



# 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

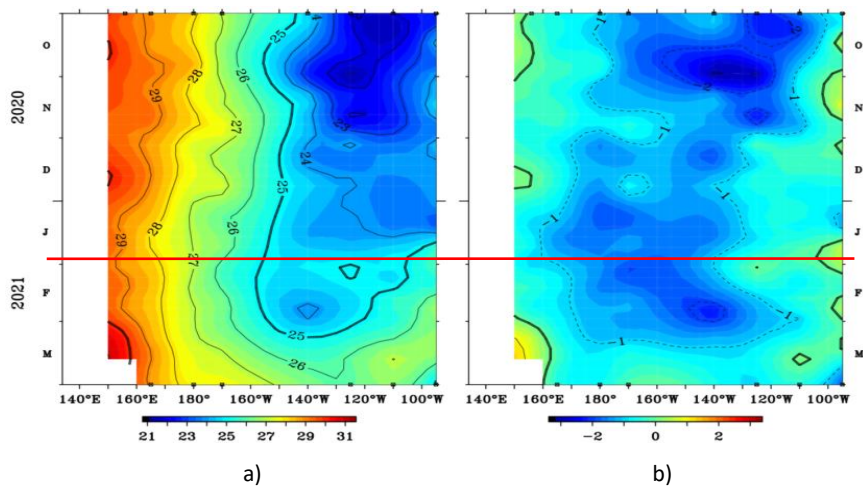
MARZO 2021



## 1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

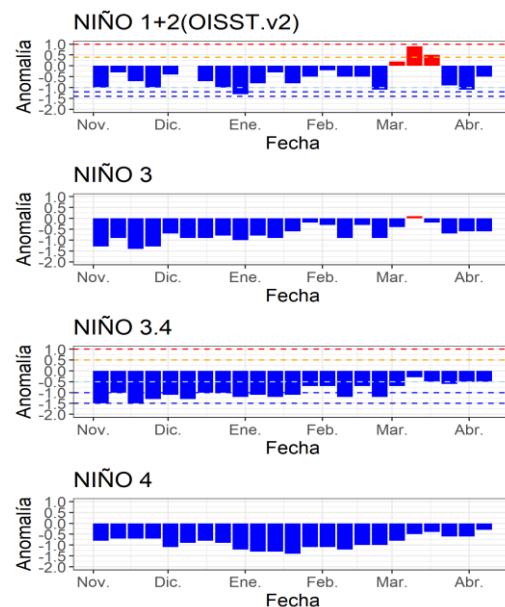
### 1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, durante marzo, la temperatura superficial del mar (TSM) se incremento a lo largo de toda la región ecuatorial hasta 26°C y 27°C; normalizando las condiciones desde la segunda quincena en toda la región, finalizando el fenómeno La Niña . (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) Anomalia de la temperatura superficial. Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

Por regiones Niño, siguen predominando las anomalías negativas, pero se mantiene la tendencia a la disminución de la intensidad de las anomalías negativas en todas las regiones ecuatoriales, exceptuando la región Niño 1+2, donde se presentó hasta 1°C. Las anomalías semanales fueron de -0.8°C a -0.3°C en Niño 4; de -0.7 a -0.3 en Niño 3.4, de -0.7 a +0.1 en Niño 3 y de -1.1 a +0.9 en Niño 1+2. Como promedio mensual en las regiones Niño 3.4 y Niño 3, la anomalía fue de -0.8°C y -0.7°C, respectivamente; mientras que, en la región Niño 1+2 de -0.8°C (Figura 1.1.2).



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

En el Pacífico ecuatorial, como promedio mensual la anomalía de la TSM en la región central continuó incrementándose, presentando mayor cobertura de anomalías positivas; así mismo, en la región occidental, pero con una predominancia de anomalías ligeramente positivas. En la región oriental, se mantuvieron las anomalías positivas de +1°C (Figura 1.1.3).

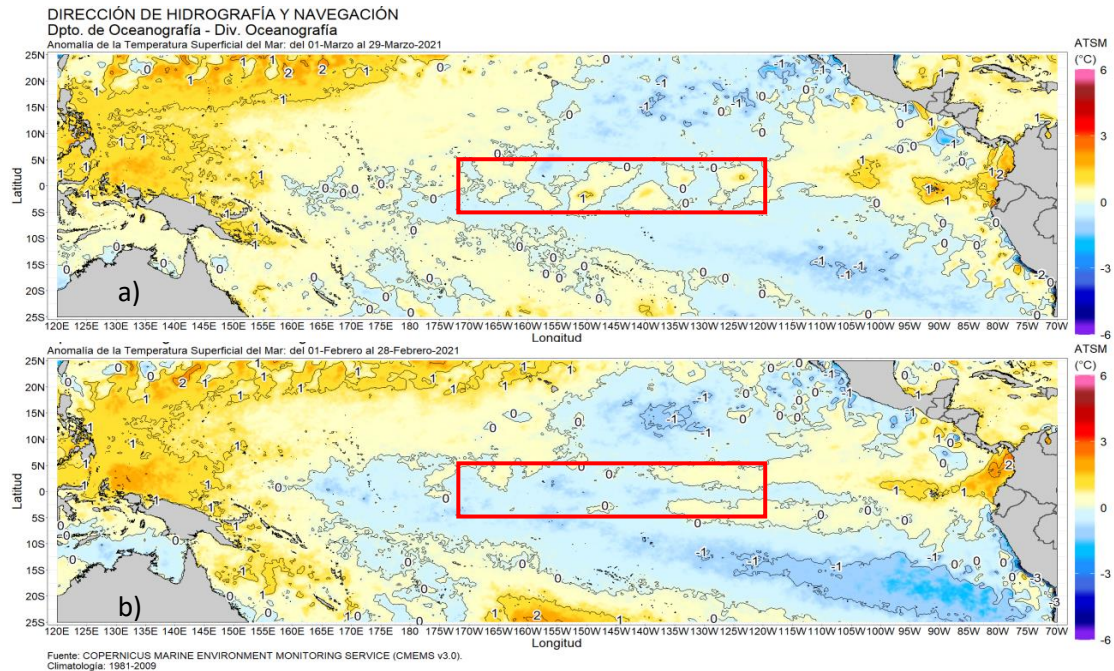


Figura 1.1.3 Promedio mensual de la anomalía de la temperatura superficial del mar de a) marzo de 2021 y b) febrero de 2021 de la temperatura superficial del mar. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

## 1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

El índice ONI (Oceanic Niño Index en inglés) del Pacífico central (Niño 3.4) alcanzó su valor máximo en noviembre de 2020 con -1.3, a partir de ese mes empezó un lento declive del valor del índice, pasando a una condición fría débil a partir del mes de febrero 2020 (Figura 1.2.1).

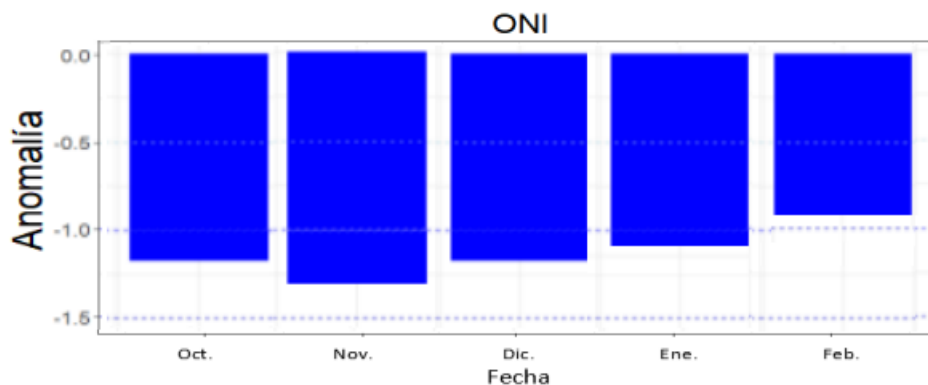
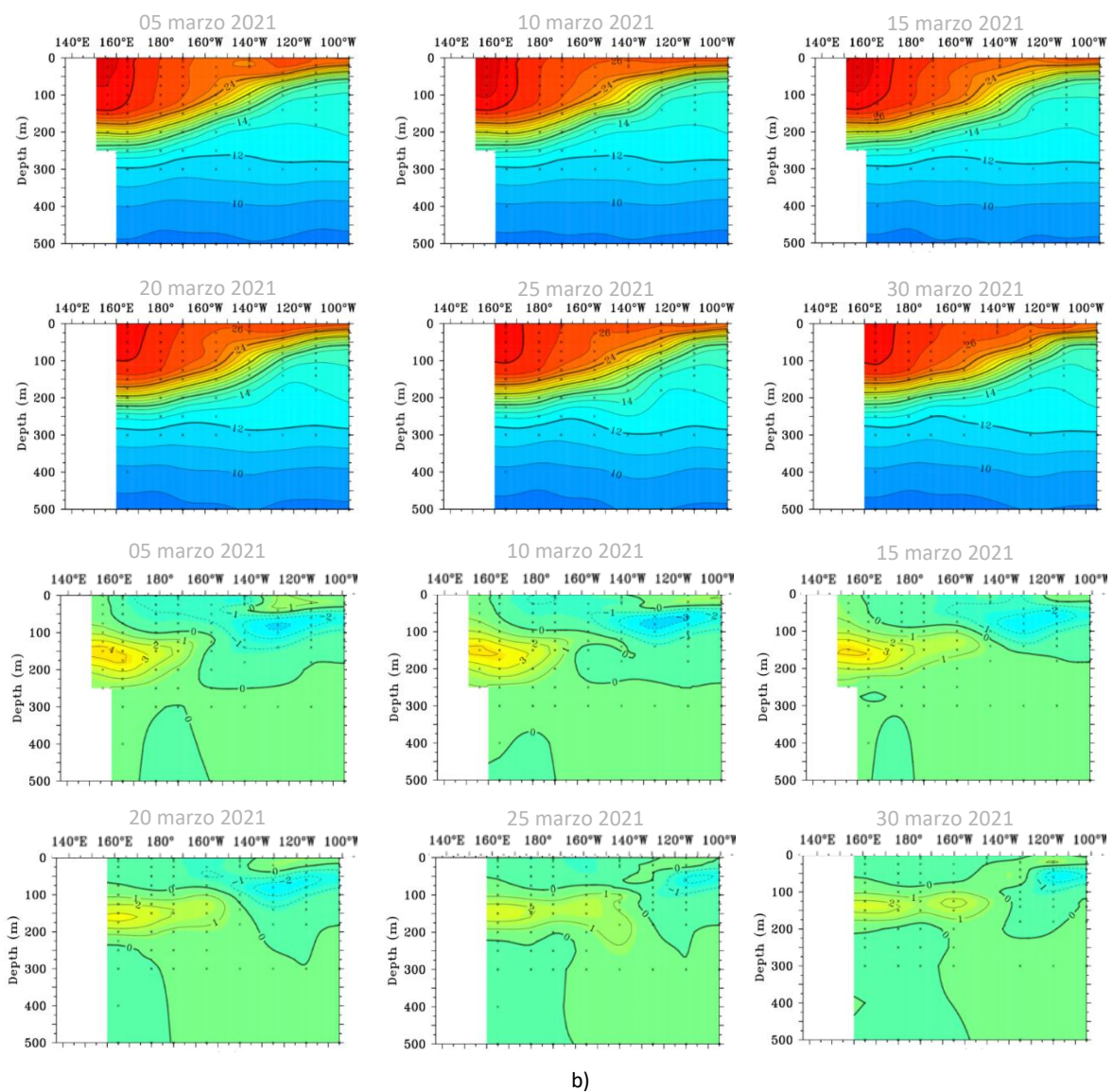


Figura 1.2.1 Serie del ONI, de los último seis meses. Fuente: NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

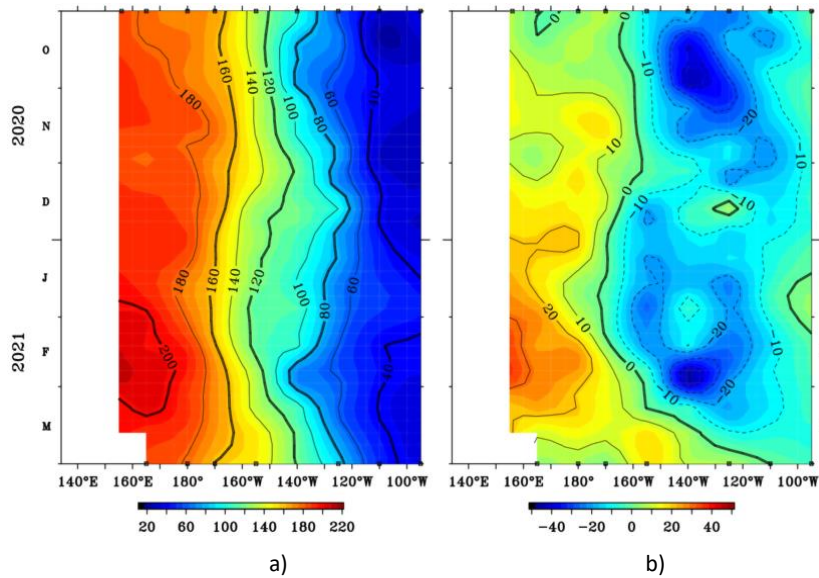
### 1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON, muestran la profundización de la termoclina en la región central, entre los 160°W y 110°W sobre los 180 m de profundidad durante todo el mes de marzo 2021, incrementando el gradiente térmico y manifestando una disminución de las intensas anomalías negativas de hasta -3°C durante los primeros días del mes, para finalmente mantenerse un núcleo negativo de -1°C al este de los 120°W y condiciones dentro de lo normal sobre los primeros 100m de profundidad en el resto de la región ecuatorial. Por otro lado, al oeste de los 170°W se registró un intenso núcleo positivo de hasta +4°C que también presentó una normalización durante el transcurso del mes, descendiendo a +2°C, pero con un mayor alcance hasta los 140°W entre los 100 y 200m de profundidad (Figura 1.3.1 a y Figura 1.3.1 b).



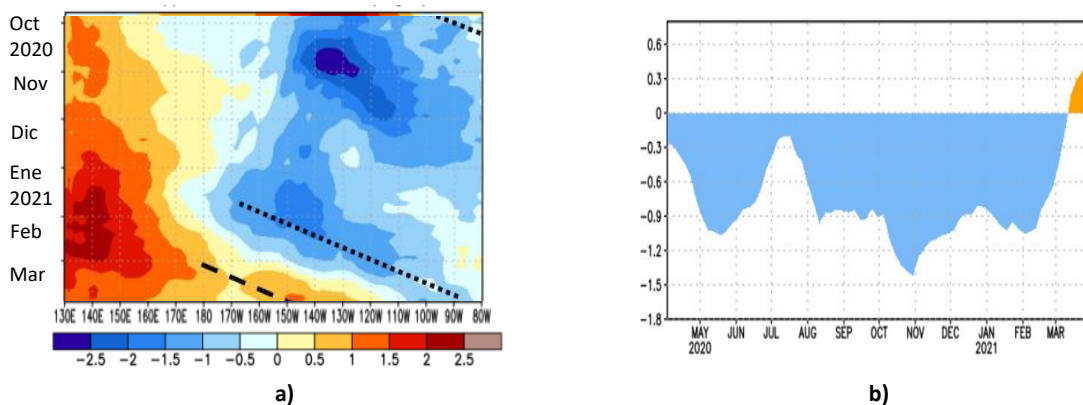
**Figura 1.3.1.** Sección transversal en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S, promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de marzo 2021 de la a) temperatura subsuperficial del mar (°C). b) anomalía de la temperatura subsuperficial del mar (°C). Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

Asimismo, los datos de las boyas TAO, mostraron que, durante marzo, la isoterma de 20°C se profundizó alrededor de 20 m al este de los 160°W; mientras que, hacia el este de los 170°W se elevó 20m en la última semana. Esta profundización se presentó en toda la región central, debido al incremento de las condiciones cálidas (Figura 1.3.2 a y Figura 1.3.2 b).



**Figura 1.3.2.** Diagrama hovmoller 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 octubre 2020 a marzo 2021. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor muestra un incremento de sus valores al oeste de 120°W, registrándose el desarrollo de una onda Kelvin cálida cruzando la región central que fue generada a inicios de febrero 2021; mientras que, al este de los 100°W se termina de desarrollar la onda Kelvin fría con dirección a la costa sudamericana, pero que se viene debilitando en el transcurso de su recorrido (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

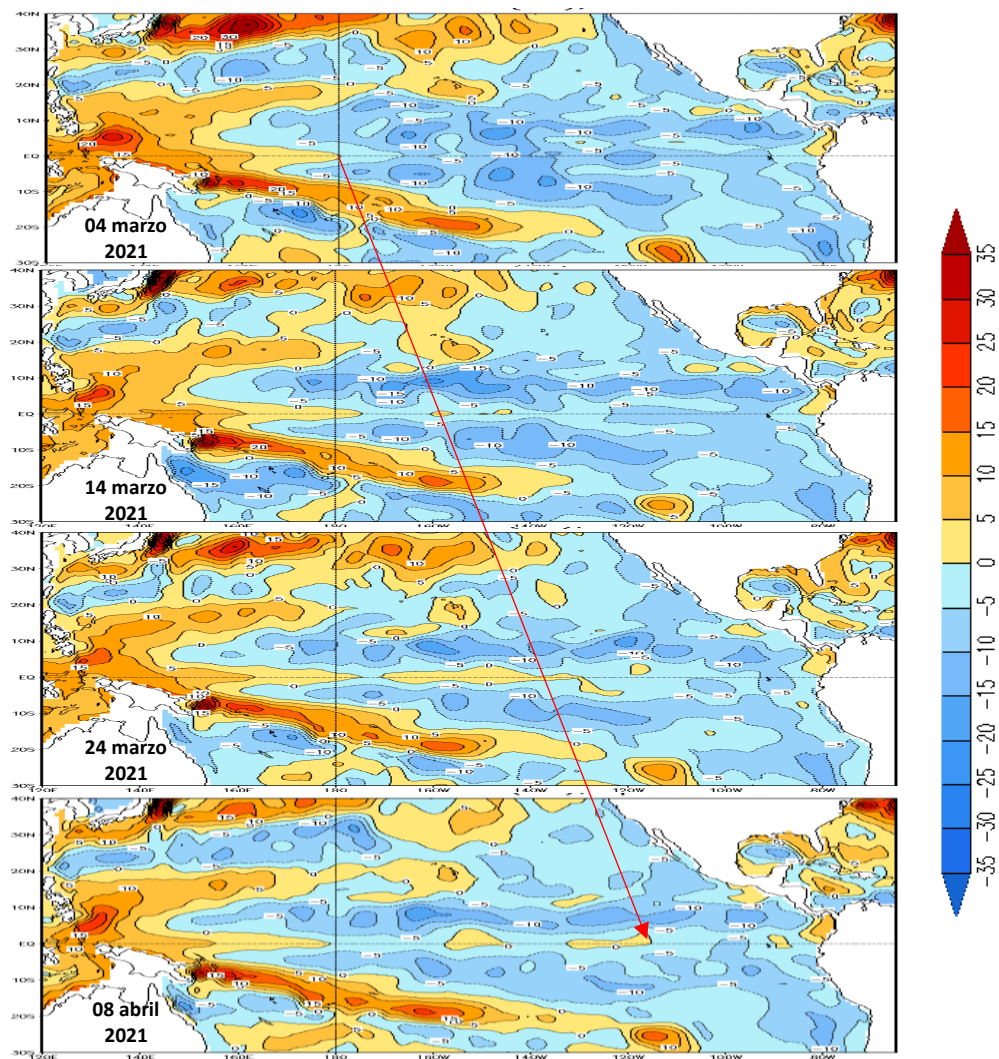


**Figura 1.3.3** Anomalía del contenido de calor (°C) en el Pacífico ecuatorial a) en la región ecuatorial, entre 130°E- 80°W, de 0m a 300 m de profundidad de octubre 2020 a marzo 2021, y b) promedio de la región entre 180°-100°W de abril 2020 a marzo 2021. Fuente: CPC-NOAA.

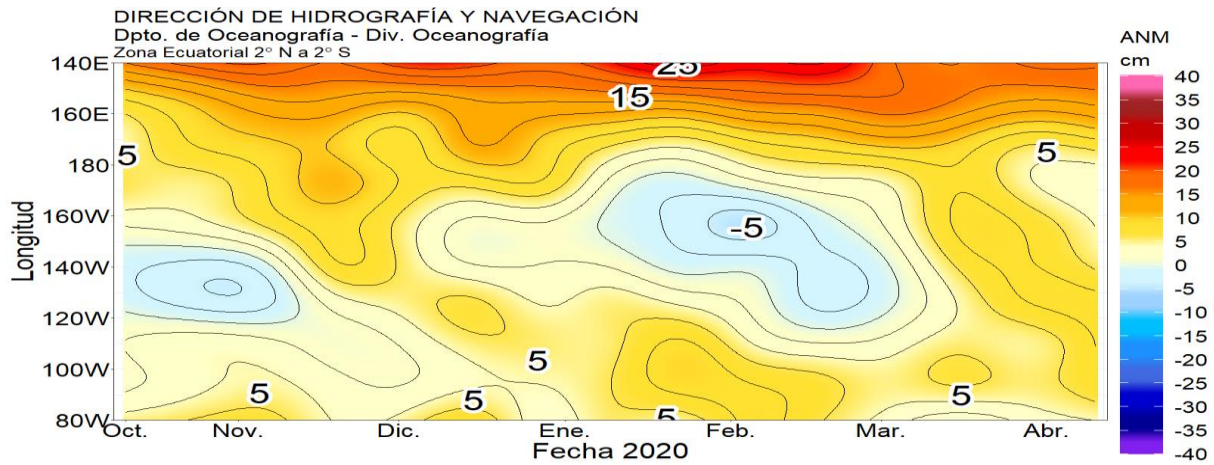
## 1.4. NIVEL DEL MAR

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial predominó con niveles por debajo de lo normal durante la primera quincena del mes, para luego mostrar un leve incremento de nivel en la región central, hasta los 120°W; sin embargo, este cambio de anomalías entre -10cm a ligeramente por debajo de los +5cm asociado a la onda Kelvin cálida (Figura 1.4.1).

Por otro lado, en la región oriental de la franja ecuatorial, durante marzo 2021, las anomalías de nivel del mar mostraron una tendencia clara a la normalización, aunque presentando anomalías negativas debido a la influencia de la onda Kelvin fría en la costa sudamericana (Figura 1.4.2).



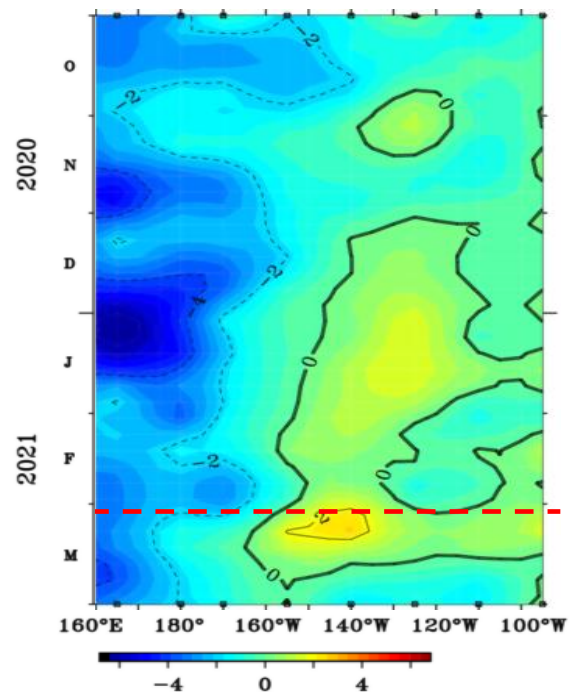
**Figura 1.4.1.** Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 04, 14 y 24 de marzo y 08 de abril de 2021. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.



**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. Periodo de octubre de 2020 a abril 2021. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

### 1.5. VIENTO

Sobre el Pacífico ecuatorial al este de los 160°W se intensificaron los pulsos de viento del oeste durante la primera semana de marzo; sin embargo, su intensidad se vio disminuida con el transcurso de las semanas, lo cual favorece a una normalización de la región central y oriental. Estos vientos al permanecer neutros, favorecen el desarrollo de la onda cálida y a su vez el debilitamiento de la onda fría en la región oriental. Por otro lado, también se desarrollan pulsos de viento del este, sobre la región al oeste de los 180°, a pesar de no ser muy intensos, podrían haber debilitado la onda kelvin cálida en la región occidental (Figura 1.5.1).

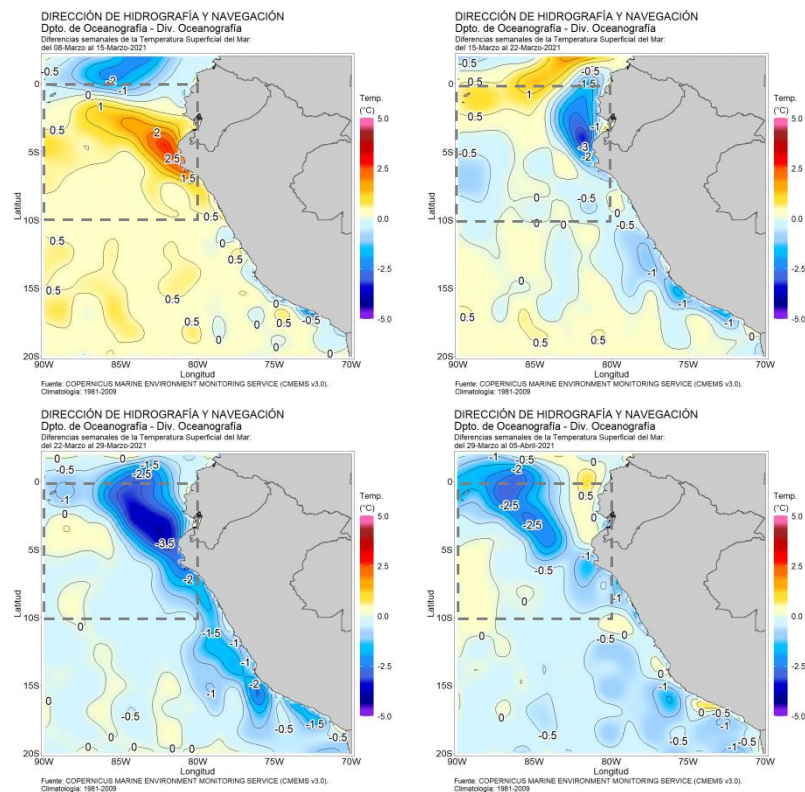


**Figura .1.5.1.** Diagrama de Hovmöller de la anomalía del viento zonal a nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de octubre de 2020 a marzo de 2021. Fuente: NOAA.

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

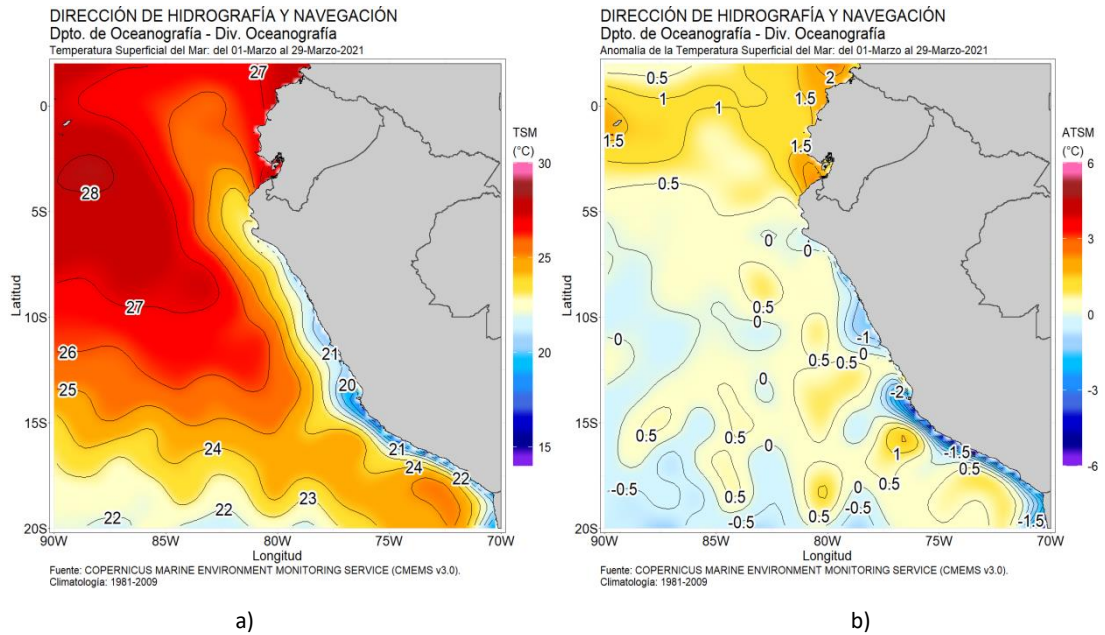
### 2.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, las anomalías semanales de la TSM presentaron calentamiento en la primera quincena, para luego disminuir fuertemente, desarrollándose intensas anomalías dentro de las 100 millas de la costa, llegando hasta  $-3.5^{\circ}\text{C}$  frente a la costa norte y Ecuador, producto de la influencia de la onda Kelvin fría en la costa sudamericana. Sin embargo, en promedio se mantuvieron estas anomalías frente a la costa al norte de los  $10^{\circ}\text{S}$ ; mientras que, al sur se mantuvo una anomalía de hasta  $-1.5^{\circ}\text{C}$  (Figura 2.1.1).



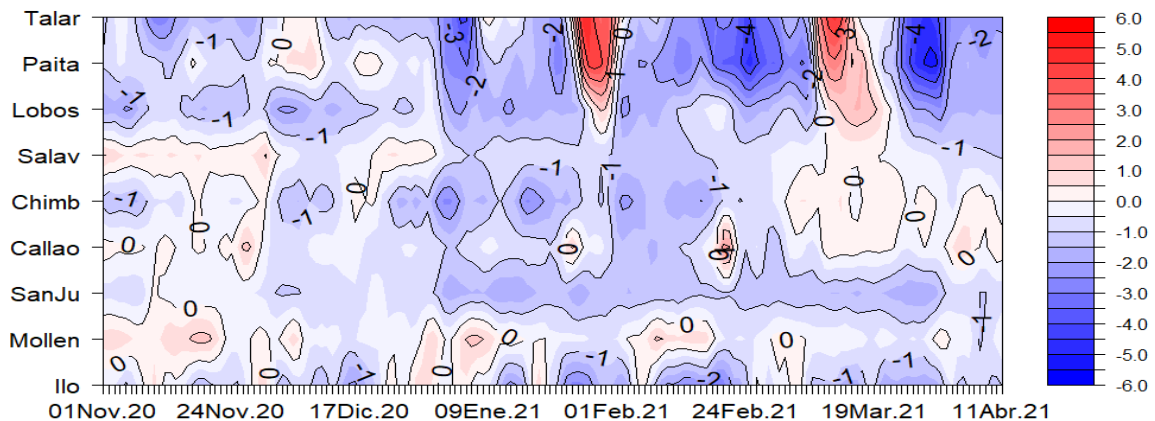
**Figura 2.1.1.** Promedios semanales de la anomalía de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2 frente a la costa de Perú. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

En el mar de Perú la temperatura promedio de marzo fue de  $23^{\circ}\text{C}$  a  $26^{\circ}\text{C}$  en el norte, de  $21^{\circ}\text{C}$  a  $24^{\circ}\text{C}$  en el centro y de  $19^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  en el sur, manifestándose condiciones frías replegadas a la costa con anomalías de hasta  $-3.0^{\circ}\text{C}$  dentro de las primeras 50 millas de distancia de la costa, frente a la costa al sur de los  $12^{\circ}\text{S}$ , manteniéndose anomalías alrededor del patrón normal frente a la costa al norte de esta latitud, con mayor anomalía positiva en tumbes (Figura 2.1.2).

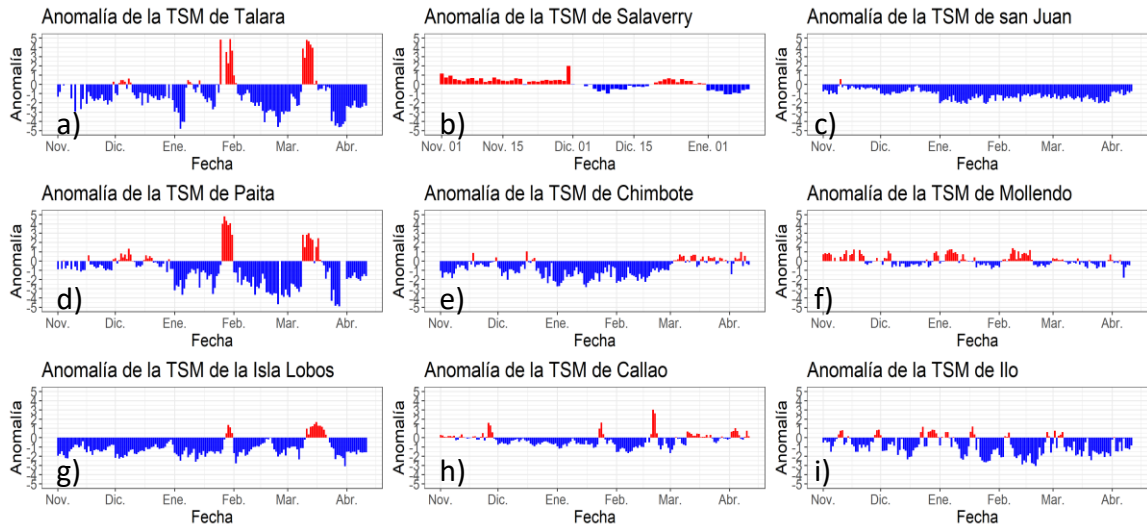


**Figura 2.1.2.** Promedio mensual en la región Niño 1+2 y frente a la costa peruana de la a) Temperatura y b) Anomalía de la temperatura de marzo de 2021. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, durante el mes de marzo se intensificaron las anomalías positivas al norte de la Isla Lobos hasta +3°C durante la primera quincena del mes, para luego retornar la predominancia de las anomalías negativas hasta -4°C. Para los primeros días de abril se presentó una reducción de estas anomalías negativas a -1°C, mostrándose una ligera normalización, principalmente frente a la costa centro y sur (Figura 2.1.3, Figura 2.1.4 y Tabla 2.6.1).



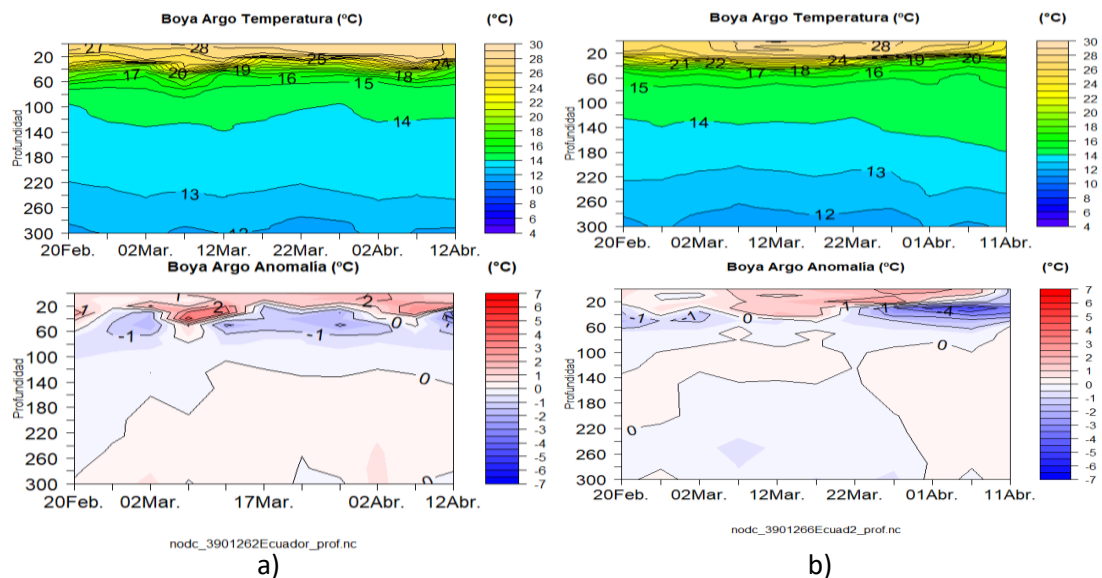
**Figura 2.1.3.** Diagrama Hovmöller de las anomalías de la TSM en el litoral de Perú de octubre de 2020 a marzo de 2021. Climatología: 1981–2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.



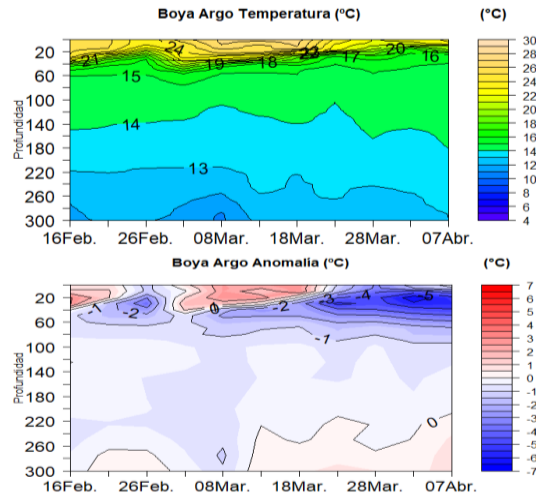
**Figura 2.1.4.** Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de estaciones costeras, durante cinco meses, de noviembre de 2020 a marzo de 2021. a) Talara. b) Paita. c) Isla Lobos de Afuera. d) Salaverry. e) Chimbote. f) Callao. g) San Juan. h) Mollendo. i) Ilo. Climatología 1981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

## 2.2. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Al este de la Isla Galapagos (Figura 2.2.1 a,b), se presentó un calentamiento superficial normal de la estación durante los primera quincena y surgiendo la isoterma de 28°C; sin embargo, por debajo de los 40 m de profundidad continuaron las anomalías negativas que se intensificaron a fines de mes principalmente cerca de la costa de Ecuador reflejando el paso de la onda Kelvin fría (Figura 2.2.2).

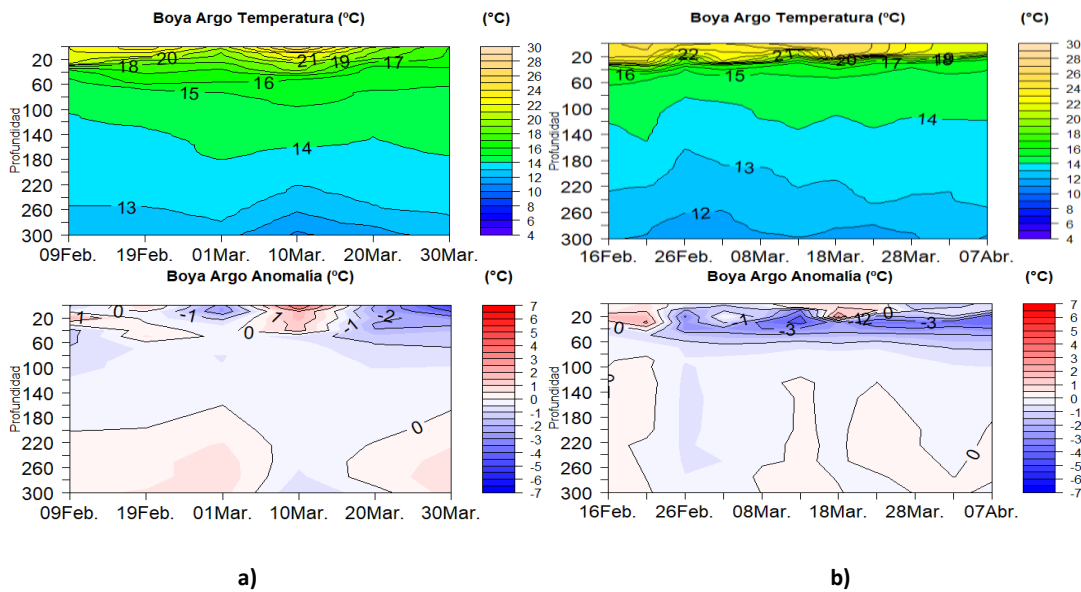


**Figura 2.2.1.** Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía de la temperatura en la región ecuatorial de los flotadores a) 3901262 y b) 3901266 del 20 febrero al 12 de abril de 2021. Fuente: ARGO.

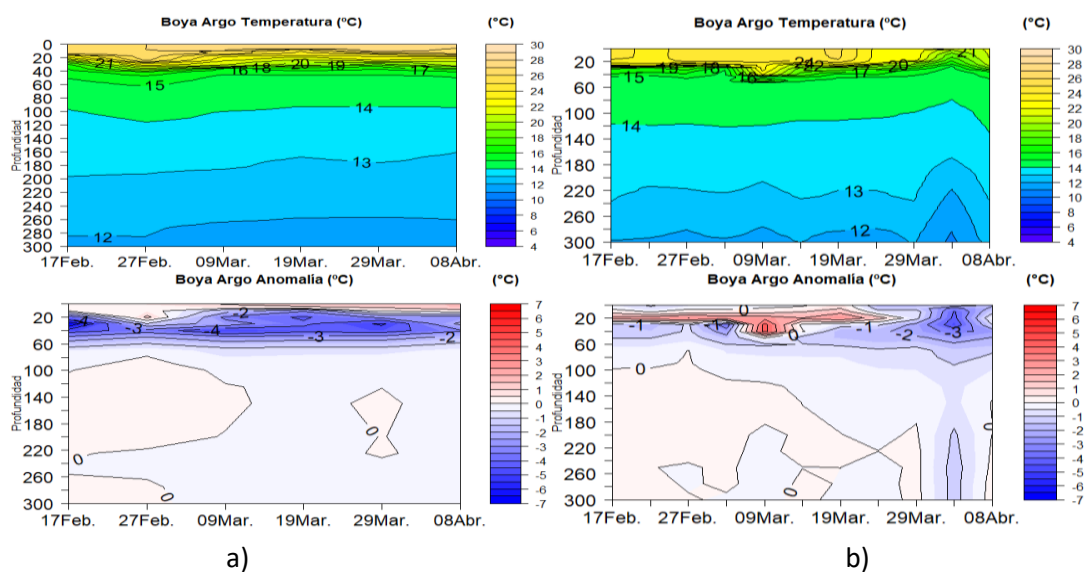


**Figura 2.2.2.** Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía de la temperatura en la región ecuatorial del flotador 3901263 del 20 de febrero al 12 de abril de 2021. Fuente: ARGO.

Frente a la costa norte de Perú, se presentaron las anomalías negativas sobre los 60 m de profundidad de  $-3^{\circ}\text{C}$  por dentro de las 100 millas de distancia de la costa. Mas al sur, también se registra la presencia de anomalías positivas mientras más se aleja de la costa; sin embargo, alrededor de los  $7^{\circ}\text{S}$   $86^{\circ}\text{W}$  se presentan condiciones frías intensas con  $-4^{\circ}\text{C}$  durante todo el mes de marzo, no registrándose las anomalías positivas por fuera de la costa como si se aprecian en latitudes más al norte (Figura 2.2.3 a y b y Figura 2.2.4 a y b).



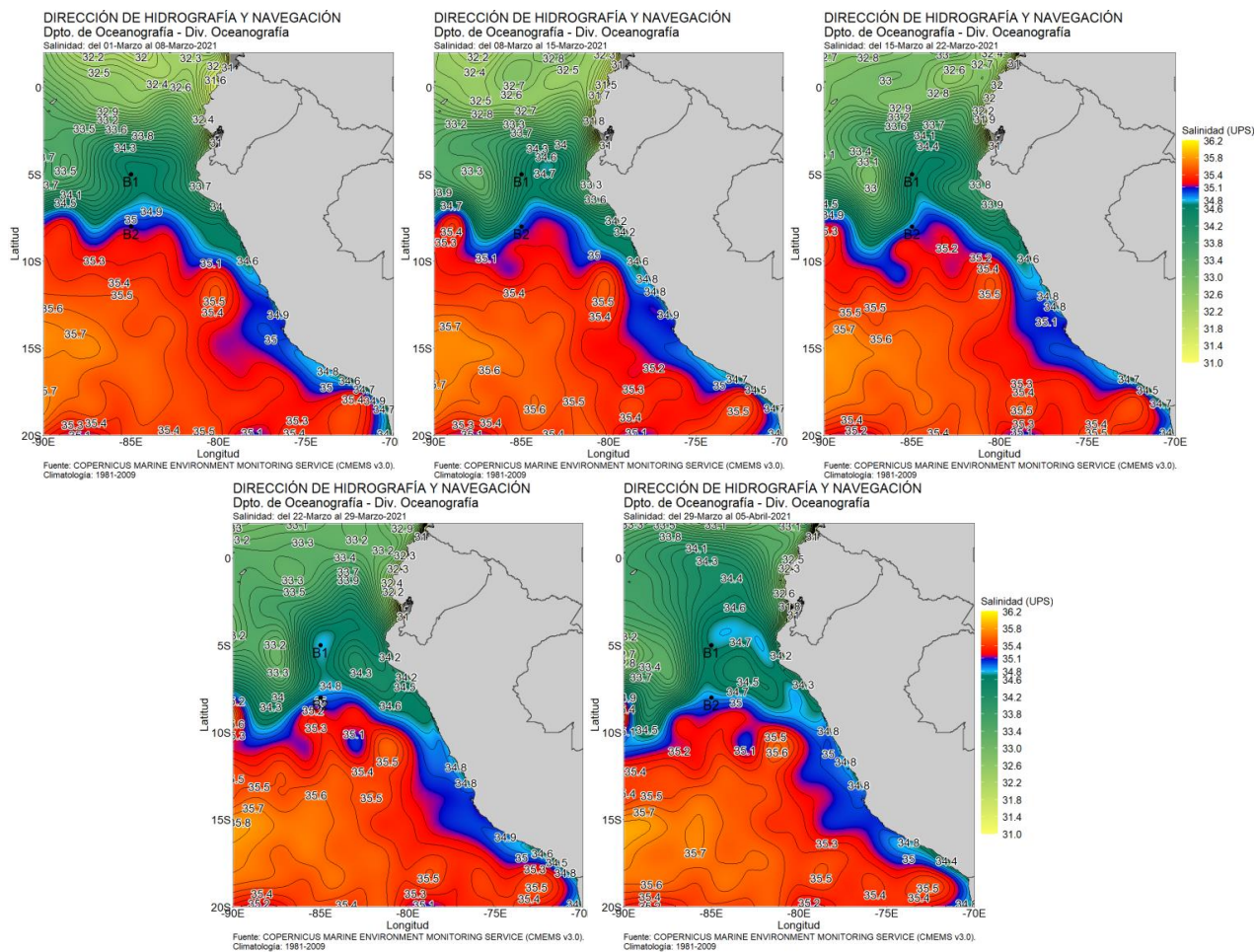
**Figura 2.2.3.** Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía de la temperatura en la región ecuatorial de los flotadores a) 3901231 y b) 3901808 del 09 de febrero al 07 de abril de 2021. Fuente: ARGO.



**Figura 2.2.4.** Diagrama Hovmöller de la temperatura y anomalía de la temperatura del mar de la boya argo a) 3901181 y b) 3901809 del 17 de febrero al 08 de abril de 2021. Fuente: ARGO.

### 2.3. SALINIDAD

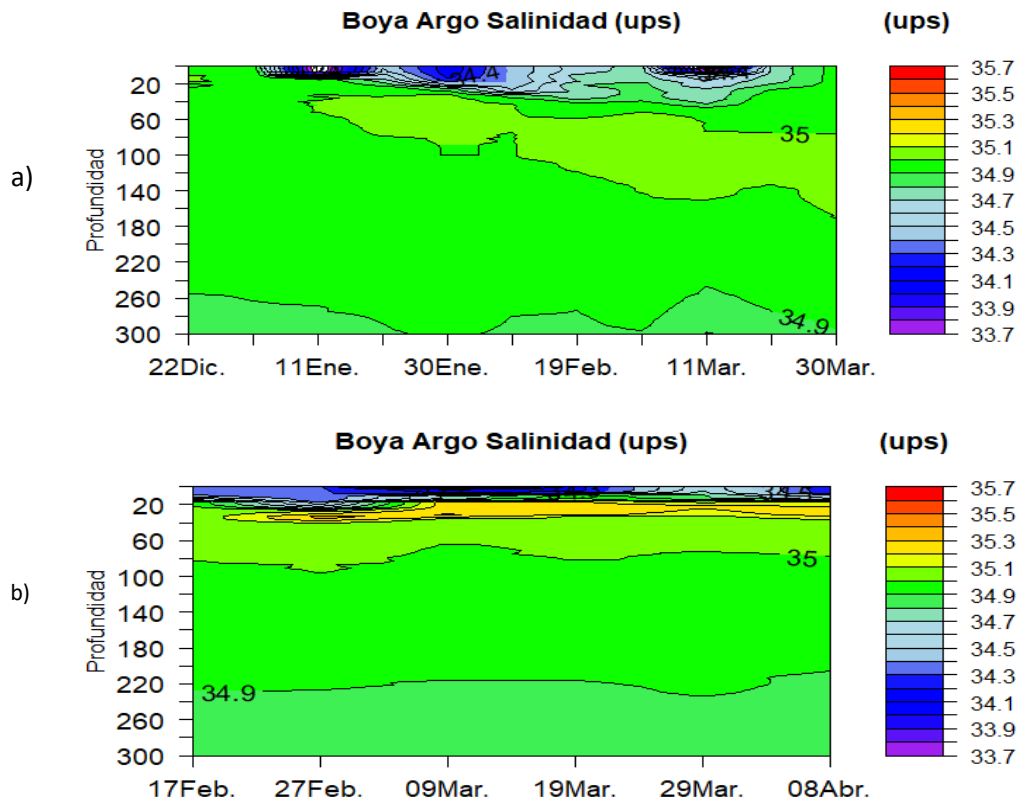
En el mar de Perú, las aguas ecuatoriales superficiales (AES) con salinidad (<34.8 ups) continuaron extendiéndose hacia el sur durante las primeras 3 semanas, llegando a alcanzar hasta los 11°S dentro de las 50mn; sin embargo, durante la última semana y los primeros días de abril se registró un retroceso de las AES hasta los 9°S y un reforzamiento de las aguas costeras frías (ACF) principalmente frente a la costa sur. La salinidad de 34.8 a 35.1 correspondiente a las ACF mostró una capa de mezcla por fuera de las 50 millas frente a la costa sur con las aguas subtropicales superficiales (ASS) (Figura 2.3.1).



**Figura 2.3.1.** Salinidad semanal promedio en el mar de Perú para marzo 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, cerca de los 6°S y 82°W los datos de salinidad muestran la presencia de la AES predominantes sobre los 20m de profundidad desde inicios de enero de 2021 hasta la última semana del mes, donde se aprecia un incremento de la salinidad propias de aguas frías; mientras que más lejos de la costa, alrededor de los 7°S y 86°W, se registra una predominancia absoluta de las AES sobre los 20m de profundidad y por debajo una salinidad de 35.2 a 35.0 ups propio de las ASS (Figura 2.4.1).

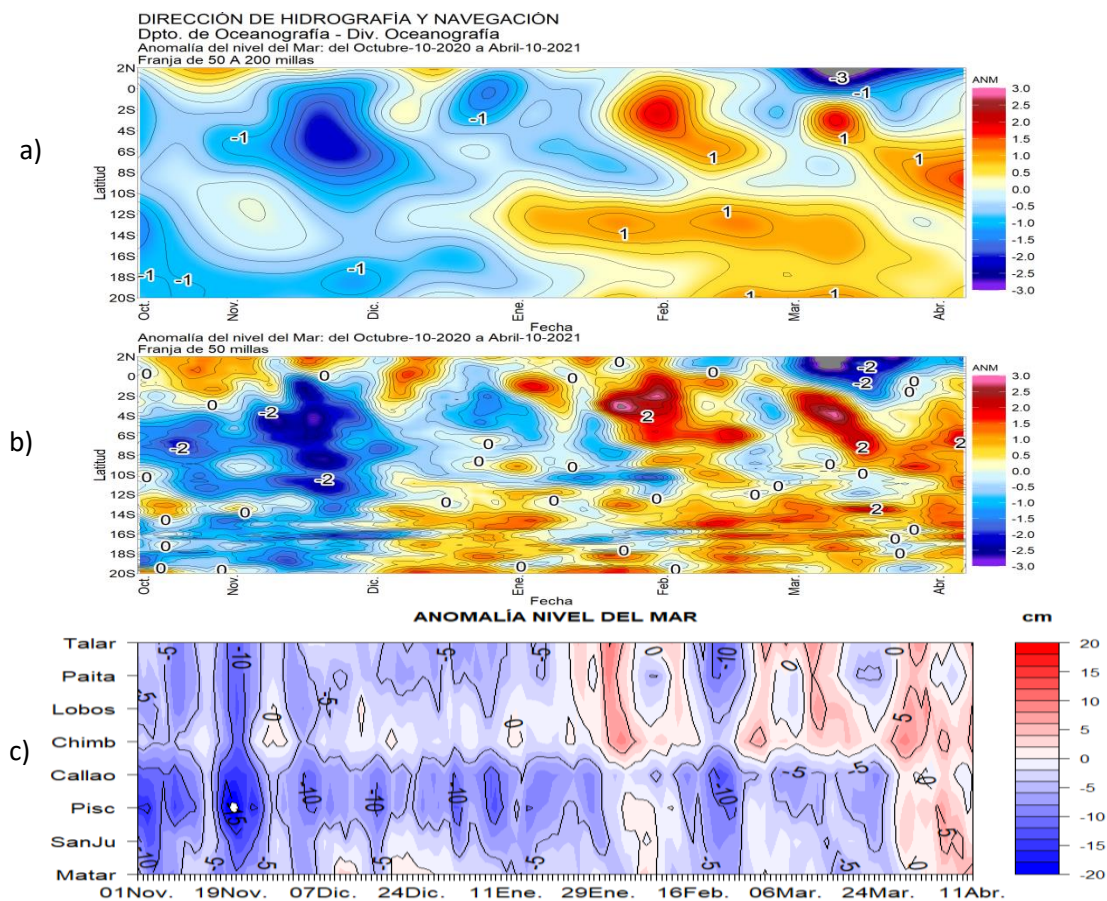


**Figura 2.4.1.** Diagrama Hovmöller de la salinidad del mar en lo flotadores a) 3901231 y b) 3901181 de ARGO. Periodos del 17 de febrero al 08 de abril de 2021. Fuente: ARGO.

## 2.5. NIVEL DEL MAR

Entre las 200 millas y la costa de Ecuador y Perú se reflejó el desarrollo de un núcleo anómalo positivo en dirección hacia el sur debido a la influencia de la onda Kelvin cálida, alcanzando hasta una anomalía de +2 cm en promedio frente a toda la costa. La disminución del nivel del mar registrado durante febrero se debió a la incursión de una onda fría, por la cual se fue debilitando en su recorrido hacia el sur, para luego dar lugar a la influencia de la onda Kelvin cálida. Asimismo, se mantuvo reflejada una similitud dentro de las primeras 50 millas de la costa; sin embargo, la onda fría no alcanzó latitudes más al sur de los 12°S. En ambas áreas se presenta un núcleo negativo de nivel al norte de los 2°S y con un valor de hasta -3cm al norte del ecuador (Figura 2.5.1 a y b).

En el litoral, el nivel del mar mostró un comportamiento distinto al registrado fuera del litoral, la presencia de la onda fría fue débil y solo alcanzó a normalizar las anomalías positivas hasta la Isla Lobos de Afuera, para después establecerse anomalías positivas frente a todo el litoral con +5cm, tomando estos valores para la última semana de marzo y primeros días de abril (Figura 2.5.1 c, Tabla 2.5.1).



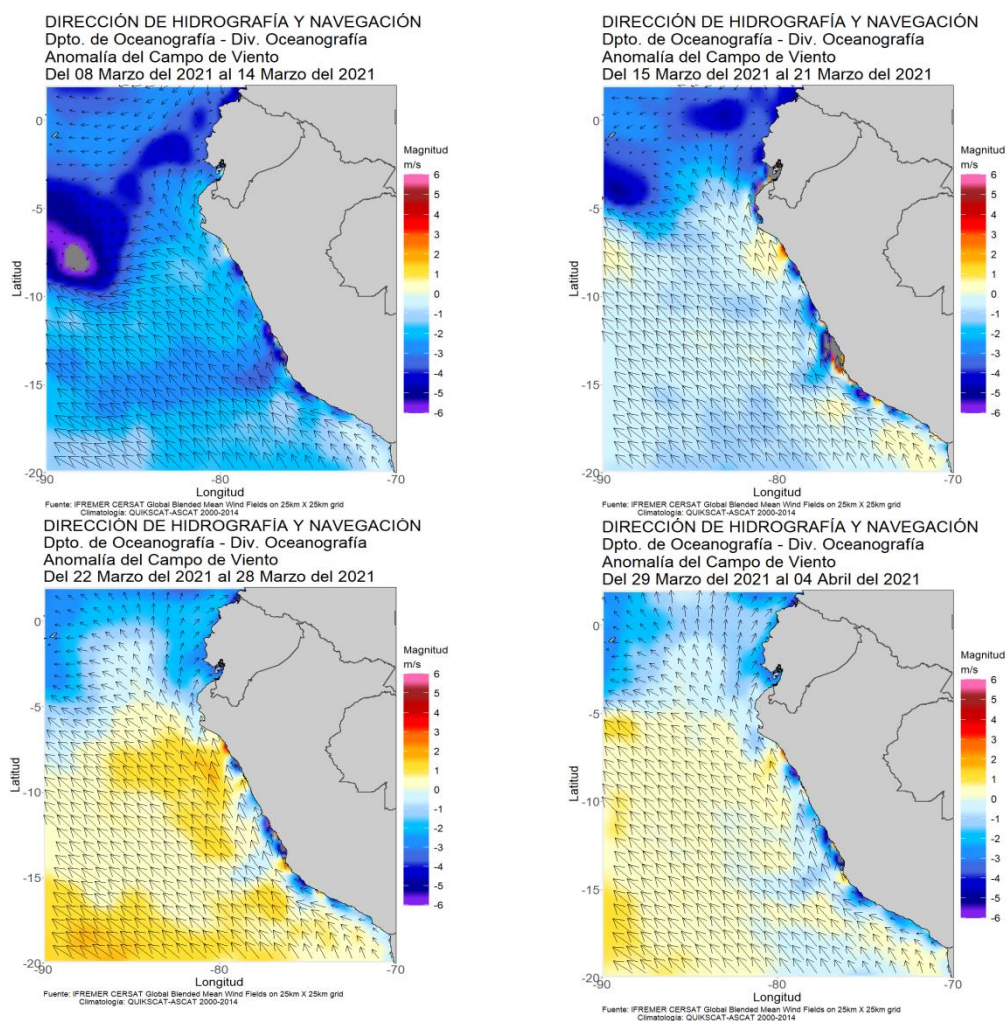
**Figura 2.5.1.** Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar, a) promedio entre las 200 y 50 millas de la costa, b) promedio entre 50 millas y la costa de Ecuador y Perú, entre los 2°N y 20°S, y c) en el litoral de Perú. Periodo de noviembre de 2020 a inicios de abril de 2021 Fuente: DIHIDRONAV.

Estación	ATSM 2020	ATSM 2021			ANMM 2020	ANMM 2021		
	Dic	Ene	Feb	Mar	Dic	Ene	Feb	Mar
Talara	-1.0	-0.2	-2.2	-0.9	-4	-2	-3	2
Paíta	0.0	-0.7	-2.8	-1.5	-5	-2	-4	0
Isla Lobos de Afuera	-1.3	-1.3	-1.3	-0.5	-4	-1	-1	2
Salaverry	-0.1	-0.8	-	-	-	-	-	-
Chimbote	-1.0	-1.6	-1.5	0.1	-2	-1	2	3
Callao	-0.5	-0.5	-0.6	-0.1	-7	-8	-7	-5
San Juan	-0.8	-1.6	-1.3	-1.5	-3	-6	-3	-2
Mollendo	-0.1	0.1	0.2	-0.2	-2	-3	-3	-3
Ilo	-0.7	-1.0	-1.6	-1.2	-	-	-	-

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

## 2.1. VIENTOS

Durante la primera quincena del mes de marzo, las anomalías de campo de viento se mantuvieron hasta 3m/s por debajo de lo normal frente a la costa peruana al sur de los 5°S; sin embargo, desde la segunda semana se intensificaron los vientos y se desarrollaron anomalías positivas de hasta +2m/s frente a la costa centro y sur, favorable para la intensificación de la onda Kelvin cálida. A pesar de eso, el viento costero más próximo al litoral se mantuvo debilitado y con anomalías de hasta -4m/s, principalmente frente a la costa sur, razón por la cual se podrían haber visto favorecidas temperaturas frías replegadas a la costa (Figura 2.6.1).



**Figura 2.6.1.** Anomalía de campo de viento semanal promedio en el mar de Perú para marzo de 2021. Climatología 2000-2014 (QUIKSCAT-ASCAT). Fuente IFREMER CERSAT Global Blended Mean Wind Fields. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

## 2.2. CONCLUSIONES

En el Pacífico ecuatorial central las anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM) continúan reduciéndose, con un promedio para marzo y lo que va abril de  $-0,5$  °C. Por otro lado, en la región Niño 1+2 las condiciones en promedio se mantienen neutras, con anomalías de TSM de  $-0,3$  °C y  $-0,5$  °C en marzo y en la primera semana de abril, respectivamente.

Durante el mes de marzo las anomalías de viento del oeste en la zona central y oriental del Pacífico se intensificaron y favorecieron a la onda Kelvin cálida en su arribo a la región Niño 1+2 y a la normalización de la región ecuatorial. Por otro lado, se observa la propagación de las ondas Kelvin frías en el extremo oriental.

En el mar peruano, el rango de la TSM de marzo fue de  $20$  °C a  $27$  °C, siendo mayores de  $26$  °C frente a la costa de Tumbes con anomalías de  $+1$  °C en promedio. Durante la primera quincena de marzo, se detectaron en promedio anomalías de TSM de  $+1,5$  °C al norte de Paita, asociadas al debilitamiento de vientos costeros del sudeste y a la advección de aguas cálidas del norte. Desde la segunda quincena del marzo hasta la fecha, en el litoral norte y parte del litoral centro, las condiciones se tornaron frías, con mayores anomalías negativas de TSM ( $-3,2$  °C y  $-1,6$  °C) en la última semana de marzo; mientras que, en el litoral centro las condiciones fueron normales y en el sur frías, con anomalía promedio de  $-1$  °C. En la segunda quincena de marzo y lo que va de abril se observaron anomalías de TSM de entre  $-0,5$  °C a  $-3$  °C, siendo más intensas al noroeste de Paita.

En el litoral peruano, durante marzo, las condiciones del mar se presentaron frías con anomalías negativas de TSM cerca de la costa y principalmente frente a la costa norte, preservándose condiciones frías replegadas a la costa, siendo una condición distinta a la que se presenta por fuera de la costa, donde se aprecian anomalías positivas cercanas a sus valores normales. Respecto al nivel del mar (NM), en el litoral norte y parte del litoral centro, la anomalía fue de  $+5$  cm en la primera quincena de marzo, disminuyendo hasta  $-5$  cm en la última semana del mes e inicios de abril, con un alcance de 60 millas fuera de la costa. En el resto del litoral el NM se mantuvo todo el mes con anomalías alrededor de  $-5$  cm y en lo que va de abril entre de  $0$  a  $+5$  cm.

Considerando la tendencia de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial central y el patrón de la evolución de La Niña, se prevé que las condiciones oceánicas y atmosféricas se normalicen a partir de abril.

Para la región Niño 1+2, que incluye la zona norte y centro del mar peruano, se espera que la TSM continúe, en promedio, dentro del rango normal durante abril. Entre fines de abril y mayo se espera la llegada de una onda Kelvin cálida a la costa americana, la cual no incrementaría de manera significativa la temperatura del mar.