



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 2022



1. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS EN EL PACÍFICO ECUATORIAL

1.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial, durante marzo 2022, se presentó el incremento de los valores de temperatura desde fines de febrero y durante marzo al este de los 150°W, alcanzando a desarrollarse la isoterma de 26°C en la región ecuatorial para mediados de marzo. Mientras que, al oeste de los 160°W se presentó un proceso adverso intenso, sobre la región central y occidental, alcanzando anomalías de hasta -2°C al oeste de los 140°W durante todo el mes y con una posible proyección hacia el este. A pesar de esto, la región del extremo oriental se mantuvo con anomalías ligeramente positivas de temperatura (Figura 1.1.1 a y Figura 1.1.1 b).

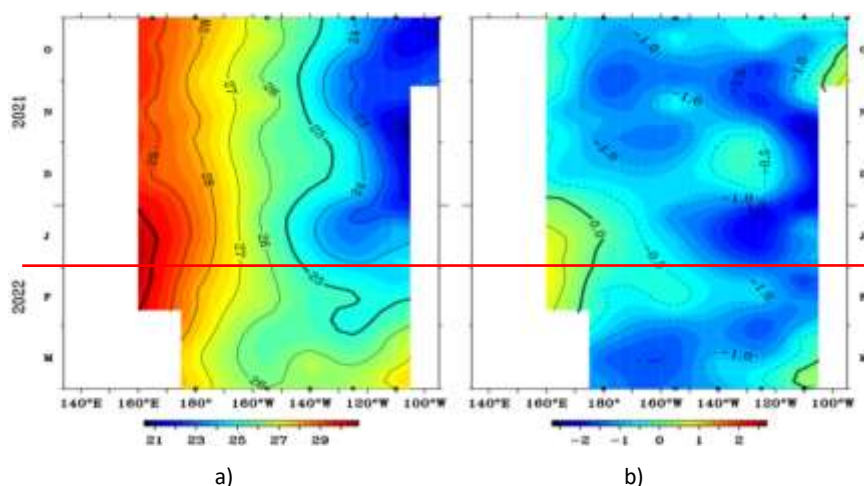


Figura 1.1.1 Diagrama de longitud-tiempo de la a) temperatura superficial del mar y la b) anomalía de la temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial entre 02° N y 02° S de los últimos seis meses. Fuente: Boyas TAO - NOAA.

Por regiones Niño, siguen predominando las anomalías negativas, pero con menor intensidad en las regiones Niño 1+2 y 3, mientras que en la región Niño 3.4 y 4 se intensificaron la condición fría hasta -1°C. Para inicios de abril las condiciones se enfriaron en la región oriental. Como promedio mensual en la región Niño 3.4 la anomalía fue de -1.0; mientras que, fue de -0.6°C en la región Niño 1+2, viéndose todavía negativa esta última debido al enfriamiento para fines de marzo (Figura 1.1.2).

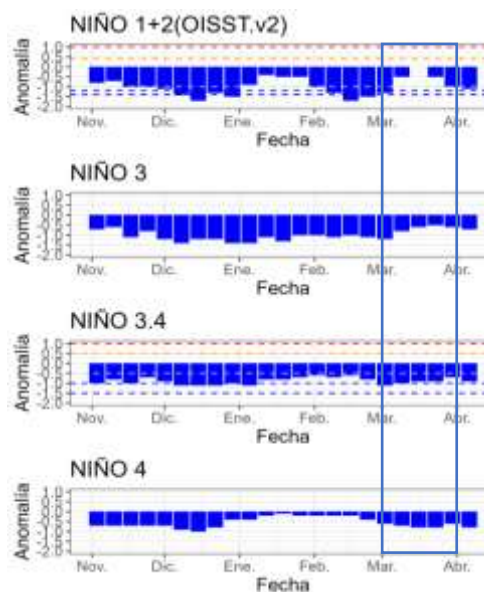


Figura 1.1.2 Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño, de noviembre 2021 a marzo 2022. Fuente: AVHRR NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

En el Pacífico ecuatorial central en promedio, se produjo un leve proceso de enfriamiento, intensificándose ligeramente las anomalías negativas de temperatura, aunque todavía con valores próximos a lo normal. Por el contrario, en la región oriental sucedió un proceso contrario, desarrollándose anomalías positivas al este de los 120°W, donde se alcanzan anomalías de hasta +2.5°C. Por otro lado, en la región occidental también se presenta un enfriamiento térmico, desarrollándose nuevamente núcleos negativos en la zona sur de la región (Figura 1.1.3).

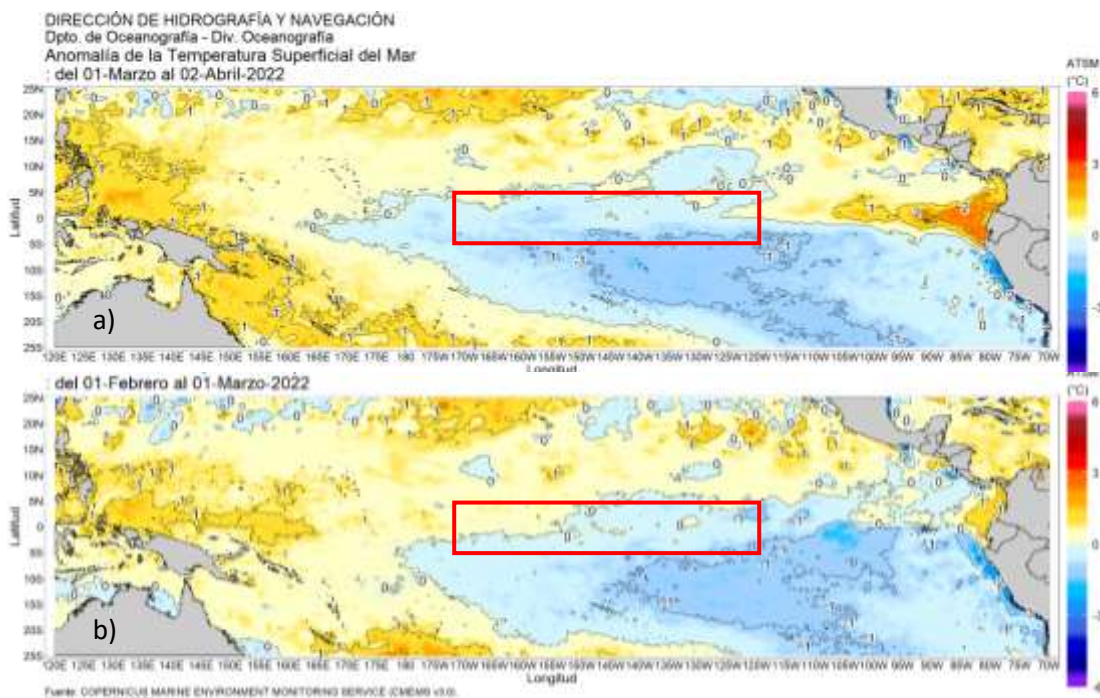


Figura 1.1.3 Promedio mensual de la anomalía de la temperatura superficial del mar de a) marzo de 2022 y b) febrero de 2022. Fuente: OSTIA, Gráfico: DIHIDRONAV.

1.2. INDICE OCEÁNICO EL NIÑO (ONI)

El índice ONI (Oceanic Niño Index) del Pacífico central (Niño 3.4) continúa mostrando la presencia del evento La Niña en la región central de Pacífico ecuatorial, la cual se había reanudado con un segundo periodo desde noviembre de 2021 hasta la fecha. Pasando a un valor de -0.9°C para febrero de 2022, manteniéndose todavía con una condición fría débil, para el próximo mes y continuar el evento (Figura 1.2.1).

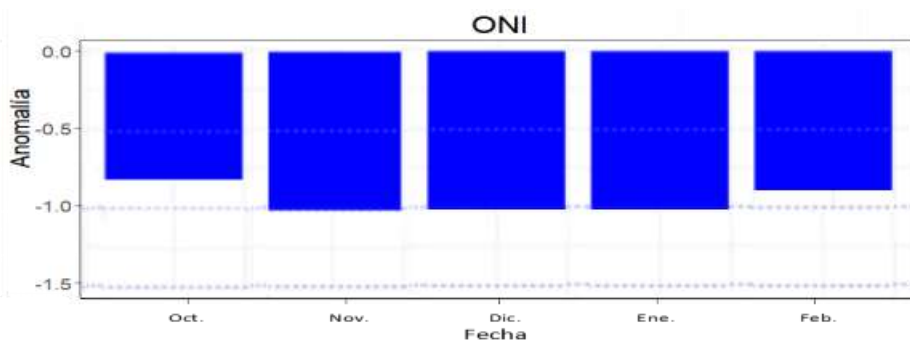


Figura 1.2.1 Serie del ONI, de los último seis meses. Fuente: NCEP/NOAA. Gráfico: DIHIDRONAV.

1.3. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

En el Pacífico ecuatorial durante marzo de 2022, se registró una elevación de la termoclina en la región central y oriental, al este de los 160°W; sin embargo, también se produjo un calentamiento superficial en la región oriental producto del paso de la onda Kelvin cálida, lo cual conllevó al incremento del gradiente térmico. Esto llevó a presentar anomalías positivas sobre los primeros 40 metros de profundidad y que por debajo se desarrollen anomalías negativas provenientes de la región central, las cuales alcanzaron hasta -3°C durante la segunda quincena de marzo. Por otro lado, en la región occidental se da un escenario contrario, donde son las anomalías negativas las que se desarrollaron sobre los 100m y un núcleo cálido se mantiene entre los 100m y 250m debido a la termoclina más profundizada que se presenta, alcanzando este núcleo una anomalía de hasta +3°C (Figura 1.3.1).

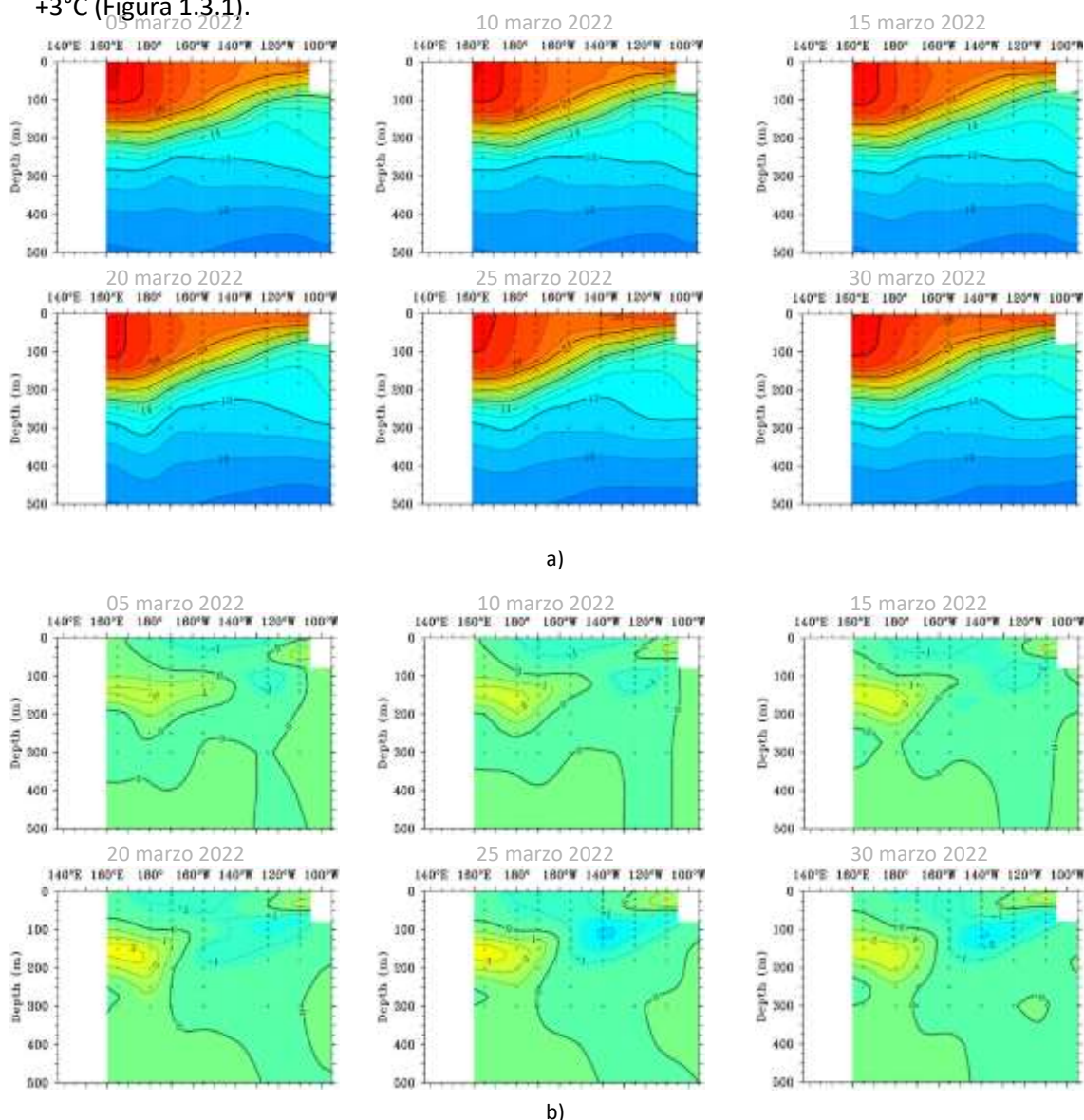


Figura 1.3.1. Sección transversal en el Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S, promedio de cinco días, finalizando los días 5, 10, 15, 20, 25 y 30 de marzo de 2022 de la a) temperatura subsuperficial del mar (°C) y b) anomalía de la temperatura subsuperficial del mar (°C). Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

En el Pacífico ecuatorial la isoterma de 20°C presentó una fuerte elevación al este de los 160°W desde fines de febrero y durante todo el mes de marzo, alcanzando a estar casi 30m más superficial de lo normal, siendo mayor esta anomalía sobre la región central. Por el contrario, se mantiene una mayor profundización en la región occidental. Esta intensa elevación que se registra hacia la región oriental, se debería a la presencia de un paquete de ondas frías, que se venía formando desde mediados de febrero 2022, en la región occidental (Figura 1.3.2).

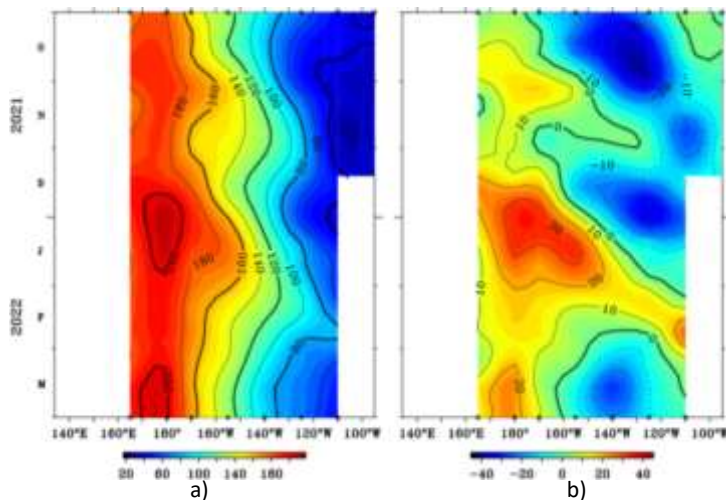


Figura 1.3.2. Diagrama longitud-tiempo de la a) profundidad de la isoterma de 20°C (m) y b) anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C (m) promedio entre 2°N – 2°S, de octubre 2021 a marzo 2022. Fuente: Global Tropical Moored Buoy Array Program office, NOAA/PMEL.

En la región ecuatorial, el contenido de calor mostró un decaimiento de sus valores entre los 170°W y 90°W durante el mes de marzo, debiéndose al avance de un núcleo frío que avanza sobre la región central y oriental hacia el este, manifestando la proyección de estas anomalías de calor desde su formación a mediados de febrero y registrando la intensificación de las condiciones negativas a su paso por la región central. Por otro lado, en el extremo oriental todavía se mantienen condiciones provenientes de la onda Kelvin cálida. Sobre la región occidental se observa también un ligero incremento de calor para los últimos días de marzo (Figura 1.3.3 a y Figura 1.3.3 b).

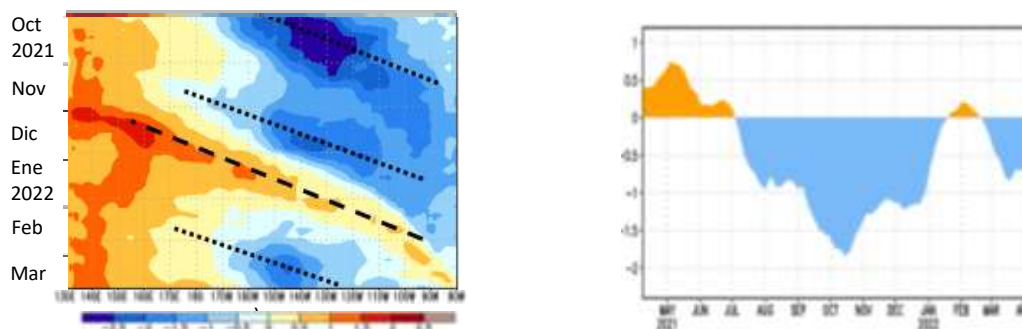


Figura 1.3.3 a) Anomalía del contenido de calor (°C) en el Pacífico ecuatorial entre 130°E-80°W, de 0m a 300 m de profundidad de octubre 2021 a marzo 2022, y b) promedio de la región entre 180°-100°W de abril 2021 a marzo 2022. Fuente: CPC-NOAA.

1.4. NIVEL DEL MAR

El Nivel del mar en el Pacífico ecuatorial central, presentó anomalías negativa hasta de -15 cm desde la segunda quincena de marzo; mientras que, sobre la región oriental, disminuyeron las ligeras anomalías positivas debido a al paso de la onda Kelvin fría (Figura 1.4.1).

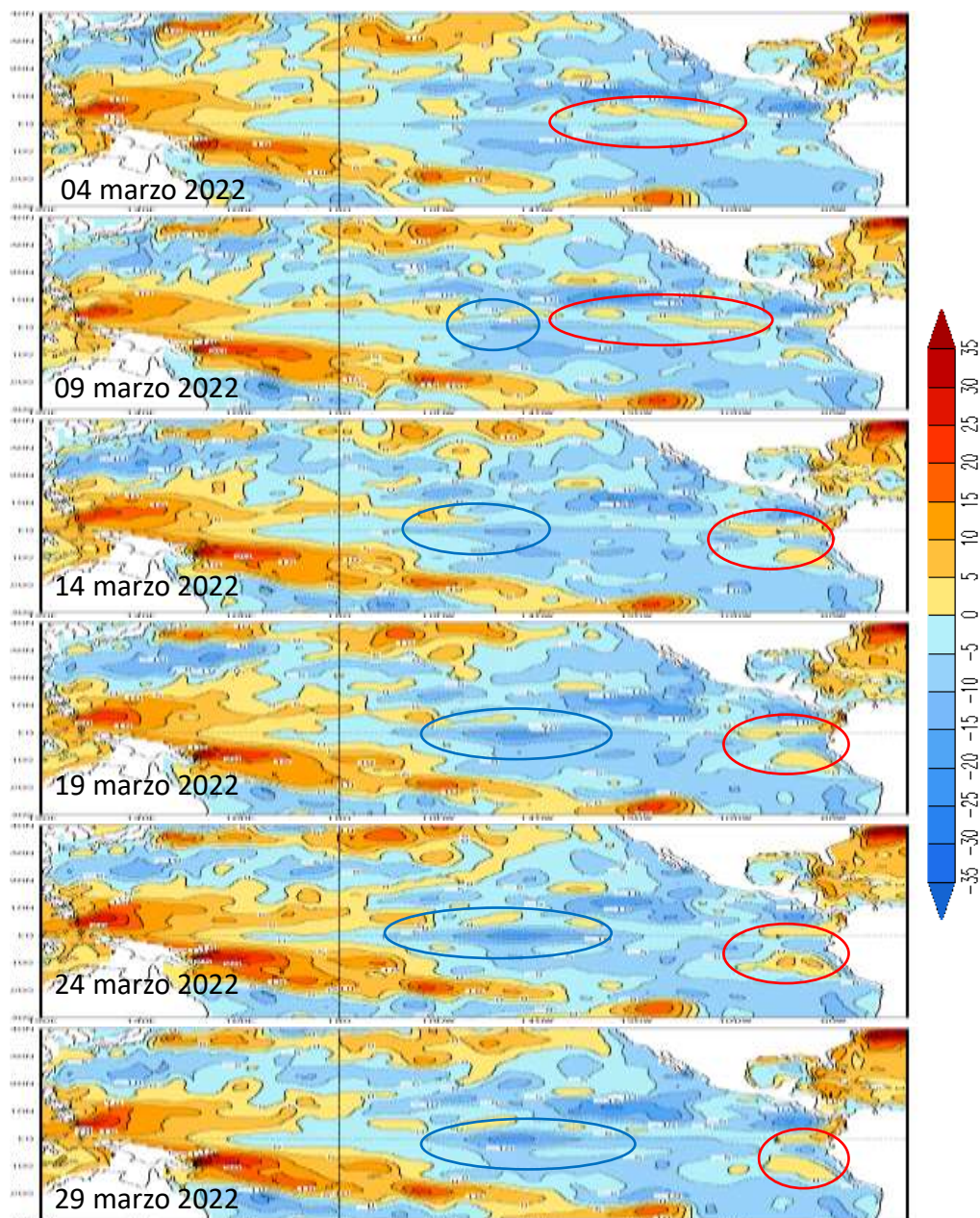


Figura 1.4.1. Anomalía del nivel del mar en el Pacífico tropical para los días 04, 09, 14, 19, 24 y 29 de marzo de 2022. Climatología 1981–2010. Fuente: GODAS.

Asimismo, durante marzo de 2022 en la región central de la franja ecuatorial, se observó la disminución de los niveles del mar por debajo de lo normal, debido al desarrollo y propagación de una onda Kelvin fría, mientras que en el extremo oriental anomalías positivas al paso de una

onda Kelvin cálida. A inicios de abril el incremento de sus niveles por encima de lo normal , en tanto que en la zona oriental, valores por debajo asociado a paso de una Kelvin fría (Figura 1.4.2).

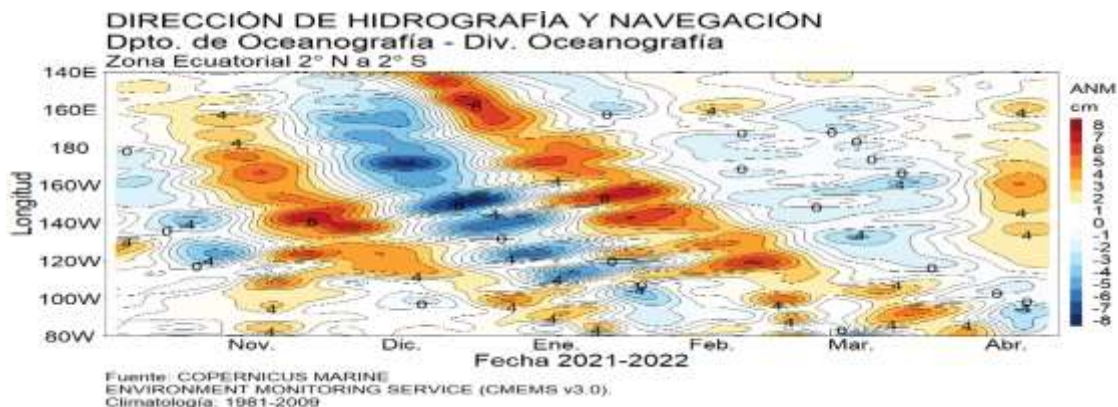


Figura 1.4.2. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del nivel del mar en la región ecuatorial, entre los 140°E-80°W de 2°N-2°S. Período de octubre de 2021 a marzo de 2022. Climatología 1981-2010. Fuente: GODAS. Gráfico: DIHIDRONAV.

1.5. VIENTO

Sobre el Pacífico ecuatorial occidental y central, se registraron vientos del este desde mediados de enero que se intensificaron durante el transcurso del mes de marzo, favoreciendo el desarrollo de condiciones frías; sin embargo, se dio el incremento del viento del oeste al este de los 160°W, lo cual debilitaría las condiciones frías que se desarrollan sobre la región central. Esta predominancia de los vientos anómalos del este en la región del Pacífico ecuatorial occidental y central podría generar ondas Kelvin frías (Figura 1.5.1).

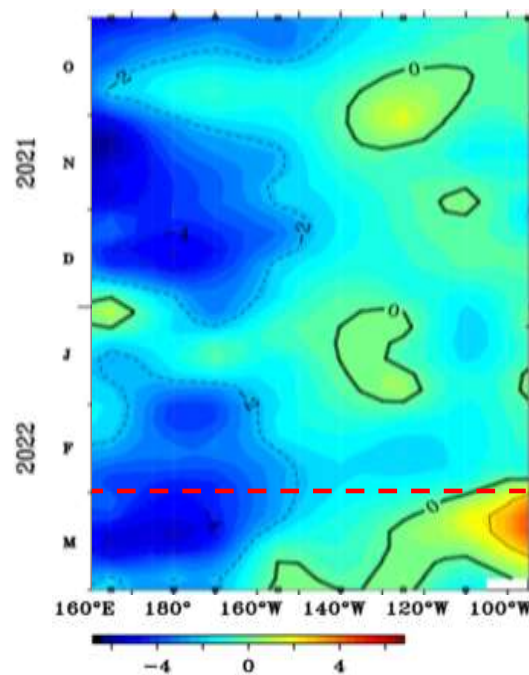


Figura 1.5.1. Diagrama de Hovmöller de la anomalía del viento zonal a nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, para el periodo de octubre de 2021 a marzo de 2022. Fuente: NOAA.

2. CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS FRENTE A LA COSTA DE PERÚ

2.1. TEMPERATURA SUPERFICIAL

En la región Niño 1+2, se observó el incremento de la temperatura hasta 4°C por encima de lo normal en la zona norte de Perú, debido al paso de una onda Kelvin cálida y al colapso de los vientos; sin embargo, se continuó registrando intensas anomalías negativas frente a la costa centro y sur, donde se alcanzaron valores anómalos de -4.5°C para la segunda quincena del mes. Frente a la costa sur se mantuvieron las intensas condiciones frías por dentro de 100 millas de la costa. De forma oceánica, también se presentó una conservación de los núcleos negativos, registrando núcleos de 0.5°C y de -1°C (Figura 2.2.1).

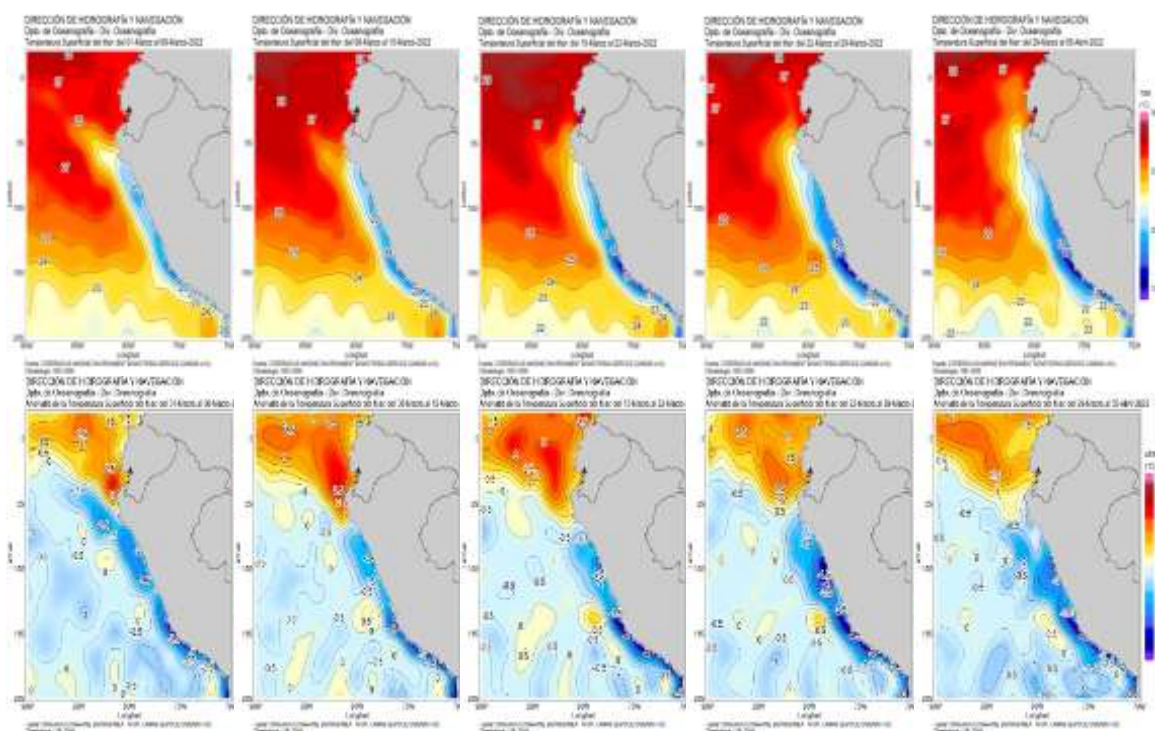


Figura 2.1.1. Promedios semanales de la temperatura superficial del mar y su anomalía en la región Niño 1+2 frente a la costa de Perú para el mes de marzo. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

En el mar de Perú la temperatura promedio de febrero fue entre 22°C y 26°C en el norte, de 15°C a 25°C en el centro y de 15°C a 24°C en el sur, incrementándose la intensidad de las anomalías negativas a pesar del incremento de la temperatura y predominando frente a la costa al sur de los 6°S con valores de hasta de -5°C y por dentro de las 100 millas. En comparación al mes de febrero, las anomalías frías se mantuvieron de forma oceánica y se desarrollaron anomalías intensas positivas frente a la costa norte (Figura 2.2.2).

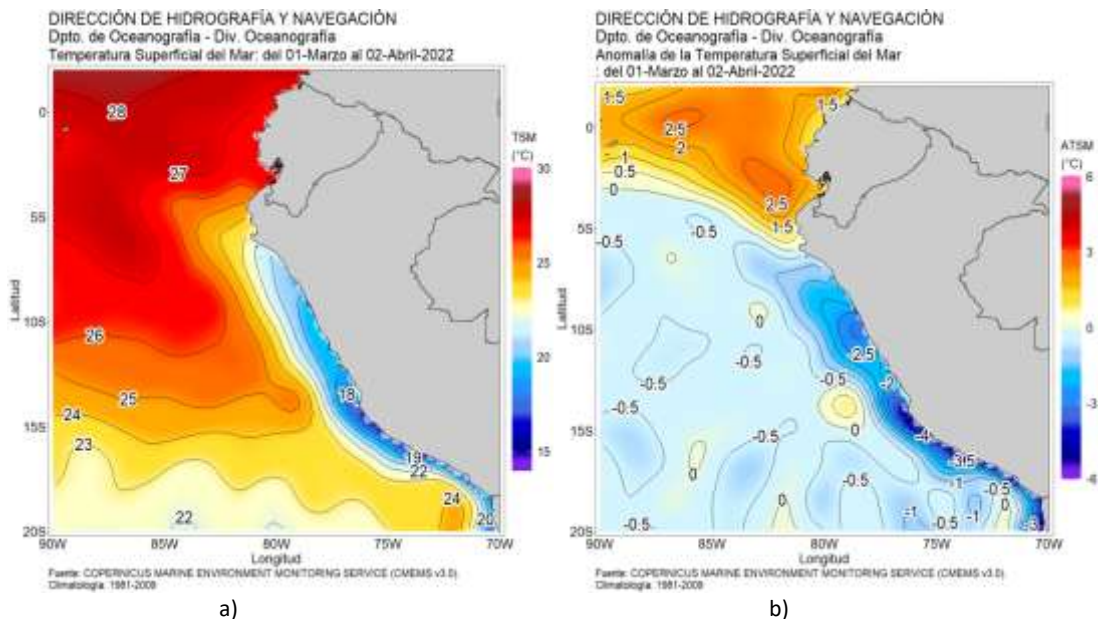


Figura 2.1.2. Promedio mensual en la región Niño 1+2 y frente a la costa peruana de la a) temperatura y b) anomalía de la temperatura de marzo de 2022. Climatología 1981–2009 (Pathfinder V5). Fuente Datos OSTIA. Procesamiento y gráfico: DIHIDRONAV.

Por otro lado, durante el mes de marzo continuaron presentándose intensas las anomalías negativas de temperatura frente a la costa centro y sur, al sur de la isla Lobos de Afuera, predominando una anomalía de -1°C frente a esta costa, alcanzando hasta -2°C al norte de Chimbote en la segunda quincena. Por otro lado, frente a la costa norte se registraron anomalías de hasta $+3^{\circ}\text{C}$ hasta inicios de abril, lo cual se debería al arribo de la onda Kelvin cálida (Figura 2.1.3, Figura 2.1.4 y Tabla 2.6.1).

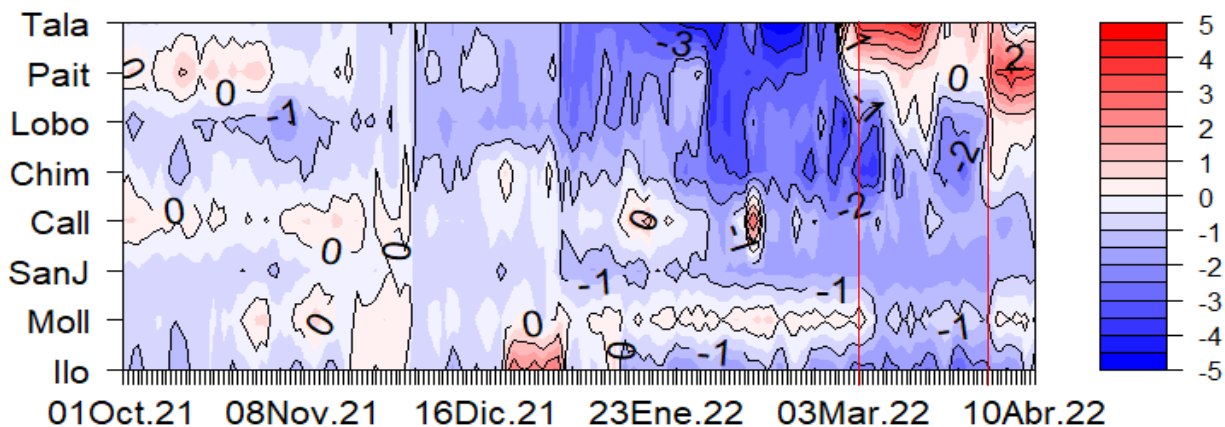


Figura 2.1.3. Diagrama Hovmöller de las anomalías de la TSM en el litoral de Perú de octubre de 2021 a marzo de 2022. Climatología: 1981–2010 DIHIDRONAV. Fuente: DIHIDRONAV.

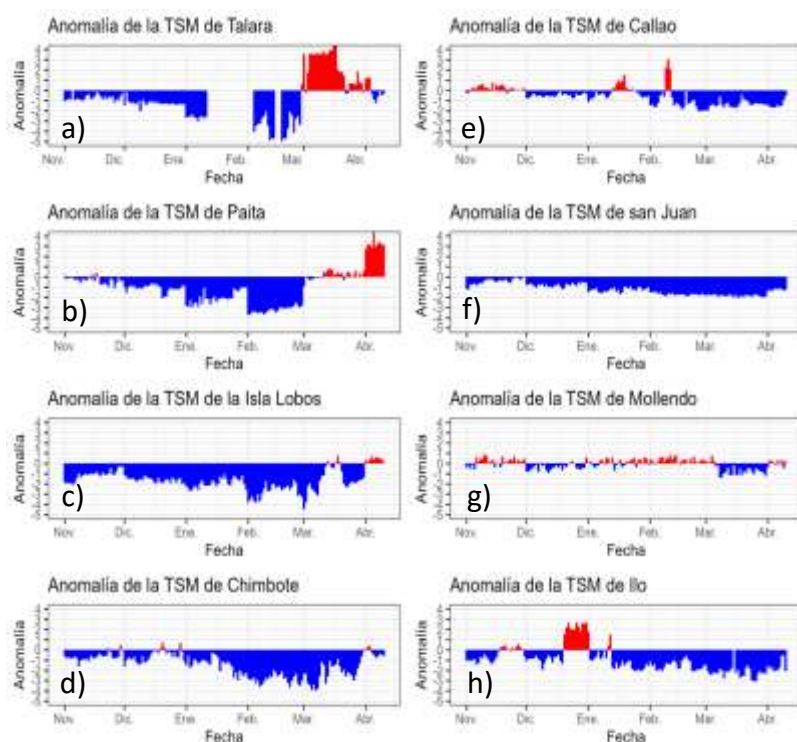


Figura 2.1.4. Series de tiempo de anomalías de la temperatura superficial del mar de estaciones costeras, durante cinco meses, de noviembre de 2021 a marzo de 2022. a) Talara. b) Paita. c) Isla Lobos de Afuera. d) Chimbote. e) Callao. f) San Juan. g) Mollendo. h) Ilo. Climatología 1981 – 2010 DIHIDRONAV Fuente: DIHIDRONAV.

2.2. TEMPERATURA SUB-SUPERFICIAL

Frente a la costa norte de Perú se registró el incremento superficial de la temperatura del mar con anomalías de hasta $+2^{\circ}\text{C}$ y principalmente sobre los primeros 40 m de profundidad; mientras que, por debajo se conservan las anomalías negativas. Sin embargo, entre 60 mn y 100 mn de la costa centro se apreció el predominio de anomalías negativas desde la superficie, alcanzando hasta -3°C . Por último, frente a la costa sur se registró anomalías negativas a 60 millas, mientras que por fuera manifesto condiciones normales en la superficie, en tanto que por debajo de los 20 m condiciones frías (Figura 2.2.1).

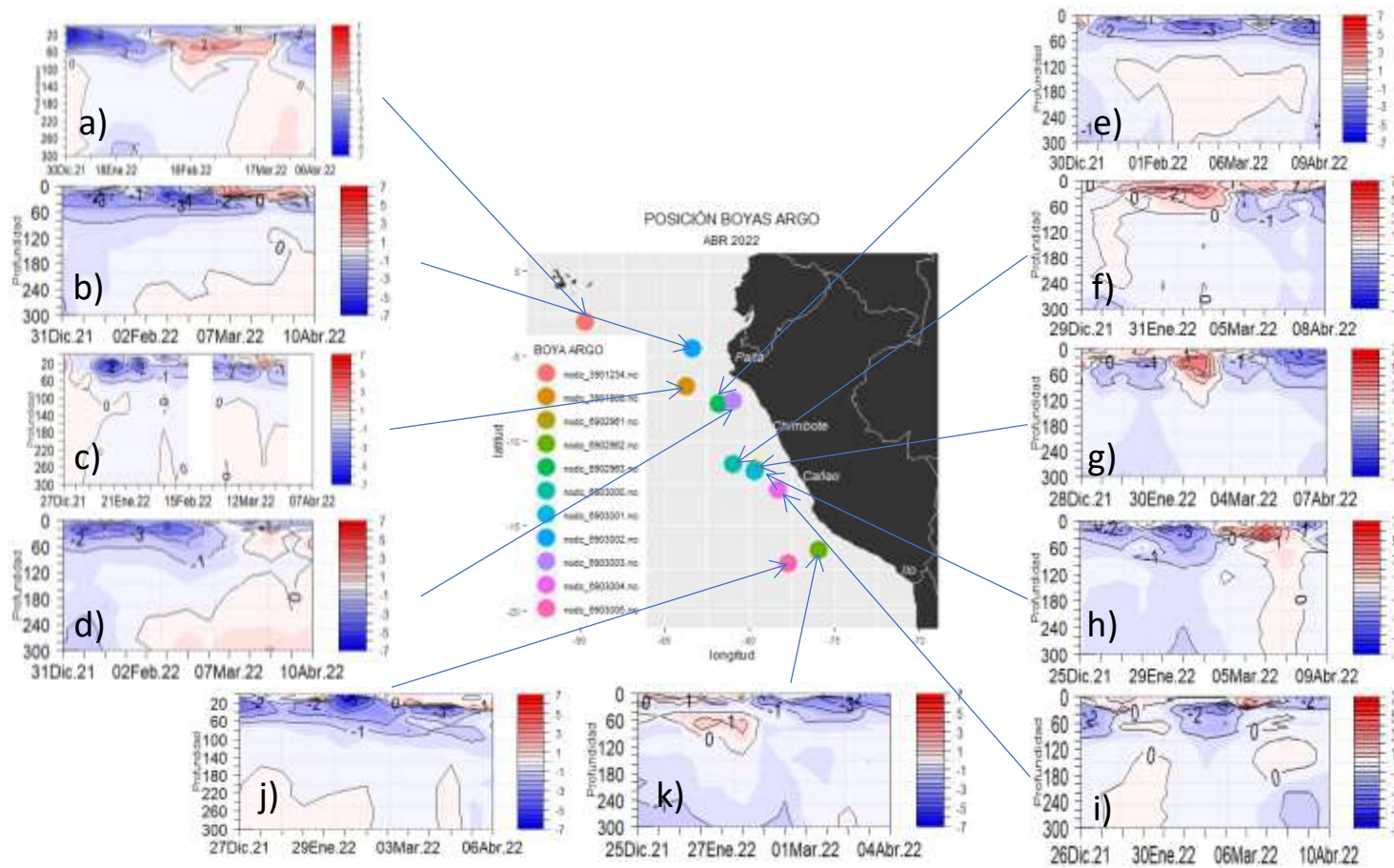


Figura 2.2.1. Temperatura del mar en los flotadores ARGO a) 3901234, b) 6903002, c) 3901808, d) 6903003, e) 6902963, f) 6903000, g) 6902961, h) 6903001, i) 6903004, j) 6903005 y k) 6902962 durante el mes de marzo 2022. Fuente ARGO. Elaboración DIHIDRONAV.

2.3. SALINIDAD

A 50 millas por fuera de la costa, se registra una entrada de las aguas ecuatoriales superficiales (AES) hacia el sur, extendiéndose hasta los 9°S para la segunda quincena de marzo; mientras que, frente al resto de la costa se observaron aguas costeras frías (ACF) de forma predominante. Frente a la costa al sur de los 18°S se registró una intensa presencia de las aguas templadas de la subantártida (ATSA), lo cual revela las intensas condiciones negativas específicamente frente a la costa sur (Figura 2.3.1).

En el mar de Perú, se registró la presencia de las aguas subtropicales superficiales (ASS) con salinidad >35.1 ups en los flotadores mas alejados de la costa y ACF en los mas próximos a la costa, por lo que se corrobora el alejamiento de la costa por parte de las ASS (Figura 2.3.2).

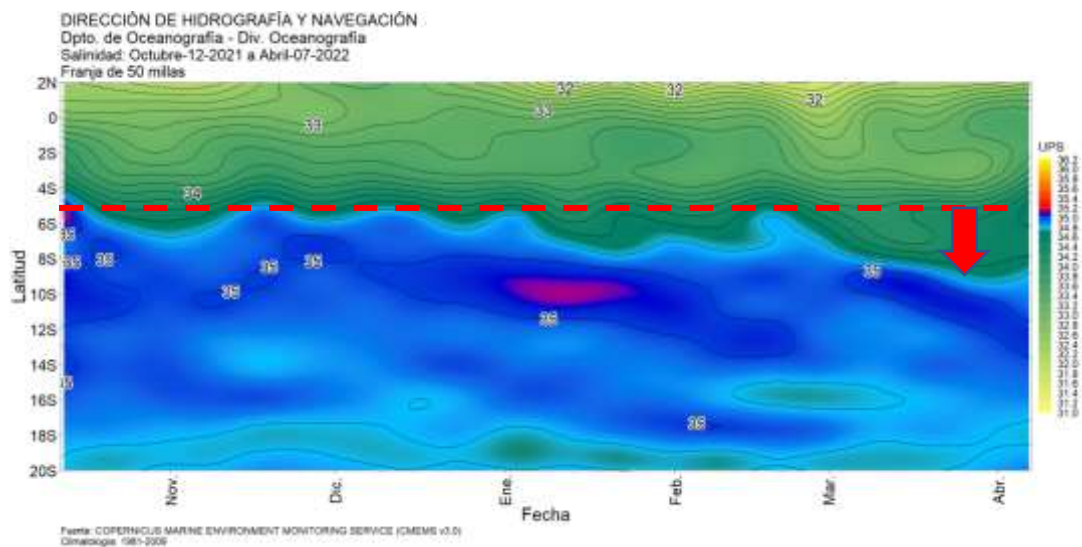


Figura 2.3.1. Salinidad superficial del mar en la franja de 50 millas frente a la costa desde los 2°N a 20°S. Periodo de octubre de 2021 a marzo de 2022. Elaboración DIHIDRONAV.

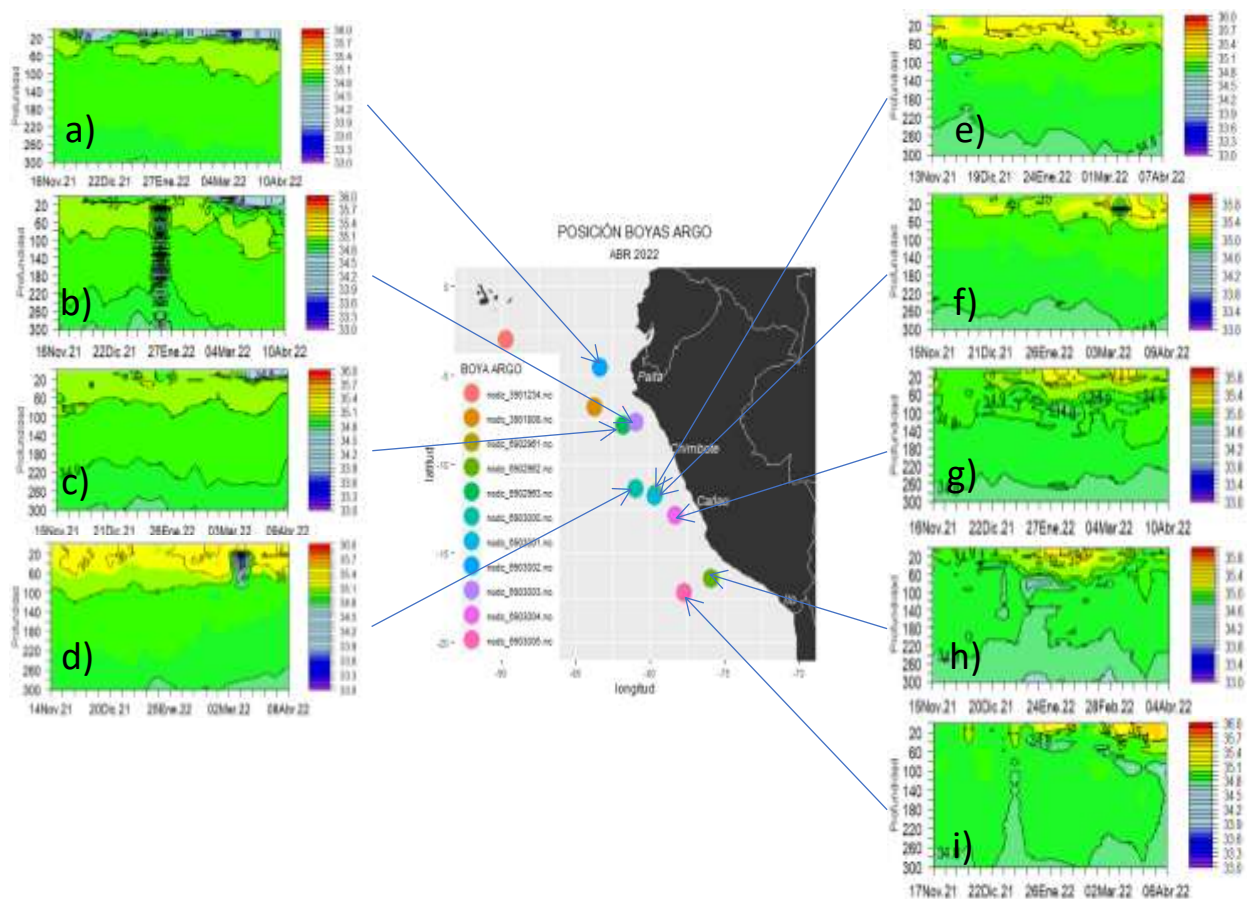


Figura 2.3.2. Salinidad del mar en los flotadores ARGO a) 6903002, b) 6903003, c) 6902963, d) 6903000, e) 6902961, f) 6903001, g) 6903004, h) 6902962 y i) 6903005 durante el mes de marzo 2022. Fuente ARGO. Elaboración DIHIDRONAV.

2.4. NIVEL DEL MAR

De forma oceánica, a 200 millas de la costa, se registró el paso de las anomalías positivas al sur hasta los 14°S durante casi todo el mes de marzo, provenientes de la región ecuatorial; sin embargo, para inicios de abril se registra la entrada de anomalías negativas de nivel cerca del ecuador. Presenciándose la influencia de la onda Kelvin cálida; así como, en su extensión en la franja de 60 millas, donde se aprecia la propagación de esta onda desde el inicio del mes, pero que solo se extiende hasta los 5°S. Las anomalías negativas durante marzo tuvieron una mayor predominancia frente a la costa al sur de los 5°S cerca de la costa, mas no por fuera de las 60 millas (Figura 2.4.1 a, Figura 2.4.1 b).

Asimismo, en el litoral se apreció la influencia de la onda Kelvin cálida frente a la costa al norte de Callao con anomalías de hasta +10cm; mientras que, frente a la costa al sur de Pisco se mantuvieron las anomalías negativas durante todo el mes con -5cm. Asimismo, para inicios de abril se debilitaron las condiciones por la onda Kelvin cálida y volvieron a desarrollarse las anomalías negativas de hasta -5cm (Figura 2.4.1 c, Tabla 2.4.1).

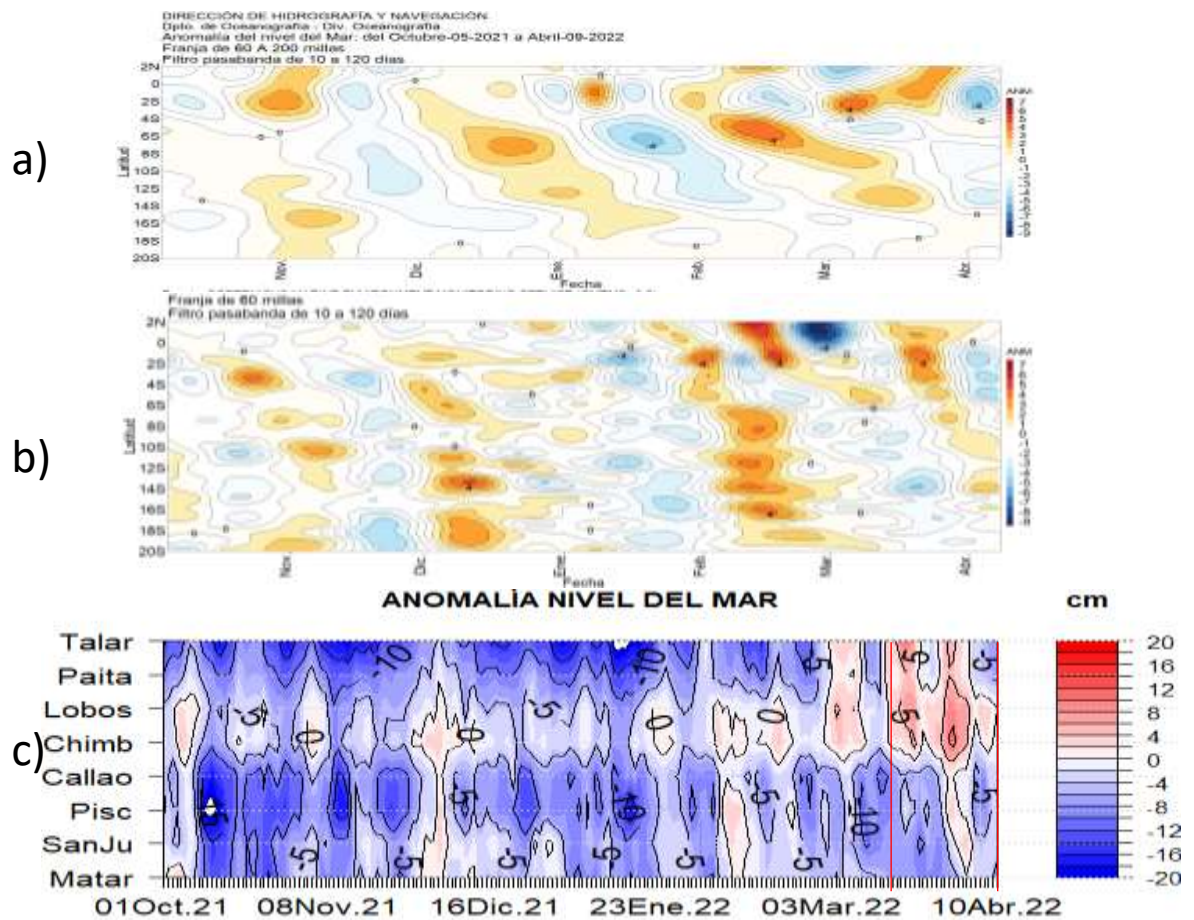


Figura 2.4.1. Diagrama Hovmöller de la anomalía del nivel del mar en a) la región del Pacífico ecuatorial, b) el promedio entre 60 millas y la costa de Ecuador y Perú, entre los 2°N y 20°S, y c) en el litoral de Perú. Periodo de octubre de 2021 a marzo de 2022 Fuente: DIHIDRONAV.

Estación	ATSM 2021	ATSM 2022			ANMM 2021	ATSM 2022		
	Dic	Ene	Feb	Mar		Dic	Ene	Feb
Talara	-1.2	-2.6	-3.8	2.5	-12	-15	-9	1
Paita	-1.3	-2.0	-3.2	0.2	-7	-10	-7	0
Isla Lobos de Afuera	-1.6	-1.9	-2.7	-1.5	-3	-4	-1	3
Salaverry	1.6	0.4	-0.2	0.2	-	-	-	-
Chimbote	-0.5	-1.4	-2.8	-2.2	-1	-2	1	2
Callao	-0.4	-0.1	-0.9	-1.8	-7	-8	-6	-6
San Juan	-0.8	-1.4	-1.7	-1.8	-1	-6	-3	-7
Mollendo	-0.3	0.1	0.3	-0.5	-2	-7	-3	-5
Ilo	0.3	-1.1	-1.5	-2.1	-	-	-	-

Tabla 2.4.2. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de diciembre de 2021 a marzo de 2022. Fuente: Estaciones costeras – DIIDRONAV.

2.5. VIENTOS

Frente a la costa de Perú, el viento del sudeste se mantuvo intensamente debilitado para la primera quincena del mes, registrándose un predominio absoluto de anomalías negativas, lo que habría favorecido a la intensificación de las anomalías térmicas positivas frente a la costa norte peruana; sin embargo, para la segunda quincena del mes se vieron reforzados los vientos del sudeste, lo que habría favorecido las anomalías térmicas negativas frente a la costa centro y sur. Por otra parte, el viento costero más próximo al litoral se mantuvo debilitado para los primeros días de abril, lo que favorece a las condiciones entrantes desde la región oriental (Figura 2.5.1).

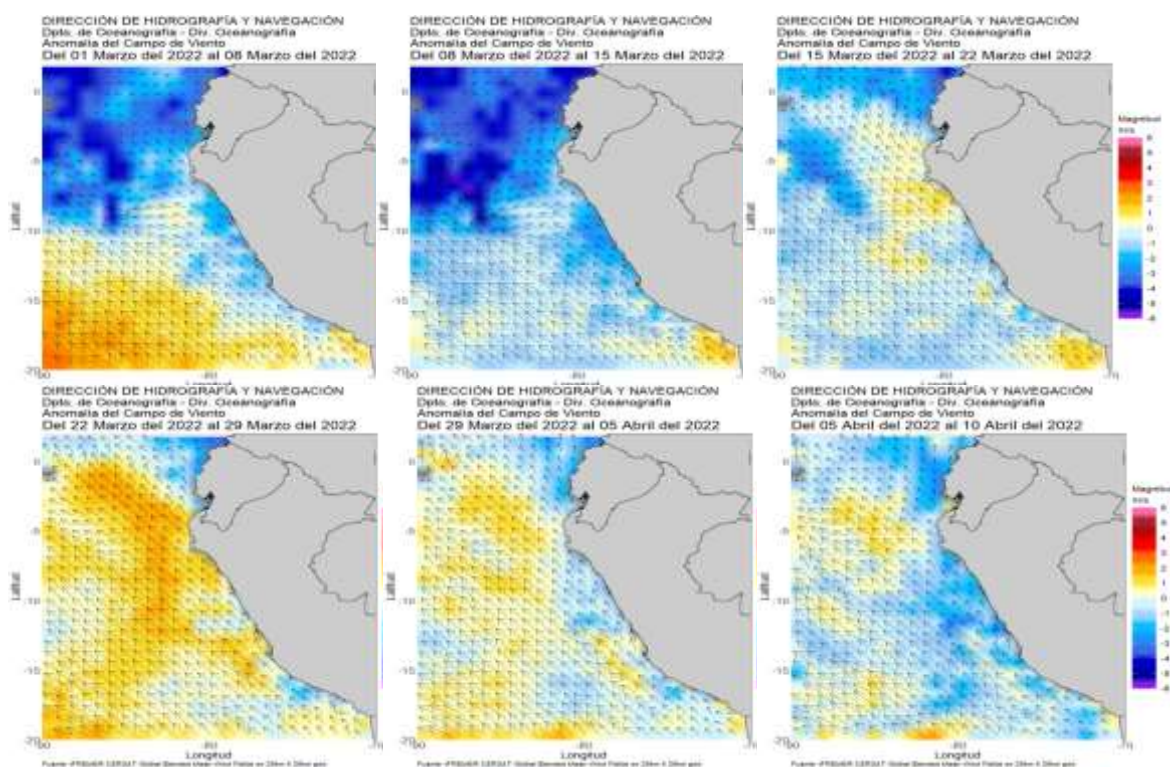


Figura 2.4.1. Anomalías semanales de campo de viento frente a la costa de Perú para el mes de marzo de 2022.

Fuente: IFREMER CERSAT Global blended Mean wind fields. Elaboración: DIHIDRONAV.

3. CONCLUSIONES

Durante marzo, la anomalía negativa de la TSM en promedio se mantuvo en el Pacífico central; en tanto que en la región oriental disminuyó hasta alcanzar valores de temperatura normal. En lo que va de abril, se presentan anomalías positivas hasta 2°C de la TSM en la región oriental. En la región Niño 3.4 (Niño 1+2) la anomalía promedio durante marzo fue -1,0 °C (-0,64 °C) y para la primera semana de abril es -0,9 °C (-1,1 °C), manifestando condiciones menos frías en la región Niño 1+2, respecto a febrero.

Por otro lado, en la región occidental se observa un núcleo de anomalías positivas propagándose hacia el este, tanto en el nivel del mar como en la profundidad de la termoclina, la cual sería la señal de una nueva onda Kelvin cálida.

En marzo la TSM frente a la costa de Perú, en promedio fue de 24 °C a 26 °C en el norte y de 18 °C a 24 °C en centro y sur, manifestando un escenario de condiciones cálidas anómalas al norte de Punta Aguja y otro de condiciones frías anómalas al sur de la misma, con anomalías promedio hasta de +2,5 °C y -3,0 °C, respectivamente. En lo que va de abril, las anomalías cálidas se proyectaron al sur de Punta Aguja, mientras que las anomalías frías entre Pimentel y Chimbote exhiben un repliegue hacia fuera de las 100 millas náuticas. Asimismo, en el litoral la TSM manifestó condiciones cálidas en el norte durante marzo y en lo que va de abril, con anomalías diarias hasta de +2 °C, y condiciones frías en el centro y sur, con anomalías diarias hasta de -2 °C

En marzo, en el litoral la anomalía del NM presentó dos incrementos, uno a inicios y otro a fines de mes entre la zona norte y Chimbote, asociados al arribo y propagación de la onda Kelvin cálida. En abril, las anomalías del nivel del mar disminuyeron hasta valores negativos, indicando el inicio del paso de una onda Kelvin fría. En general las condiciones descritas en el litoral se manifestaron de manera similar hasta las 60 millas de la costa.

La temperatura subsuperficial frente a la costa norte, durante marzo y dentro de las 120 millas náuticas, mostró a inicios del mes anomalías entre -2 °C y -1 °C, sobre los 100 m de profundidad; mientras que a partir de la segunda quincena de marzo y lo que va de abril se presentaron anomalías con valores entre +1 °C y +2 °C, sobre los 50 m de profundidad, principalmente por fuera de las 60 millas náuticas. Además, debajo de los 300 m, se observaron anomalías positivas de hasta +1 °C a lo largo de la costa a partir de la segunda quincena del mes, asociados a intensos flujos subsuperficiales al sur y acorde al efecto del paso de la onda Kelvin cálida. En lo que va de abril, frente a la costa centro y sur disminuyeron las anomalías hasta -3 °C, sobre los 60 m de profundidad.