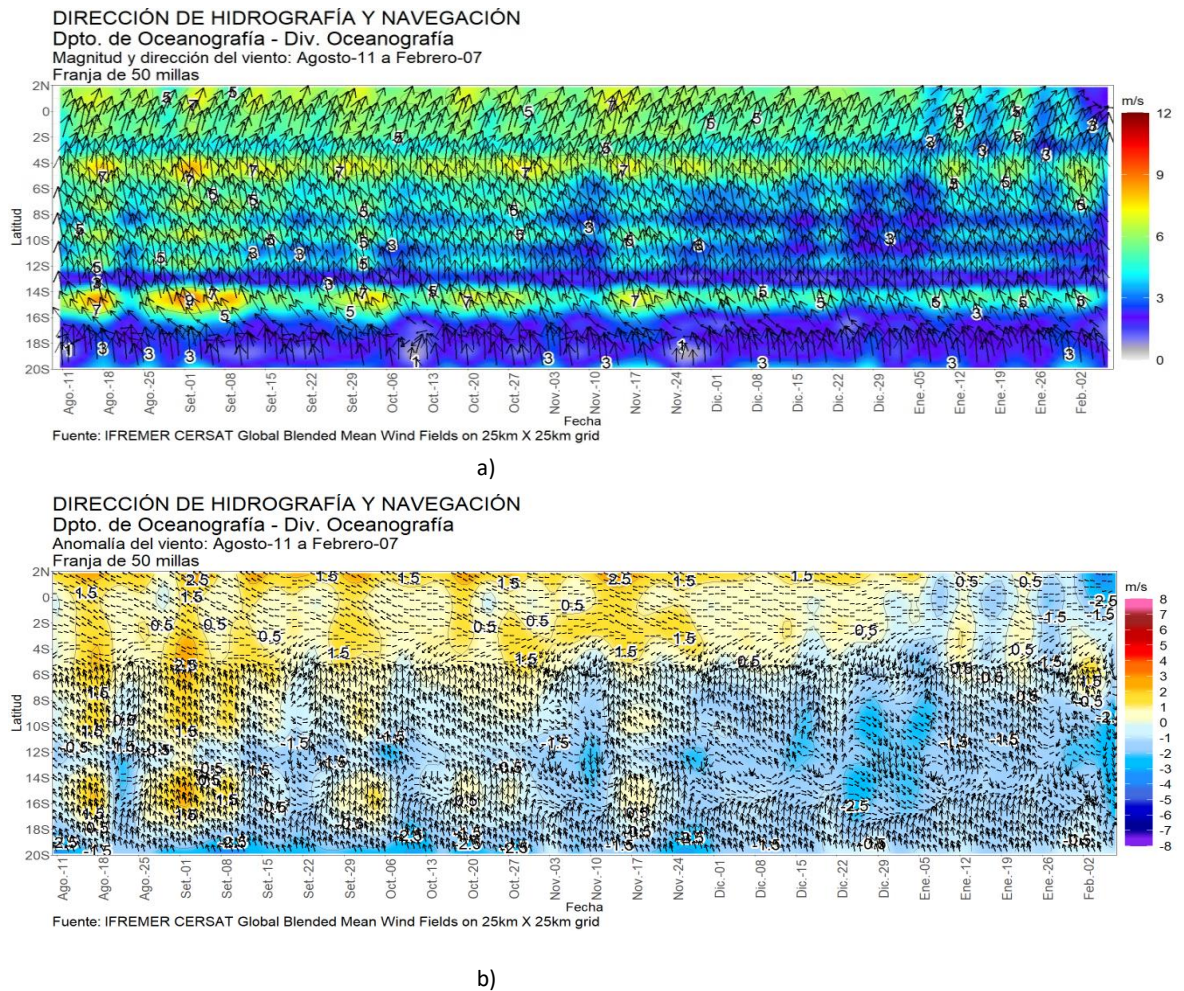
**Figura 2.5.1.** Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar, a) promedio entre las 200 y 50 millas de la costa, b) promedio entre 50 millas y la costa de Ecuador y Perú, entre los 2°N y 20°S, y c) en el litoral de Perú. Periodo de agosto 2020 a inicios de enero 2021 Fuente: DIHIDRONAV.

Estación	ATSM 2020			ATSM 2021	ANMM 2020			ANMM 2021
	Oct	Nov	Dic	Ene	Oct	Nov	Dic	Ene
Talara	-0.6	-1.5	-1.0	-0.2	0	-6	-4	-2
Paita	0.0	-0.6	0.0	-0.7	0	-6	-5	-2
Isla Lobos de Afuera	-0.8	-1.3	-1.3	-1.3	-2	-6	-4	-1
Salaverry	0.8	0.5	-0.1	-0.8	-	-	-	-
Chimbote	0.2	-0.6	-1.0	-1.6	0	-3	-2	-1
Callao	0.6	0.2	-0.5	-0.5	-6	-10	-7	-8
San Juan	-0.3	-0.5	-0.8	-1.6	-4	-7	-3	-6
Mollendo	0.8	0.5	-0.1	0.1	-2	-6	-2	-3
Ilo	-0.1	-0.5	-0.7	-1.0	-	-	-	-

**Tabla 2.5.1.** Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de octubre 2020 – enero de 2021. Fuente: Estaciones costeras – DIIDRONAV.

### 2.1. VIENTOS

Durante el mes de enero, los vientos se mantuvieron por encima de los 4m/s frente a la costa peruana, al norte de los 4°S, mientras que al sur fueron menores a excepción entre 14°S y 16°S. Las anomalías presentaron una condición alrededor de lo normal durante todo el mes de enero, mostrándose ligeramente positivas frente a la costa norte, principalmente a fines de enero. A inicios de febrero el viento disminuyó por debajo de lo normal que podría favorecer a ingresos de flujos del norte (Figura 2.7.1).



**Figura 2.6.1.** Diagrama de Hovmöller promedio de la 50 millas de la costa de 2°N y 20°S de la a) velocidad del viento y b) anomalía del viento, de agosto 2020 a enero 2021. Fuente Datos IFREMER CERSAT, climatología QUIKSCAT-ASCAT 2000-2014. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

## 2.2. CONCLUSIONES

En el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4) continuaron las condiciones frías, como parte del desarrollo de La Niña, con anomalías promedio de la temperatura superficial del mar (TSM) de  $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  en enero y en lo que va de febrero, respectivamente. Por otro lado, en la región Niño 1+2 las condiciones frías perdieron cobertura espacial, registrándose una anomalía promedio de  $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  para enero y de  $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  en lo que va de febrero.

Durante el mes de enero las anomalías de viento del oeste en la zona oriental del Pacífico habrían intensificado dos ondas Kelvin cálidas, arribando a la costa a fines de enero e inicios de febrero. Por otro lado, se observa la presencia de otro paquete de ondas Kelvin frías, las cuales se formaron con pulsos de viento del este durante la quincena del mes de enero en el Pacífico central. Este paquete, según la información in situ y de modelos, se encontraría aproximadamente en  $110^{\circ}\text{W}$ .

En el extremo oriental de la franja ecuatorial, en la zona entre las 400 y 500 millas náuticas del Golfo de Guayaquil, en la primera quincena de enero, se presentaron anomalías negativas de temperatura de  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  en promedio sobre los 70 m de profundidad, para luego debilitarse, surgiendo ligeras anomalías positivas ( $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sobre los 20 m, entre los 150 y 300 m de profundidad, desde la última semana de enero.

En el litoral peruano, durante enero y en lo que va de febrero, las condiciones se mantuvieron frías con anomalías negativas de TSM de hasta  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , excepto en el norte y durante los últimos días de enero, en que la temperatura aumentó hasta registrar anomalías de  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Por otro lado, en el litoral centro y sur, las condiciones frías se intensificaron, en promedio, con anomalías de hasta  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . El nivel del mar en el litoral mostró una tendencia ascendente a su normalización, en particular en el norte y centro, entre los últimos días de enero y primeros días de febrero. En la franja de las 60 millas náuticas, adyacente a la costa, el incremento del nivel del mar fue significativo, con una máxima intensidad al norte de Paita, que se extendió hasta Chimbote, en el mismo período.

Considerando la tendencia de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial central, se espera que la magnitud de La Niña en el Pacífico central cambie a una condición débil y se mantenga hasta mediados del otoño de 2021.

Para la región Niño 1+2 (frente a la costa norte y centro del Perú), se espera la llegada de ondas Kelvin frías hasta marzo. Sin embargo, de persistir las anomalías del oeste en el Pacífico oriental, estas podrían debilitar el efecto de las ondas frías y/o fortalecer las ondas Kelvin cálidas débiles provenientes del Pacífico occidental.