

**COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO**



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 4 N°01

Enero de 2018

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

Producto: Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño

Autor: Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen)

Comisión Multisectorial Enfen

Presidente:

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada

Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (Imarpe)

Vice-Presidente:

Calm. Jorge Manuel Paz Acosta

Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN)

Dr. Hernando Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Dr. Ken Takahashi Guevara

Presidente Ejecutivo, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Ing. Abelardo de la Torre Villanueva

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Jorge Chávez

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Wladimiro Giovannini De Freyre

Jefe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED

Grupo de Trabajo Científico Técnico

Coordinador Científico Técnico: Grinia Ávalos

IMARPE: Dimitri, Gutiérrez, Marilú Bouchón, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Octavio Morón,

DHN: Rina Gabriel, Roberto Chauca.

SENAMHI: Christian Barreto, Nelson Quispe, Lourdes Menis.

IGP: Kobi Mosquera.

ANA: Gustavo Galindo, Carlos Verano

INDECI: Juber Ruiz Pahuacho.

CENEPRED: Ena Jaimes, Félix Romani

Año: 4

Redacción del informe: Grupo de Trabajo Científico Técnico Enfen

Edición y Producción: L. Pizarro (Secretaría Técnica Enfen)

Diseño de carátula: Imarpe

El contenido de este documento puede ser reproducido mencionando la fuente Enfen.

Este documento se puede citar como:

Comisión Multisectorial Encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen). 2017.

Informe Técnico Enfen. Año 4, N° 01, enero de 2018, 56 p.

El Informe Técnico Enfen de enero 2018 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web en las páginas electrónicas de las instituciones que conforman la Comisión. De tener inconvenientes para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica Enfen a la dirección electrónica: st_enfen@imarpe.gob.pe.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°2015-09351

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, Enero 2018



IMARPE
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ



Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



INDECI
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

ANA
Autoridad Nacional del Agua

CENEPRED
Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

PRESENTACIÓN

La gran diversidad y productividad de la zona continental como marítima del territorio peruano se altera eventualmente por eventos de la Naturaleza que ocurren a diferentes escalas de tiempo y espacio. Entre ellos, el Fenómeno El Niño reviste singular importancia por sus impactos en el Perú como a nivel global.

Han transcurrido casi cuatro décadas desde que el Estado Peruano estableciera el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen). Durante este tiempo, el Comité ha monitoreado, vigilado, analizado y alertado sobre las anomalías del océano y la atmósfera con el fin de prevenir y mitigar los impactos de El Niño en el Perú. Estas acciones se realizan de forma sinérgica, coordinada.



A partir de mayo del 2017 se recompone el Comité y adquiere la denominación de Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño y está conformada por el Instituto del Mar del Perú IMARPE (Preside la Comisión), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) Centro Nacional de Estimación, Prevención y de Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo ahora con la participación de algunas instituciones de la Comisión Enfen en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. Su producto denominado “Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño” comprende una versión resumida “Comunicado Oficial” que se publica quincenalmente en períodos de contingencia como el actual y en forma mensual en periodos normales, así como una versión extendida “Informe Técnico” de carácter mensual. Este último documento incorpora ahora nuevos elementos de información que tengo el honor de presentar, esperando que contribuya a mejorar el conocimiento y a adoptar decisiones y acciones oportunas hacia una eficiente y eficaz gestión del riesgo asociado a El Niño-Oscilación del Sur en nuestro país.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JAGT'.

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada
Presidente de la Comisión Multisectorial para El
Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, enero 2018

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
2.1. Variables.....	7
2.2. Índices.....	7
2.3. Modelos de Pronóstico.....	8
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN ENERO 2018.....	10
3.1. Condiciones a Macroescala.....	10
3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial.....	10
3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial.....	10
3.2. Condiciones a Escala Regional.....	11
3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental.....	11
3.2.2. Temperatura del aire.....	12
3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico.....	12
3.2.4. Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana.....	12
3.2.5. Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.....	13
3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana.....	14
3.2.7. Recursos pesqueros e indicadores biológicos.....	14
4. PRONÓSTICO	15
4.1. A Corto Plazo (Semanas).....	15
4.2. A Mediano Plazo (hasta 3 meses).....	15
4.3. A Largo Plazo (más de 3 meses).....	15
5. CONCLUSIONES	16
6. REFERENCIAS	17
7. FIGURAS	19
8. TABLAS	52

RESUMEN

Durante el mes de enero de 2018, en la región del Pacífico central (región Niño 3.4) y oriental (región Niño 1+2) la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) continuó negativa con un valor promedio de $-0,8^{\circ}\text{C}$, similar al mes anterior. Durante el mes, se observó la presencia de ondas Kelvin frías al este de 120°W y ondas Kelvin cálidas al oeste de 120°W . La onda Kelvin cálida se habría formado por la presencia de pulsos de vientos del oeste en el Pacífico occidental en la primera quincena de diciembre del 2017. El valor temporal del Índice Oceánico El Niño (ONI) en el Pacífico central correspondiente al mes de diciembre indicó condiciones frías débiles y el estimado para el mismo mes correspondería a condiciones frías débiles.

En el Pacífico oriental, incluyendo la costa peruana, se observó la reducción de los valores de TSM respecto al mes de noviembre, como parte del desarrollo de La Niña Costera. En el litoral peruano, las anomalías de la TSM mostraron condiciones debajo del rango normal, principalmente en la región norte. Respecto al nivel medio del mar (NMM), los valores se mantuvieron cercanos a lo normal. El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para diciembre fue $-1,36^{\circ}\text{C}$ (condición Fría Moderada) y los valores estimados del ICEN para enero y febrero de 2018 (ICENtmp) corresponderían a condiciones frías débiles a neutras.

En tanto, en el Pacífico central – oriental la actividad convectiva continuó inferior a su climatología y el patrón anómalo de convección ecuatorial se redujo hacia la zona occidental, evidenciándose un fuerte patrón de sequedad cerca de la línea de cambio de fecha a diferencia de meses anteriores, consistente con el máximo pico de desarrollo del fenómeno La Niña. El contenido de calor oceánico mostró anomalías positivas respecto al mes anterior con una tendencia a la normalización, al igual que la inclinación de la termoclina ecuatorial.

En la región subtropical del Pacífico, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) mostró una configuración cuasi – meridional, intenso al noreste y sureste de su posición climática mensual. No obstante, su continuo alejamiento hacia la costa sur de Chile se reflejó con vientos costeros débiles frente al litoral norte y centro del Perú, con episodios cortos de incrementos débiles en la zona sur; manteniendo una baja contribución con el actual enfriamiento costero. Estas condiciones frías de la TSM se dieron principalmente por efecto de la onda Kelvin fría, que sumados a mayor frecuencia de días con cobertura nubosa, mantuvieron los valores de las temperaturas extremas del aire por debajo de lo normal, principalmente en la región norte de la costa peruana. Por otro lado, los caudales de los ríos de la costa norte del país se presentaron debajo de sus rangos normales.

En las secciones oceanográficas continúan mostrando condiciones frías alcanzando anomalías negativas mayores a $-2,0^{\circ}\text{C}$ dentro de las 10 mn y sobre los 100 m de profundidad entre Paita y Callao, debido al ascenso de masas de aguas más frías asociadas al efecto de la onda Kelvin fría. Respecto a los indicadores biológicos, la clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, continuó mostrando una disminución de las anomalías positivas frente a la costa, asociada al aumento de la nubosidad frente al litoral durante el mes.

Perspectiva: Se prevé la normalización de las condiciones frías actuales por efecto en La Niña Costera en la temperatura superficial del mar durante febrero debido al efecto de la onda Kelvin cálida. Por otro lado, en el Pacífico central se espera que continúen condiciones de La Niña en lo que resta del verano 2018, con un escenario de lluvias sobre lo normal en las regiones andina y amazónica del Perú, sin descartar episodios de lluvias moderadas y aisladas en la costa norte.

1. INTRODUCCIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS), es el proceso termodinámico océano-atmosférico más importante que influye en la variación de las condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del Océano Pacífico, manifestándose en sus fases 'cálida' y 'fría', conocidas comúnmente como El Niño y La Niña respectivamente. De otro lado, condiciones cálidas sobre el Pacífico oriental, particularmente frente a la costa norte de Perú durante el verano, propician lluvias intensas en el contexto del denominado El Niño Costero. Debido a los impactos en los sectores socioeconómicos, cada vez hay un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen en su desarrollo, como en optimizar la anticipación al desenlace de posibles impactos extremos, constituyéndose en un principal propósito el poder generar alertas tempranas para mitigar daños.

En este contexto, la Comisión Multisectorial para el Estudio del Fenómeno de El Niño (ENFEN), reporta periódicamente el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos, en el Pacífico ecuatorial y sudoriental, así como de la dinámica sub-superficial de parámetros oceanográficos, poniendo mayor atención en la zona costera de Perú. Asimismo se reportan los impactos hidrológicos, asociados a precipitaciones e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Para los impactos en el ecosistema marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, así como también la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Finalmente, se formula la previsión futura de los principales indicadores asociados al ENOS y al Fenómeno El Niño, a corto, mediano y largo plazo.

2. DATOS

2.1. Variables

Las principales variables utilizadas para el monitoreo de las condiciones ambientales, oceanográficas y continentales se resumen en la tabla 2.1.1.

2.2. Índices

Índice Costero El Niño (ICEN): Consiste en la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2. Estas anomalías se calculan usando la climatología mensual para el periodo base 1981-2010. La fuente de datos para este índice son las TSM absolutas del producto ERSST v3b de la NOAA (EEUU) para la región Niño 1+2. Para el cálculo y uso en tiempo real, se utiliza temporalmente el valor aproximado ICEN_{tmp}, que se calcula igual que el ICEN, pero reemplazando los datos mensuales faltantes con datos de pronósticos mensuales provenientes de North American Multi-Model Ensemble (NMME). ENFEN (2012); Takahashi, et al. (2014).

2.3. Modelos de Pronóstico

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP): Es un modelo oceánico lineal de una capa de profundidad H cuyo límite inferior es la profundidad de la termoclina, para representar la dinámica superior del océano. Posee una línea de costa realista y su resolución horizontal es de 1° y 0,5° para el eje X e Y, respectivamente. El modelo es forzado principalmente con información del producto L3 del "escaterometro" ASCAT (Bentamy y Croize-Fillon, 2012) obtenido del IFREMER (<ftp.ifremer.fr>). Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger y Menkes (1995). Ver más en Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014). Para realizar el pronóstico de la propagación de las ondas Kelvin, se asumen dos escenarios del esfuerzo de viento para los siguientes tres meses: 1) que no existen anomalías (comportamiento normal de los vientos) y, 2) que persistirá la anomalía de baja frecuencia.

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

Para las perspectivas de mediano y largo plazo se utilizan las simulaciones de los modelos climáticos de las agencias internacionales.

Tabla 2.1.1. Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe.

VARIABLE	FUENTE																		PROCESAMIENTO			
	Observación											Satélite (*)						Modelos				
	Estaciones costeras SENAMHI	Estaciones costeras DHN	Estaciones costeras IMARPE	Estaciones fijas ANA	Secciones verticales IMARPE	Cruceros	Boyas TAO/TRITON	ARGO	Programa Bitácoras de Pesca	Seguimiento de Pesquerías	Muestras de puertos	TRMM-3B42	ESRL/NOAA	Reanálisis NCEP/NOAA	ASCAT	AVHRR (Daily OI SSTv2-NOAA)	OSTIA	JASON-2		AVISO	MODIS	HYCOM
VARIABLES ATMOSFÉRICAS																						
	Temperatura Ambiental	X																			SENAMHI	
	Precipitación Observada	X																			SENAMHI	
	Precipitación Estimada										X										IGP/SENAMHI. Climatología: 2001-2014	
	Radiación de Onda Larga											X									IGP/SENAMHI	
	Presión Atmosférica												X								SENAMHI	
	Vientos												X	X							IMARPE	
													X								SENAMHI/IGP	
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																						
Físicas	Temperatura del Mar		X			X	X						X		X						DHN	
				X		X	X							X		X	X					IMARPE
	Nivel medio del Mar		X					X	X						X							IGP
				X															X			DHN
Salinidad							X													X	IMARPE	
			X		X	X															IMARPE	
Biogeoquímicas	Oxígeno y Nutrientes		X		X	X															IMARPE	
	Clorofila		X		X	X															IMARPE	
Pesquerías	Desembarques índices reproductivos Indicadores de masas de agua del plancton Distribución de especies incidentales							X	X											X	IMARPE, Climatología: 2002-2014	
										X											IMARPE	
											X											IMARPE
									X	X	X											IMARPE
VARIABLES HIDROLÓGICAS																						
	Caudal de ríos				X																ANA/SENAMHI	
	Capacidad Hidráulica de reservorios				X																ANA	

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN ENERO 2018

3.1 CONDICIONES A MACROESCALA

3.1.1 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

En el Pacífico Ecuatorial central y oriental la TSM aumentó respecto al mes anterior, con mayor intensidad en la región oriental (al este de 120°W); a pesar de este aumento se mantuvieron las anomalías negativas, manifestándose en ambas regiones la continuidad de condiciones frías. Por otro lado, en la región occidental (al oeste de 180°) la TSM se mantuvo con anomalías positivas, similar al mes de diciembre. Por regiones Niño, en promedio las anomalías de la TSM se mantuvieron con valores cercanos a diciembre; sin embargo, en la región Niño 1+2 las anomalías negativas disminuyeron de -1,52°C a -0,81°C (Figura 3.1.1.1, Figura 3.1.1.4, Figura 3.1.1.2 (panel inferior y Figura 3.1.1.3).

El índice de Oscilación del Sur (IOS) calculado para el mes de enero mostró un valor de +8,9 (Figura 3.1.1.5), este valor indicó condiciones sobre el rango normal para el ENSO en el Pacífico central; valor que contempla la variabilidad mensual de La Niña, sumados a factores meteorológicos de escala sinóptica. En el Pacífico ecuatorial, las anomalías positivas de Radiación de Onda Larga (OLR) alcanzaron valores intensos para el mes sobre la región central – oriental del Pacífico. Por ello, la actividad convectiva, en el Pacífico ecuatorial central – oriental continuó inferior a su climatología y el patrón anómalo de convección ecuatorial siguió indicando un desplazamiento hacia el Pacífico occidental (Figura 3.1.1.6 a y b), consistente con condiciones atmosféricas tipo La Niña (Figura 3.1.1.7 y Figura 3.1.1.8). La carga/descarga durante el mes de enero mostró, en promedio, un valor neutral, y la inclinación de la termoclina ecuatorial se mostró próxima a su configuración estacional.

En el Pacífico central (150°E – 160°W; 5°S-5°N), en tropósfera baja (850 hPa) se evidenció una intensificación del patrón zonal de vientos del este respecto al mes anterior (Figura 3.1.1.11 b), entre 150°E – 170°W. En superficie, pulsos anómalos de vientos del este fueron observados con mayor intensidad durante la segunda semana del mes alrededor de 180° y 130°W (Figuras 3.1.1.10 a).

En niveles altos de la tropósfera (200hPa), sobre el Pacífico ecuatorial, la configuración de vientos zonales del oeste persistieron en las regiones central y oriental, con intensidades mayores entre 180° y 160°W (Figura 3.1.1.11.a).

Las secciones verticales de la tropósfera a lo largo de la franja ecuatorial se mantuvieron con un patrón de subsidencia intenso entre 170°E – 160°W sobre el Pacífico central y se observó una proyección de aparente reducción de la convección sobre la región occidental, entre 140°E - 150°E (Figura 3.1.1.12).

3.1.2 Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON continuaron mostrando dos regiones bien diferenciadas, en relación con la profundidad de la isoterma de 20°C (profundización y elevación). Respecto al mes anterior, la profundización de la isoterma amplió su extensión rápidamente desde la región occidental hasta la región central, generándose en la franja ecuatorial una termoclina de fuerte pendiente, al oeste de los 140°W, asociada al paso de la Onda Kelvin cálida en la región central y Onda Kelvin fría en la región oriental (Figura 3.1.1.9). A nivel sub-superficial, la distribución, de la temperatura muestra una región occidental y central con un núcleo de anomalías positivas por debajo de los 80 metros de profundidad. Asimismo, muestra una región oriental con anomalías negativas que disminuyeron gradualmente de -3°C a -1°C (Figura 3.1.2.1).

El contenido de calor oceánico retomó valores positivos manteniendo una tendencia positiva desde octubre del año pasado, de manera similar con la inclinación de la termoclina, la cual presentó valores positivos a partir de mediados del mes para después predominar la climatología (Figura 3.1.2.2). Asimismo, según los datos del nivel del mar satelital la onda cálida, formada durante el mes de diciembre por un pulso de viento del oeste, empezó a impactar a la costa peruana desde inicios del mes de febrero, mientras que la señal de esta misma onda en la profundidad de la termoclina (producto ARGO + TAO) indica que aún no llega a la costa peruana. Los pulsos de viento del este al oeste de 160°W y durante el mes de enero, habrían formado una onda Kelvin fría (Figura 3.1.1.10, panel a, b y c).

El índice ONI (Oceanic Niño Index) que es calculado en base a la anomalía de la TSM en la región El Niño 3.4, presentó un valor de -0,98°C en diciembre de 2017 indicando una condición fría débil para el Pacífico Central. El valor estimado del ONI, combinando observaciones y pronósticos, indica condiciones frías débiles para los meses de enero y febrero 2018.

3.2 CONDICIONES A ESCALA REGIONAL

3.2.1 Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental

En promedio del 1 al 31 de enero se observó que el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una posición cuasi-meridional con una intensidad máxima de ~1023 hPa, encontrándose anomalías positivas al sur de su centro con valores de hasta ~+1 hPa. Frente a la costa peruana el campo de presión presentó condiciones alrededor a su patrón climático mensual, no así frente a la costa norte de Chile donde predominaron anomalías negativas de presión (Figura 3.2.1.1).

Frente al litoral peruano, el esfuerzo de viento de componente sureste se mantuvo ligeramente sobre lo normal frente a la costa sur (Figura 3.2.1.2 b) predominando la estacionalidad en la configuración de la ZCIT hacia el flanco oriental del Pacífico ecuatorial (Figura 3.2.1.2 a), observándose anomalías positivas importante frente a las costas de Colombia y Panamá (Figura 3.2.1.2 c). En general, el viento frente a la costa peruana presentó vientos más débiles, incrementándose ligeramente hasta fines de mes y alcanzando velocidades menores a 7 m/s.

En la zona oceánica, el viento varió entre 5 y 7 m/s, con condiciones neutras a negativas en la primera quincena para luego predominar anomalías positivas a partir de la segunda quincena. En la franja costera de 40 km se registraron entre 1 y 4 m/s a lo largo de la costa peruana, con una variabilidad similar al viento mar adentro (Figura 3.2.1.3).

Durante el mes, el afloramiento costero (IAC) mostró valores entre 200 y 250 m³/s/100m al norte de los 5°S, mientras que al sur de los 5°S los valores estuvieron entre 0 y 200 m³/s/100m (Figura 5). Salvo las zonas entre Pisco y San Juan (14 – 16°S), así como entre Paita y Talara (4-5°S), en el resto de la costa el viento costero no alcanzó el umbral de >4 m/s por al menos cinco días consecutivos, que es un índice de persistencia del afloramiento costero (Figura 3.2.1.3).

3.2.2. Temperatura del aire.

Las temperaturas del aire se presentaron por debajo de sus rangos normales a lo largo del litoral peruano durante el mes de enero. En cuanto a la temperatura máxima, en promedio, se observaron valores de hasta -0,4°C en la región central, mientras que respecto a la temperatura mínima, se observó un mínimo negativo de hasta -1,3°C en la costa norte. La región sur mantuvo una condición fría respecto a las temperaturas nocturnas con un valor promedio de hasta -1,1 ° C (Figura 3.2.2.1).

3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

En diciembre, durante el periodo lluvioso, se observaron precipitaciones anómalas en la sierra norte y centro de la vertiente occidental de los Andes y en la selva alta nororiental (principalmente Loreto). Por otro lado, en la sierra sur del país predominaron ligeras deficiencias de lluvias durante el mes de enero, en regiones de la cuenca medio de la sierra suroccidental donde observaron condiciones dentro de sus rangos normales. En general, en el Perú predominaron condiciones entre lluviosas y secas, principalmente hacia la sierra noroccidental y sierra sur, respectivamente (Figura 3.2.3.1).

En el mes de enero los ríos de la costa norte han presentado caudales por debajo de sus valores normales a excepción del río Chancay-Lambayeque que presentó valores por encima de su normal a mitad del mes (150 m³/s), al igual que los ríos de la costa centro. Los niveles de los ríos amazónicos mostraron un comportamiento ascendente, alcanzando valores de alerta (ríos Marañón y Huallaga).

3.2.4 Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar a lo largo de la costa peruana

Frente a la costa centro-norte, la TSM se incrementó desde 23°C a 25°C acorde a la estacionalidad, mientras que frente al codo peruano-chileno permanecieron aguas de 24°C. En la zona costera predominaron valores de TSM menores a 20°C, prevaleciendo en la zona de Pisco aguas menores a 19°C (Figura 3.2.4.2, panel superior). En términos de anomalías (ATSM), en la zona oceánica del norte las anomalías negativas tendieron a atenuarse y en el sur las anomalías positivas débiles se incrementaron.

En la franja costera, la distribución de las ATSM negativas tendió a expandirse de norte a sur hasta alcanzar toda la costa a fines de mes alcanzando valores de -2°C entre los 3°S y 6°S (Figura 3.2.4.2, panel inferior).

Para el mes de diciembre de 2017, el Índice Costero El Niño (ICEN) basado en el producto ERSSTv3 y NCEP OI SST v2 (Tabla 3.2.4.1) indicaron una condición climática Fría Fuerte ($-1,62^{\circ}\text{C}$), Los valores temporales este último el ICENOI (ICENOI_{tmp}) mostró condiciones Fría Moderadas y Neutras para diciembre de 2017 y enero de 2018 (Figura 3.2.4.1).

Por el lado de las observaciones en el litoral, en los primeros días de enero, en la región norte los valores de las anomalías de la TSM aumentaron, extendiéndose hasta el Callao, no así en la región sur donde las anomalías fueron positivas. A partir de la quincena del mes, las anomalías en el litoral norte y centro disminuyeron, en tanto que en el sur cambiaron a valores negativos. En promedio, enero presentó condiciones frías (Figura 3.2.4.3 a), tal es así que a nivel diario la TSM registrada presentó mayormente anomalías negativas a excepción de Tumbes (Figura 3.2.4.3 b). Respecto al nivel medio del mar, (NMM), durante las dos primeras semanas del mes, en el litoral norte las anomalías negativas del Nivel Medio del Mar (NMM) aumentaron, mostrándose estos valores hasta la zona central por efecto del paso de una onda Kelvin fría. En la última quincena, estas anomalías disminuyeron hasta retomar valores cercanos a lo normal (Figura 3.2.4.4 a y b), (Tabla 3.2.4.2).

3.2.5 Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.

En la sección de Paita realizada los días 28 – 29 de enero de 2018 (Figura 3.2.5.1), la TSM presentó un acercamiento de la isoterma de 18°C hasta las 35 mn frente a la costa, la cual se encontraba alrededor de las 40 mn a fines de diciembre, destacando valores de hasta 21°C , por fuera de las 80 mn frente a la costa (Figura a). Sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 14° a 21°C con una termoclina bastante somera. La isoterma de 15°C se presentó entre los 20 y 40 m de profundidad, ascendiendo levemente en dirección a la costa. Sobre los 100 m en toda la sección se registró anomalías negativas, con valores de hasta $-4,0^{\circ}\text{C}$ a 20 – 40 m de profundidad (Figura b). En superficie y hasta los 100 m la concentración de sales mostró la presencia de ACF por dentro de las 45 mn y una capa superficial de AES entre las 45 y 100 mn. Se generaron anomalías positivas en la capa superficial de hasta $+0,10$ ups entre las 35 y 80 mn a 5 – 30 m de profundidad y anomalías negativas de hasta $-0,20$ ups en la capa superficial entre las 80 y 100 mn, asociado a las AES (Figura c, d). La distribución del oxígeno disuelto (OD) mostró que la profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de $1\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$, ascendió de 30-60 m a 20-40 m de profundidad hasta las 100 mn frente a la costa, (Figura e). Los flujos al norte se presentaron en la capa superficial entre las 20 y 70 mn de la costa. Entre las 75 y 100 mn de la costa predominaron flujos hacia el sur sobre los 400 m, mientras que entre los 45 y 55 mn se presentaron a 140-260 m de profundidad, con velocidades de hasta 30 cm/s y 10 cm/s, respectivamente (Figura f).

Dentro de los primeros 50 metros, frente a Paita (boya Argo 85°W y 4°S), la temperatura aumentó rápidamente formándose un fuerte gradiente térmico, mientras que por debajo de esta profundidad la columna de agua se mantuvo estable. A pesar de este incremento en la temperatura, las anomalías la columna de agua se mantuvo estable.

A pesar de este incremento en la temperatura, las anomalías negativas se mantuvieron entre los 20 y 60 m de profundidad, con magnitudes de hasta 3°C. Sin embargo, a nivel muy superficial se manifestó condiciones normales con temperaturas muy cercanas a su normal (Figura 3.2.5.4).

La sección Chicama realizada el 26 - 27 de enero de 2017 (Figura 3.2.5.2), La TSM presentó la isoterma de 17°C a 2 mn frente a la costa, la cual se encontraba a 8 mn en diciembre. Afuera de las 75 mn se observaron valores de hasta 24°C (Figura a). Sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 14°C y 24°C, mientras que la isoterma de 15°C se presentó a 10 – 70 m de profundidad, siendo más somera en la zona costera, en modo similar al mes de diciembre. En los primeros 50 m de profundidad las anomalías térmicas fueron de hasta +2,0°C por fuera de las 80 mn y en la zona más costera con anomalías de hasta -2°C (Figura b). En superficie la concentración de sales mostró a las ASS por fuera de las 70 mn y en sub-superficie (10 – 50 m), por fuera de las 40 mn, a menor profundidad que diciembre, mientras cerca a la costa se presentaron las aguas del afloramiento costero (ACF) (Figura c). Como consecuencia se observó núcleos con anomalías halinas positivas de hasta +0.20 ups sobre los 50 m y por fuera de las 40 mn, asociadas a las ASS (Figura d). La distribución del oxígeno disuelto continuó mostrando la tendencia al afloramiento de las iso-oxígenas cerca de la costa. La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígena de 1 mL.L⁻¹, se presentó a unos 50 m de profundidad fuera de las 40 mn, mientras en la zona costera, a 20-40 m (Figura e). Por otra parte, en los primeros 40 m de profundidad se observó flujos geostroficados con dirección al norte dentro de las 50 mn y entre las 70 y 100 mn, con velocidades de hasta 20 y 10 cm/s, respectivamente. Entre los 50 y 200 m se apreció un flujo con dirección al sur de 10 cm/s a 70 - 100 mn de la costa (Figura f).

El monitoreo quincenal de la columna de agua (≤ 100 m) que se realiza en las estaciones fijas mostró que en el último mes para Paita y Callao la temperatura varió entre 14°C y 17°C, en Chicama entre 14°C y 20°C, en Atico entre 13°C y 16°C y en Ilo entre 14°C y 18°C (Figura 3.2.5.3). En Paita se detectó anomalías negativas en toda la columna de agua, con valores de hasta -5,0°C en los primeros 20 m de profundidad, en Chicama anomalías entre -1,0°C y -2,0°C en los primeros 40 m, mientras que en Callao, anomalías de -1,0°C en toda la columna de agua, con núcleos de hasta -2,0°C en los primeros 40 m. En todas las estaciones fijas se evidenció la intensificación de las anomalías negativas hacia finales del mes (Figura 3.2.5.5). La salinidad del mar confirmó la presencia de ACF en todas las estaciones fijas, sin embargo en Chicama y Callao se detectaron pequeños núcleos de agua de mezcla entre ACF y ASS (Figura 3.2.5.6).

En cuanto al OD, también se determinó una distribución superficial de las iso-oxígenas en las estaciones fijas de Chicama, Callao y Atico, apareciendo la iso-oxígena de 0,5 mL/L a unos 20 – 40 m de profundidad en todos los puntos. En cambio, en Paita la iso-oxígena de 0,5 mL.L⁻¹ solamente apareció a inicios y a finales del mes a más de 80 m de profundidad (Figura 3.2.5.7).

3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana

3.2.6.1. Silicatos

Los silicatos se mantuvieron en sus concentraciones respecto a fines de diciembre del 2017 en Chicama, Callao e Ilo, mientras que en Paita aumentaron y en Atico disminuyeron. En Paita se observó una superficialización de la isolínea de 20 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ hasta los 20 m en las primeras semanas, para luego descender a 60 m a fines del mes. En Chicama, Callao e Ilo las concentraciones en promedio fueron de ~18, ~27 y ~23 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ respectivamente. En Atico los valores disminuyeron de 40 a 30 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ entre inicios y fines de mes (Figura 3.2.5.8).

3.2.6.2. Clorofila – a

La concentración de clorofila-a satelital presentó valores entre ~ 3 a ~ 5 mg.m^{-3} dentro de las 140 mn entre Paita y Pisco y San Juan a Ilo; y frente a Chicama a las 300 mn. En promedio las concentraciones presentaron una tendencia negativa durante el mes. Entre los 6°S – 15°S y dentro de las 60 mn las anomalías fluctuaron entre –1 mg.m^{-3} a – 4 mg.m^{-3} , mientras que a mayor distancia de la costa se presentaron anomalías positivas a 6-8°S; entre los 15°S – 17°S, se observaron núcleos de anomalías positivas que alcanzaron valores de +3,0 mg.m^{-3} dentro de las 100 mn (Figura 3.2.6.1 y 3.2.6.2).

3.2.7 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

La anchoveta entre el 27 al 30 diciembre de 2017, en la región norte – centro, La anchoveta presentó una amplia distribución espacial desde Bayovar (5°S) hasta Huacho (11°S), dentro de las 50 mn de la costa, con mayores concentraciones frente a Malabrigo (07°S) y Huarney (10°S). La estructura de tallas fluctuaron entre 5 y 17 cm de longitud total (LT), con moda en 13,0 cm LT, la incidencia de juveniles fue de 24 % en número y el 16 % en peso.

Por otro lado, los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte – Centro, índice gonadosomático (IGS) y Fracción desovante (FD) indicaron que el recurso incrementó su actividad reproductiva, dando inicio a la veda reproductiva y a la finalización de las actividades extractivas (Figura 3.2.7.2).

4. PRONÓSTICO

4.1 A corto plazo (semanas)

Según los modelos lineales (Figura 3.1.1.10 c y d), así como las proyecciones teóricas de ondas largas ecuatoriales y la proyección quincenal de pronóstico de los modelos GFS y CFS, se espera que en las siguientes semanas se produzcan anomalías de viento del oeste entre 160°E y 160°W en la franja del Pacífico Ecuatorial. Si esto se diera, entonces estos vientos podrían proyectarse en ondas Kelvin cálidas que contribuiría en reducir las anomalías negativas de la profundidad de la termoclina, principalmente en el Pacífico Oriental en los siguientes meses. Por otro lado, la señal en la profundidad de la termoclina de la onda Kelvin cálida, que se formó en diciembre, debe impactar la costa peruana durante las siguientes semanas.

La onda Kelvin fría que se habría formado por vientos del este en el mes de enero, se estima que llegaría a la costa peruana desde fines de febrero a inicios de marzo. La onda Kelvin cálida generada por pulsos de viento del oeste a fines de enero e inicios de febrero y según los modelos de ondas llegaría a la costa peruana desde fines de marzo e inicios de abril.

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), los valores estimados del ONI (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos, indican condiciones frías débiles para los meses de enero y febrero de 2018, considerando los datos hasta diciembre de la fuente ERSSTv5, así como las salidas de ensamble de modelos NMME para enero – febrero 2018 (Tablas 3.1.4.1 y 4.2.1). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor estimado del ICEN (ICENtmp), basado en los datos hasta diciembre de la fuente OISST.v2, así como las salidas del ensamble de modelos NMME, para diciembre y enero es de $-1,30^{\circ}\text{C}$ y $-1,09^{\circ}\text{C}$, indicando condiciones frías moderadas y débiles, respectivamente (Tablas 3.1.4.2 y 4.2.2).

4.2. A mediano plazo (hasta 3 meses)

La simulación del modelo de ondas, considerando una intensificación de los vientos alisios, generó una onda Kelvin fría (modo 1) en el Pacífico ecuatorial occidental-central que arribaría frente a las costas de Sudamérica entre febrero y marzo 2018. Recientemente, pulsos de vientos del oeste a inicios de febrero 2018, habrían generado una onda Kelvin cálida (modo 1) en el Pacífico ecuatorial occidental que llegaría frente a las costas de Sudamérica en marzo 2018 (Figura 4.2.2).

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según las agencias internacionales (IRI, diciembre 2017), la mayoría de los modelos dinámicos y estadísticos de predicción de ENOS (Niño 3.4) en promedio indican la persistencia de la condición La Niña débil en lo que resta del verano (Figura 4.2.3). Por otro lado, para el Pacífico ecuatorial oriental (región Niño 1+2), con condiciones iniciales en enero, indican en promedio condiciones neutras de febrero a julio de 2018, sin embargo, estos índices son negativos (Figura 4.2.4).

4.3. A largo plazo (más de 3 meses)

En general, los pronósticos de los modelos han incrementado paulatinamente la reducción del fenómeno La Niña y mantienen la probabilidad de condiciones Neutras en el Pacífico central de 32% (condiciones iniciales de diciembre 2017) a 36% (condiciones Iniciales de enero de 2018). El patrón espacial proyectado de TSM (Figura 4.2.5) y de precipitación (Figura 4.2.6) pronosticado es típico de La Niña, con ausencia de calentamiento en el Pacífico sudeste (frente a norte de Chile) y en la costa de Perú como en el 2016. Asimismo, no se prevé mayor lluvia en la banda sur de la ZCIT en el verano/otoño de 2018 tal como se mostró en los pronósticos del año 2016 para este mes. Esto indica pocas probabilidades de que se pueda repetir un evento similar a El Niño costero del año 2017, aunque no se puede descartar la posibilidad de ocurrencia de lluvias en la sierra y región amazónica del Perú.

5. CONCLUSIONES

Durante el mes de enero, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) y frente a la costa del Perú, los valores de anomalías negativas de TSM mantuvieron condiciones frías. En el litoral peruano, las anomalías de TSM superficiales observadas se intensificaron respecto al mes pasado, consistente con el arribo de la onda Kelvin fría y el afloramiento costero con presencia de ACF en todas las estaciones fijas. Asimismo, durante el mes, los vientos costeros se mantuvieron dentro de su variabilidad normal, aunque ligeramente intensos frente a la costa sur, siendo la influencia del APS mínima a partir de la segunda quincena del mes, el cual se presentó anómalamente intenso al sur de la costa chilena, con una configuración meridional. El gradiente de presión asociado a la posición del APS aunque retirado hacia el sur de la costa peruana, se ha manifestado con un ligero incremento del viento en esta región.

En la región del Pacífico central (región Niño 3.4) la TSM aumentó respecto al mes anterior, a pesar de ello, las condiciones frías se mantuvieron con anomalías próximas al mes anterior. El ONI de noviembre (OND) correspondieron a condiciones Frías Débiles, y el estimado para diciembre (NDE) sería de condiciones Frías débiles. La ATSM de esta región alcanzó, en promedio, $-0,8^{\circ}\text{C}$. Por otro lado, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor del ICEN para noviembre de 2017 fue de $-1,62$ (Fría Fuerte) y el ICENtmp para diciembre de 2017 y enero de 2018 es de $-1,37$ (Fría Moderada) y $-1,16$ (Fría Débil). Por tanto, considerando que en el mes de setiembre el ICEN tomó valores de condiciones frías moderadas y que el valor estimado del ICEN para enero de 2018 correspondería a condición fría débil, y que mantiene la persistencia del desarrollo de la “La Niña Costera” inicios del verano 2018.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se mantuvo ligeramente más intensa y al norte de su posición climática para la región oriental del Pacífico. El inicio del periodo lluvioso trajo consigo episodios lluviosos en la sierra norte y centro de la vertiente occidental y la selva nororiental, en las regiones costeras mantuvieron su patrón estacional de lluvias. Por otro lado, las regiones norte de la costa y sur de los Andes mostraron deficiencias durante el mes. En el mes de enero los ríos de la costa norte han presentado caudales por debajo de sus valores normales a excepción del río Chancay-Lambayeque que presentó valores por encima de su normal a mitad del mes ($150 \text{ m}^3/\text{s}$), al igual que los ríos de la costa centro. Los niveles de los ríos amazónicos mostraron un comportamiento ascendente, alcanzando valores de alerta (ríos Marañón y Huallaga).

Los indicadores reproductivos del stock norte – centro de la anchoveta, presentaron un incremento de su actividad reproductiva, asociado al desove secundario de verano.

Debido a la presencia de condiciones La Niña en el Pacífico central ecuatorial durante el presente verano 2018, continuaría el escenario de lluvias sobre lo normal en las regiones andina y amazónica. Por otro lado, la llegada de la onda Kelvin cálida durante febrero, aunado a eventuales anomalías atmosféricas de corto plazo sobre el continente podrían favorecer la ocurrencia de lluvias moderadas y aisladas en la costa norte.

6. REFERENCIAS

Bentamy, Abderrahim and Croize-Fillon, Denis (2012). Gridded surface wind fields from Metop/ASCAT measurements. *International Journal of Remote Sensing*, 33(6), 1729-1754. doi:10.1080/01431161.2011.600348.

Boulangier, J.-P., and C. Menkes, 1995: Propagation and reflection of long equatorial waves in the Pacific Ocean during the 1992–1993 El Niño, *J. Geophys. Res.*, 100(C12), 25,041–25,059.

Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 2002: *Geoph. Res. Lett.*, vol. 29, no. 14, 1666, 10.1029/2001GL014452.

ENFEN, 2012: Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. 2p.

Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004:

J. Geophys. Research, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.

Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, A. Leetmaa, B. Reynolds, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, R. Jenne, and D. Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437–471.

Kirtman BP, Min D, Infanti JM, Kinter JL, Paolino DA, Zhang Q, van den Dool H, Saha S, Peña M, Becker E, Peng P, Tripp P, Huang J, DeWitt DG, Tippett MK, Barnston AG, Li S, Rosati A, Schubert SD, Rienecker M, Suarez M, Li ZE, Marshak J, Lim YK, Tribbia J, Pegion K, Merryfield WJ, Denis B, Wood EF, 2014: The North American Multimodel Ensemble: Phase-1 Seasonal-to-Interannual Prediction; Phase-2 toward Developing Intraseasonal Prediction. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 95, 585–601. doi: 10.1175/BAMS-D-12-00050.1

Lindzen, R. S., and Nigam, S., 1987: On the role of sea surface temperature gradients in forcing low-level winds and convergence in the tropics, *J. Atmos. Sci.*, 44, 17, 2418-2436.

Mantua, N.J. and S.R. Hare, Y. Zhang, J.M. Wallace, and R.C. Francis 1997: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 1069-1079.

Mosquera, K., 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para optar el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados.

Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, p. 55.

Mosquera, K., 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 4-7.

Takahashi, K., K. Mosquera y J. Reupo, 2014: El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Febrero, 1, 2, 8-9.

7. FIGURAS

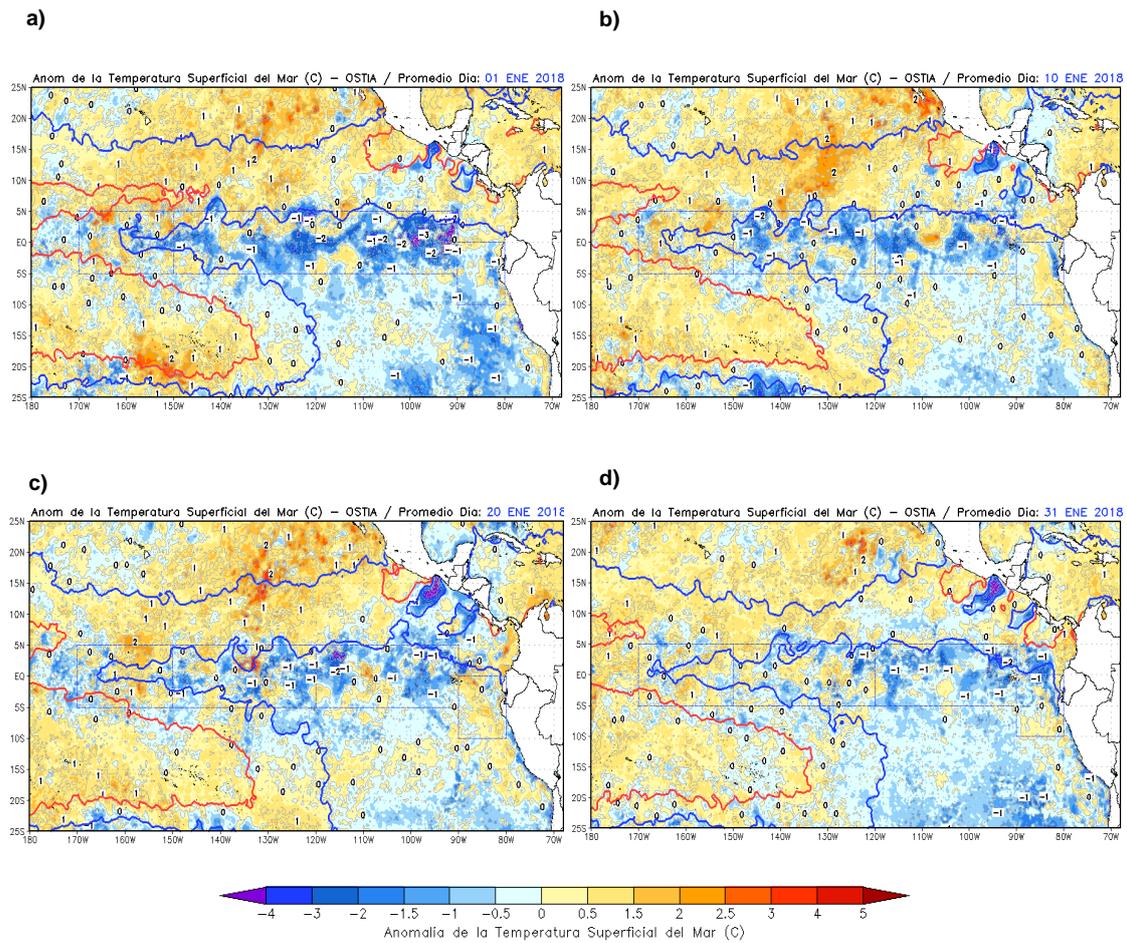


Figura 3.1.1.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de enero, b) 10 de enero, c) 20 de enero, y d) 31 de enero de 2018. La línea sólida en color azul indica el límite externo de las regiones Niño. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

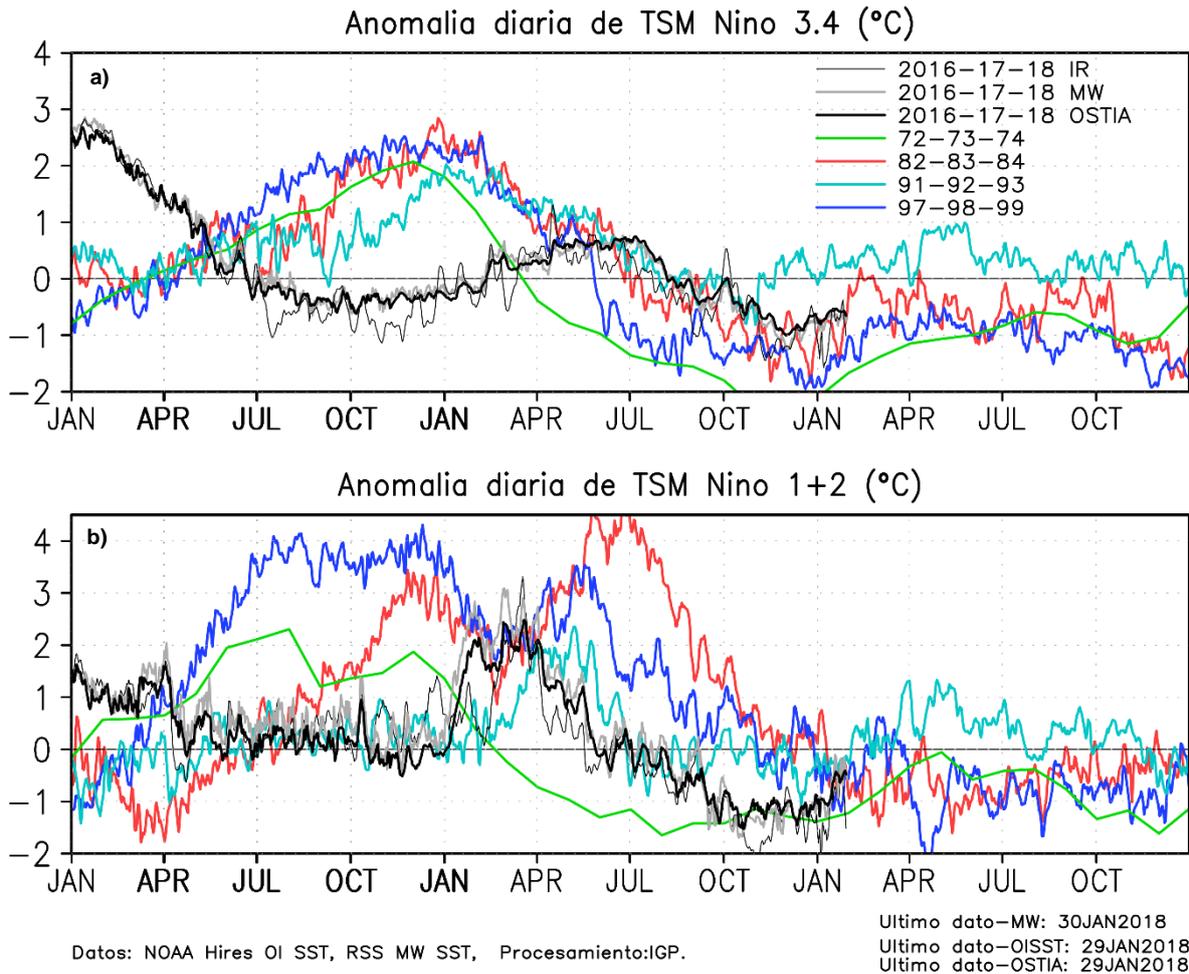


Figura 3.1.1.2. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (a) y en la región Niño 1+2 (b). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color rojo, azul, celeste y verde, indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años de Niña costera 1985, 2007, 2010 y 1988. Elaboración: IGP.

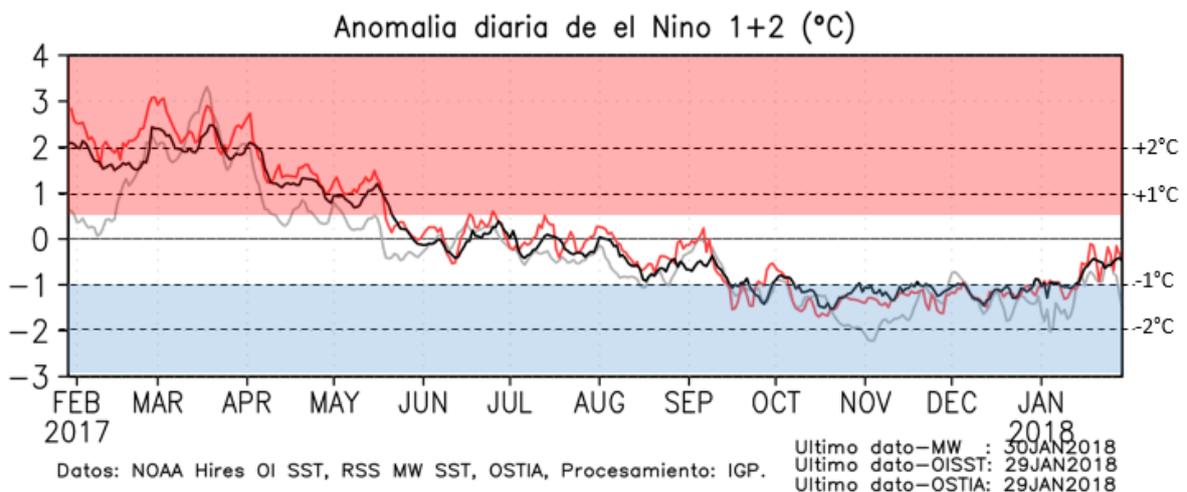


Figura 3.1.1.3. TSM (°C) durante diciembre 2016 al 08 de enero de 2017 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microondas en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.

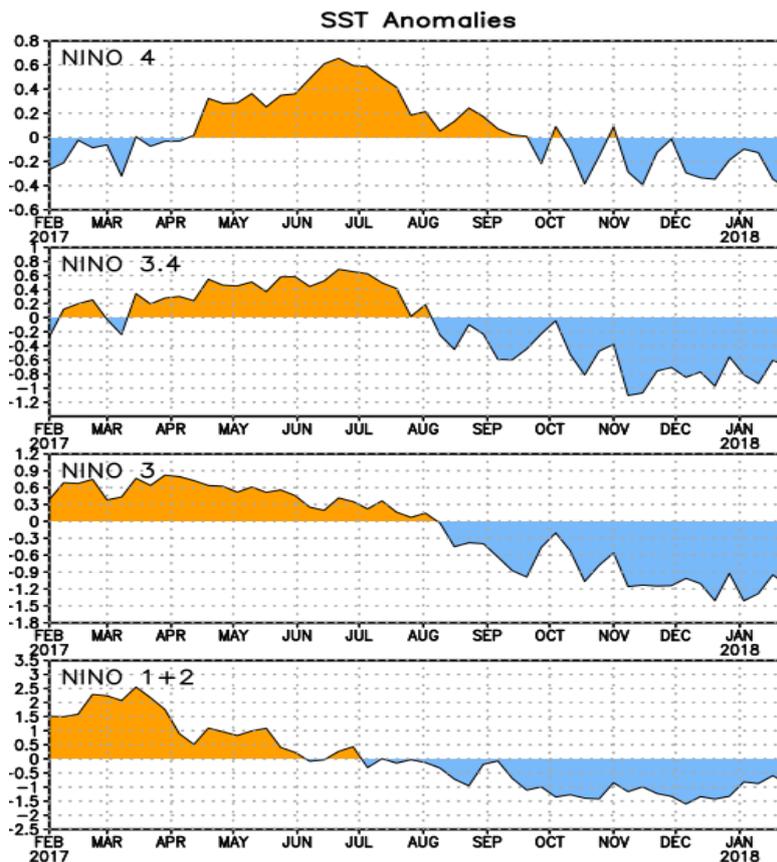
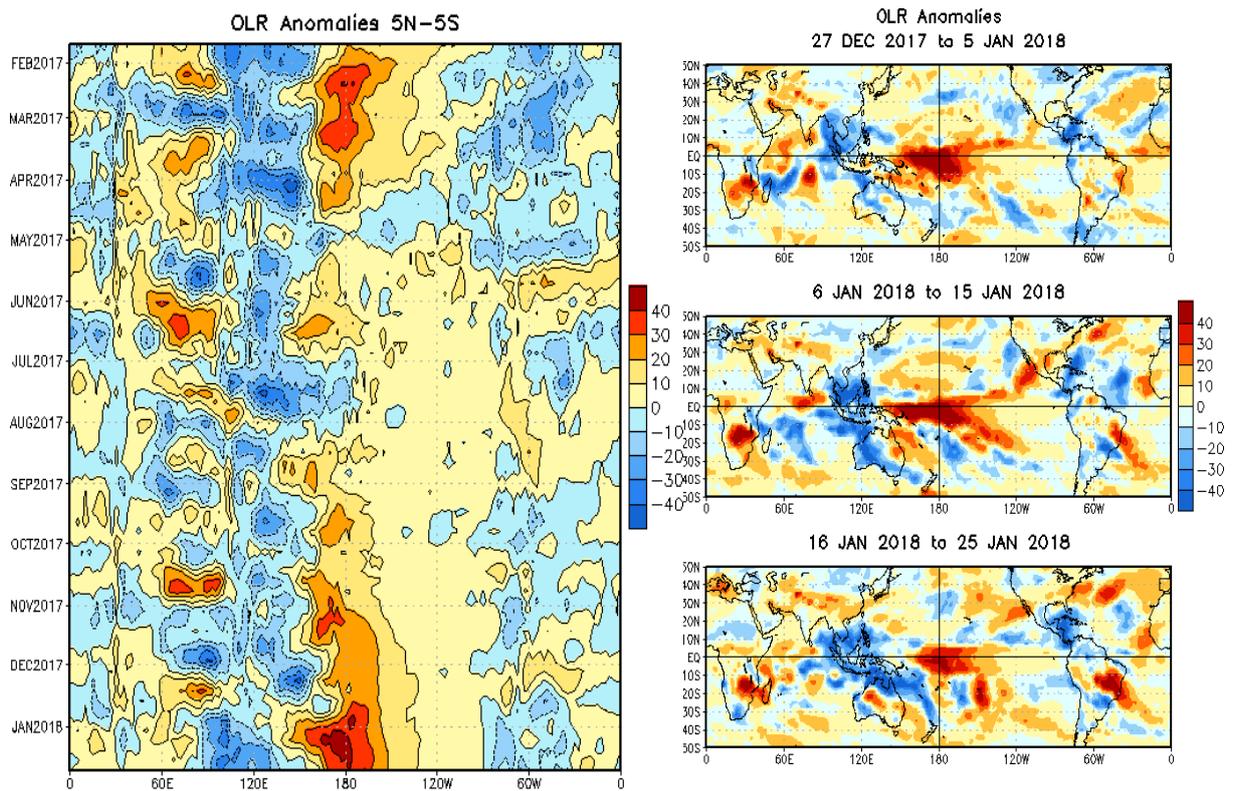


Figura 3.1.1.4. Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de febrero de 2017 a enero de 2018. Fuente: NCEP/NOAA.



Figura 3.1.1.5. Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), desde enero de 2016 a enero de 2018, considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.



Data updated through 23 JAN 2018

Figura 3.1.1.6. a) Anomalia mensual de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) y b) Anomalías pentadales de OLR para el mes de enero de 2018. Datos: NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.

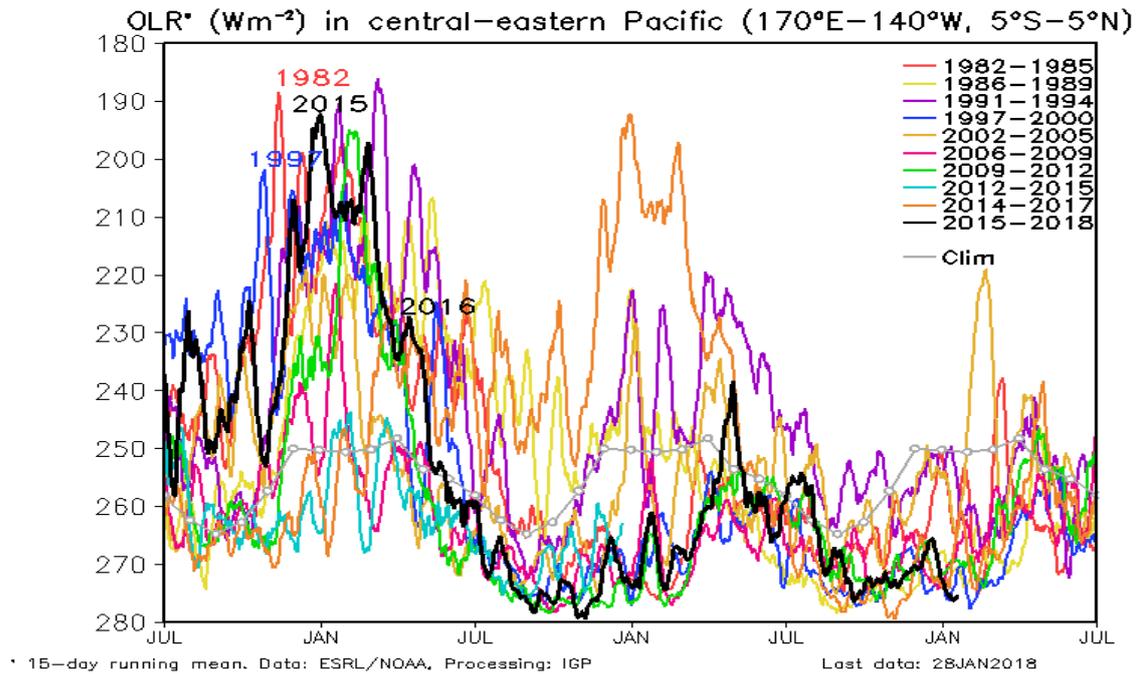


Figura 3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero de 2015 hasta al mes de enero de 2018. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

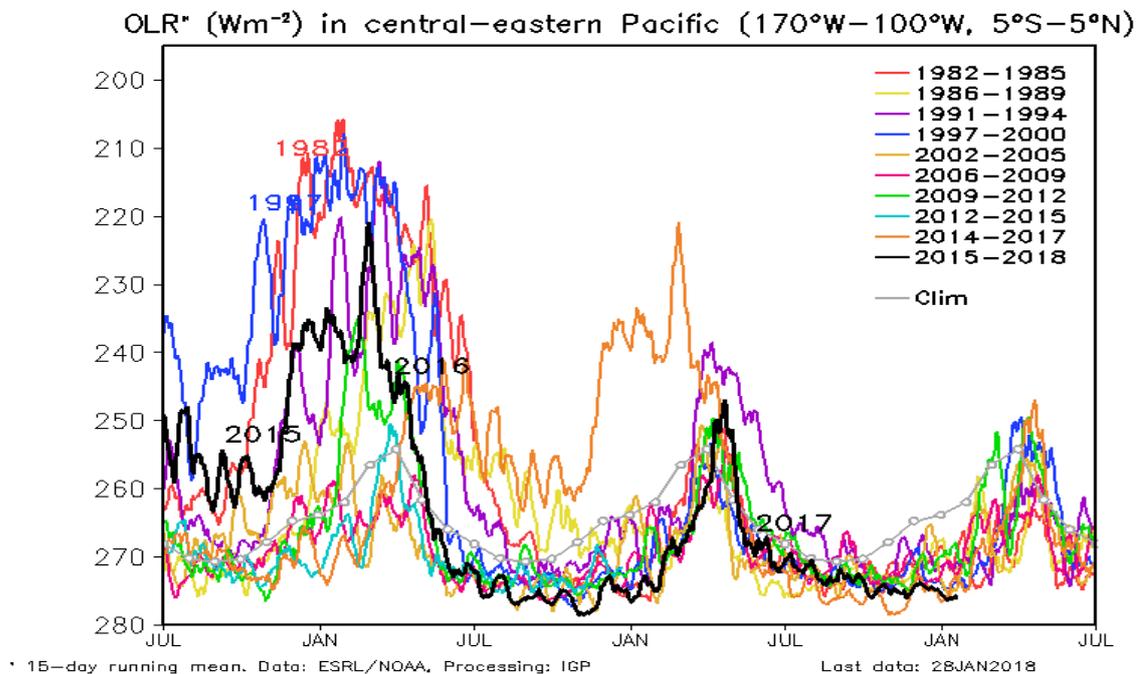


Figura 3.1.1.8. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) en el Pacífico central-oriental (170°W-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero de 2015 hasta el mes de enero de 2018. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

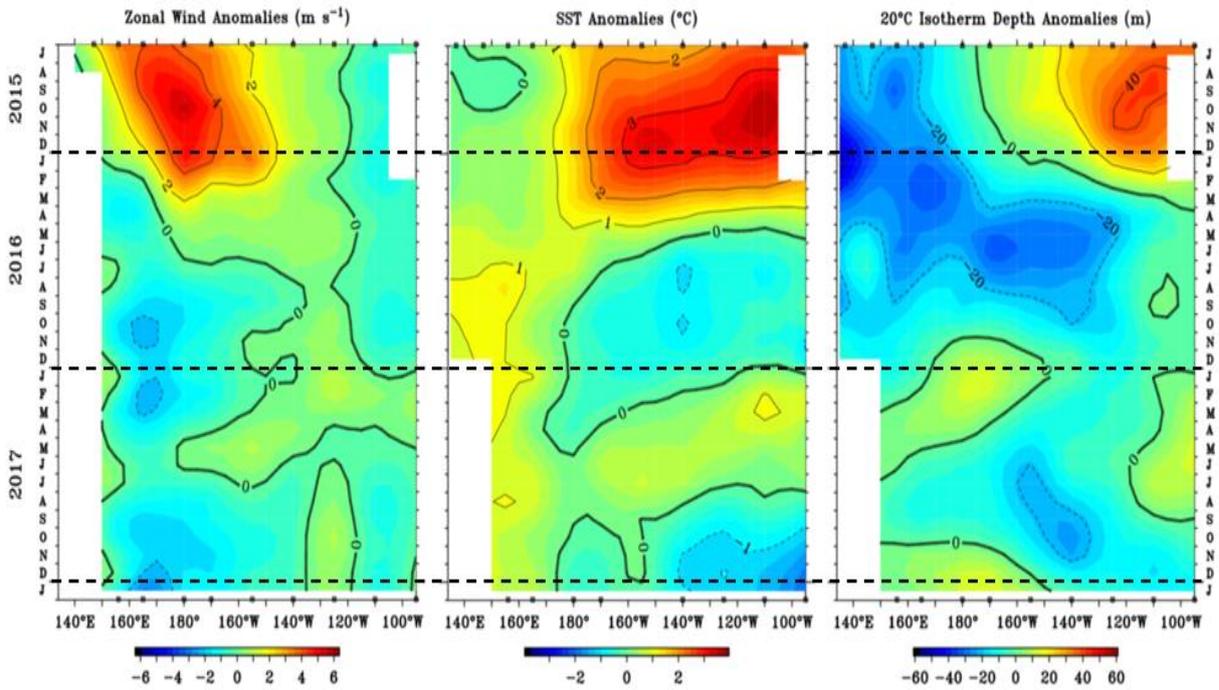


Figura 3.1.1.9. Diagrama de anomalías longitud-tiempo de (a), vientos zonales y (b) temperatura superficial del mar y (c) profundidad de la isoterma de 20C. Promedio entre 2°N – 2°S, desde enero de 2015 a enero de 2018 con datos de TAO/TRITON.

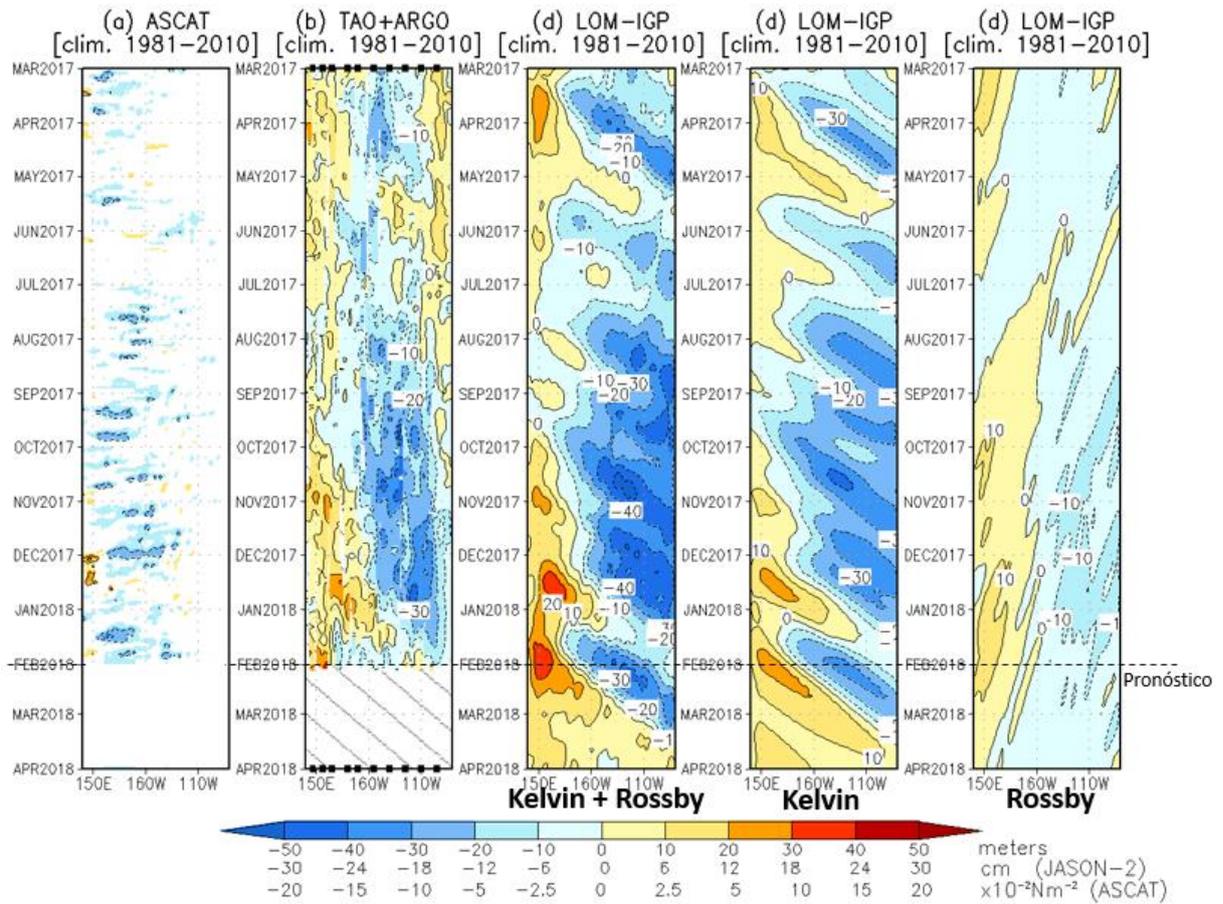


Figura 3.1.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2,6 m/s. (Elaboración: IGP).

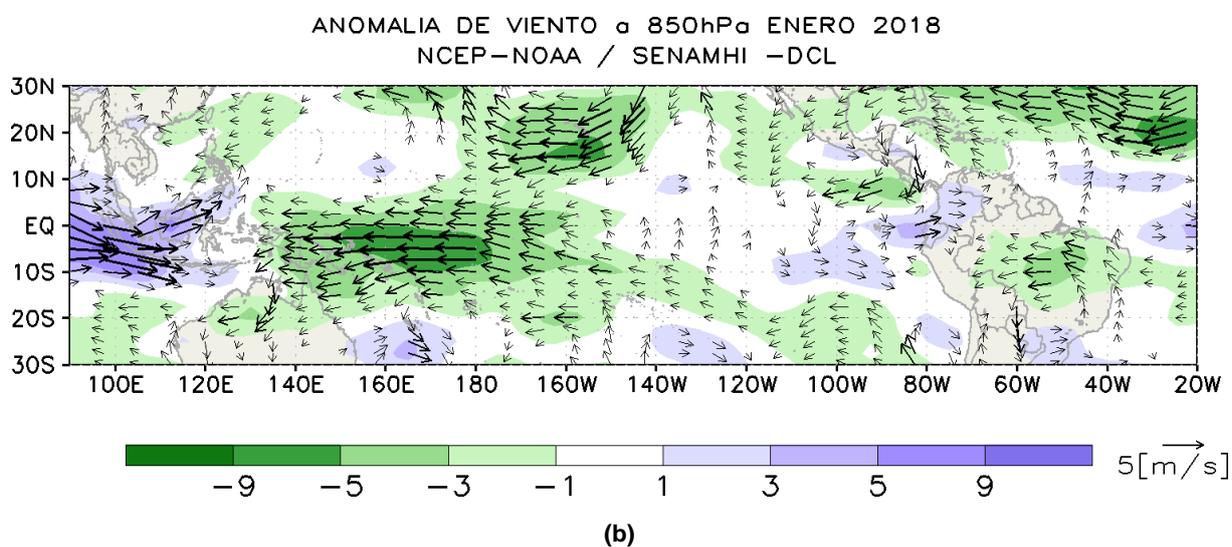
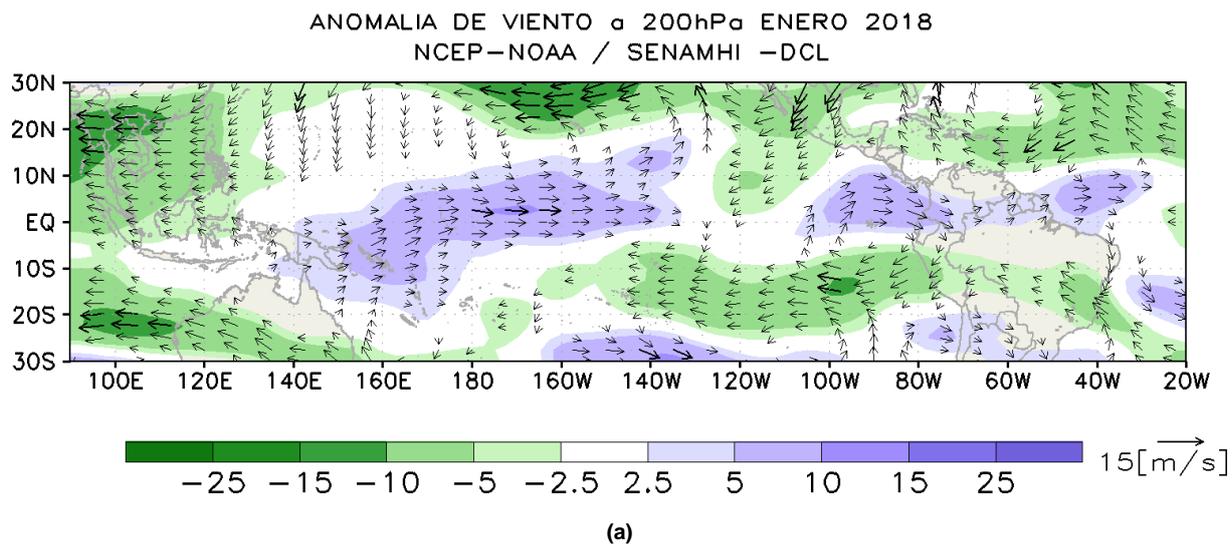


Figura 3.1.1.11. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 200 hPa y b) 850 hPa para el mes de enero del 2018. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI – SPC.

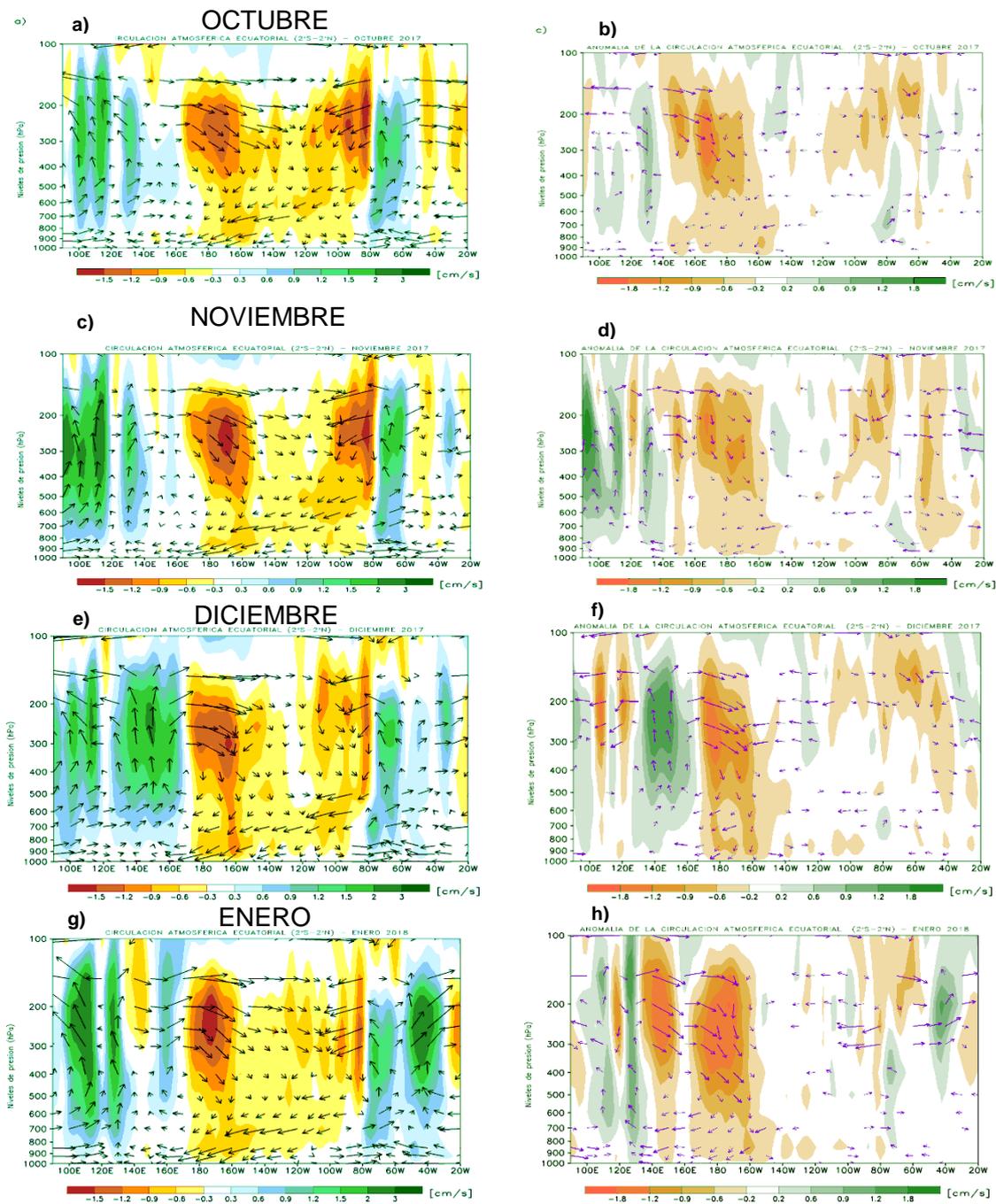


Figura 3.1.12. Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de octubre (a y b); noviembre (c y d), diciembre (e y f) del 2017 y enero (g y h) del 2018, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

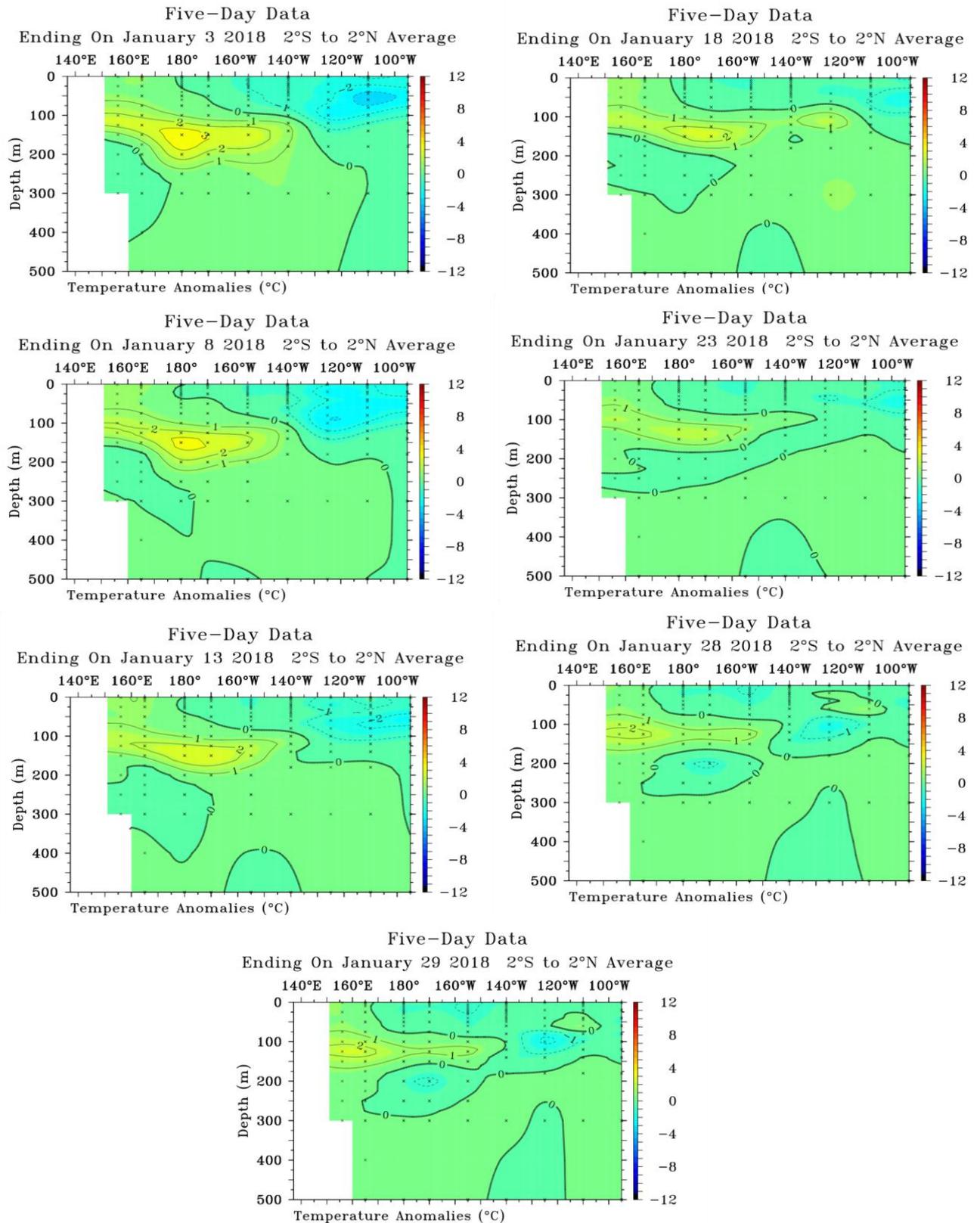


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 3 de enero, b) 08 de enero, c) 13 de enero, d) 18 de enero, e) 23 de enero y f) 28 de enero de 2018. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

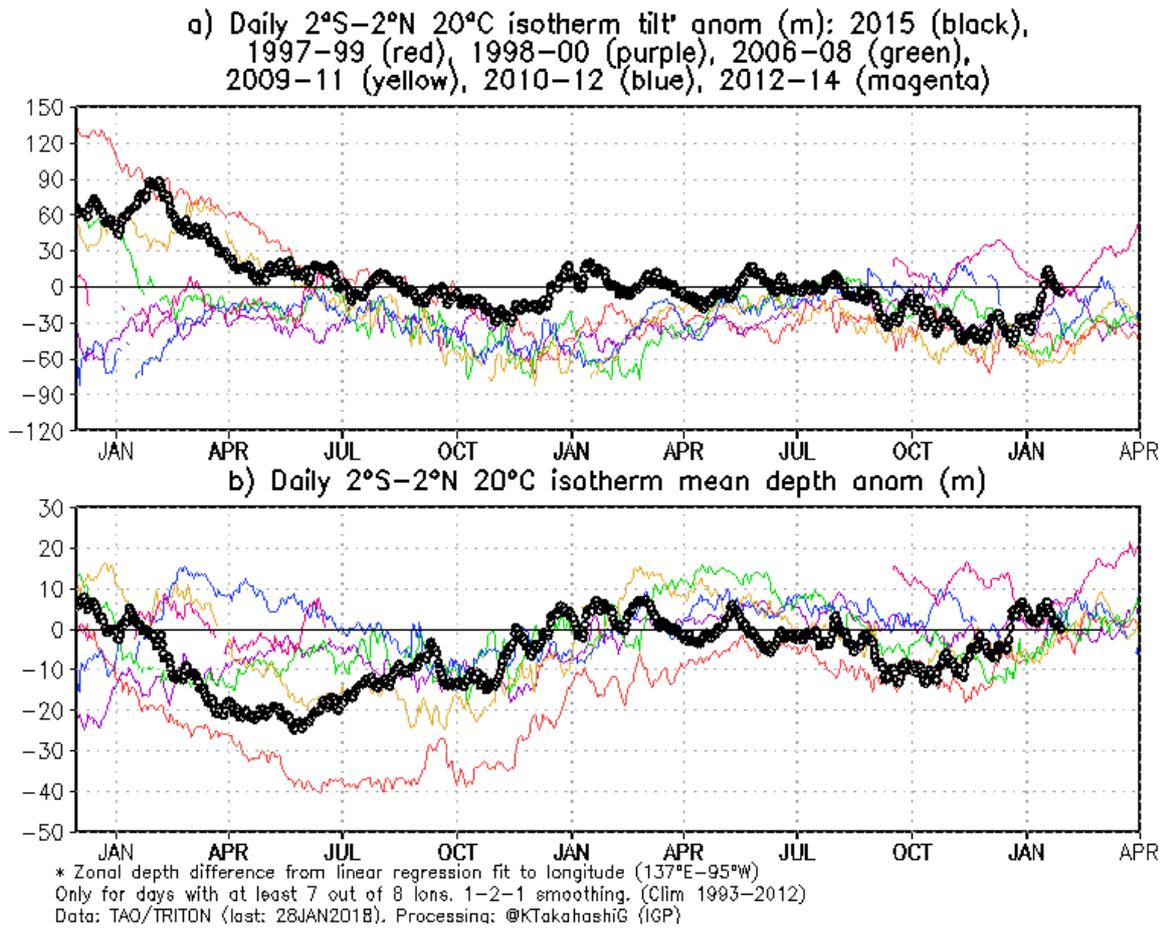


Figura 3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP.

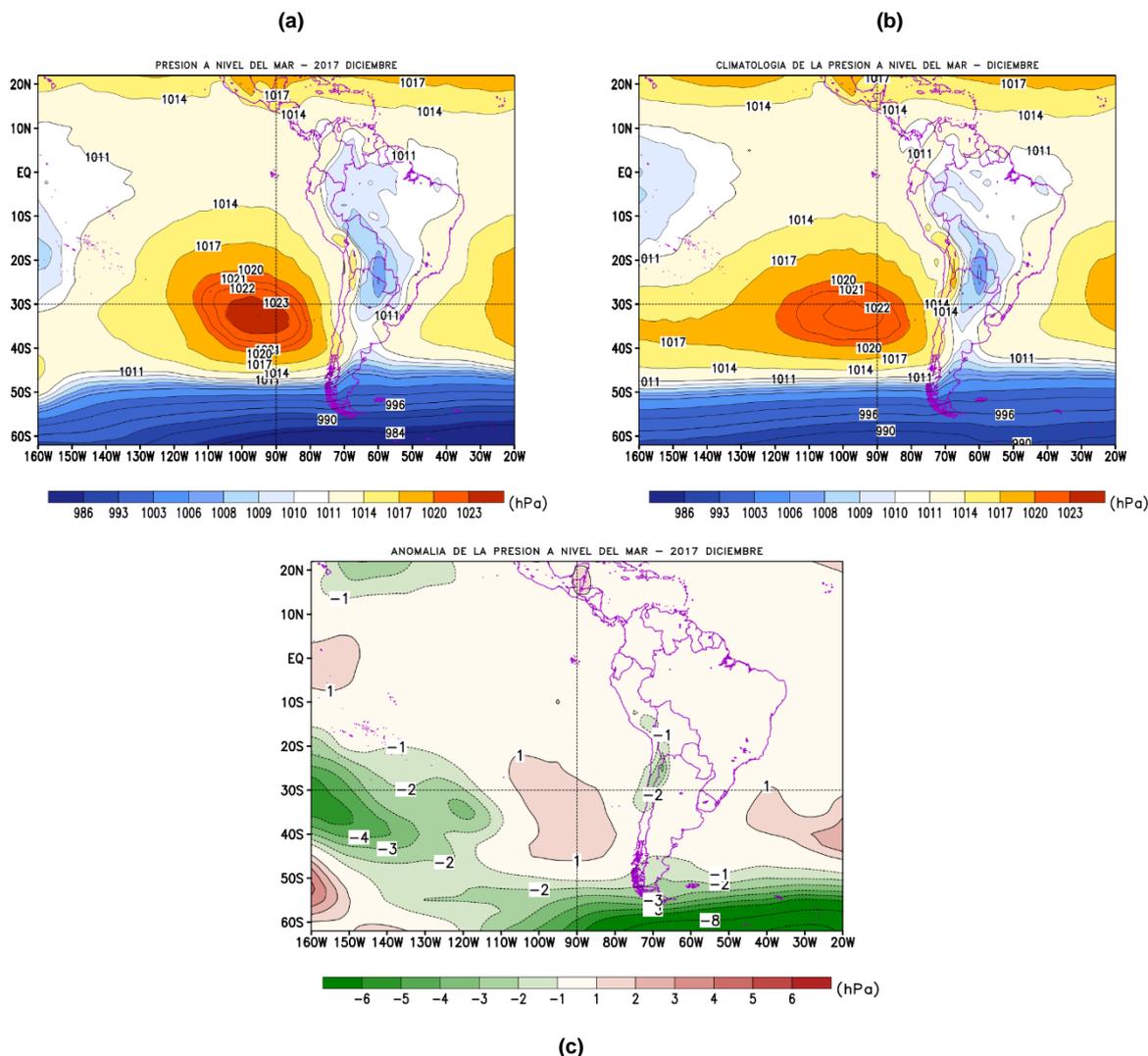


Figura 3.2.1.1. Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el mes de enero. Superior Izquierda: Promedio mensual de la Presión a nivel del mar; Superior Derecha: Distribución climatológica de la presión a nivel medio del mar durante el mes de enero; Inferior: Anomalia estandarizada de la Presión a nivel del mar en el mes de enero. Procesamiento: SENAMHI-SPC.

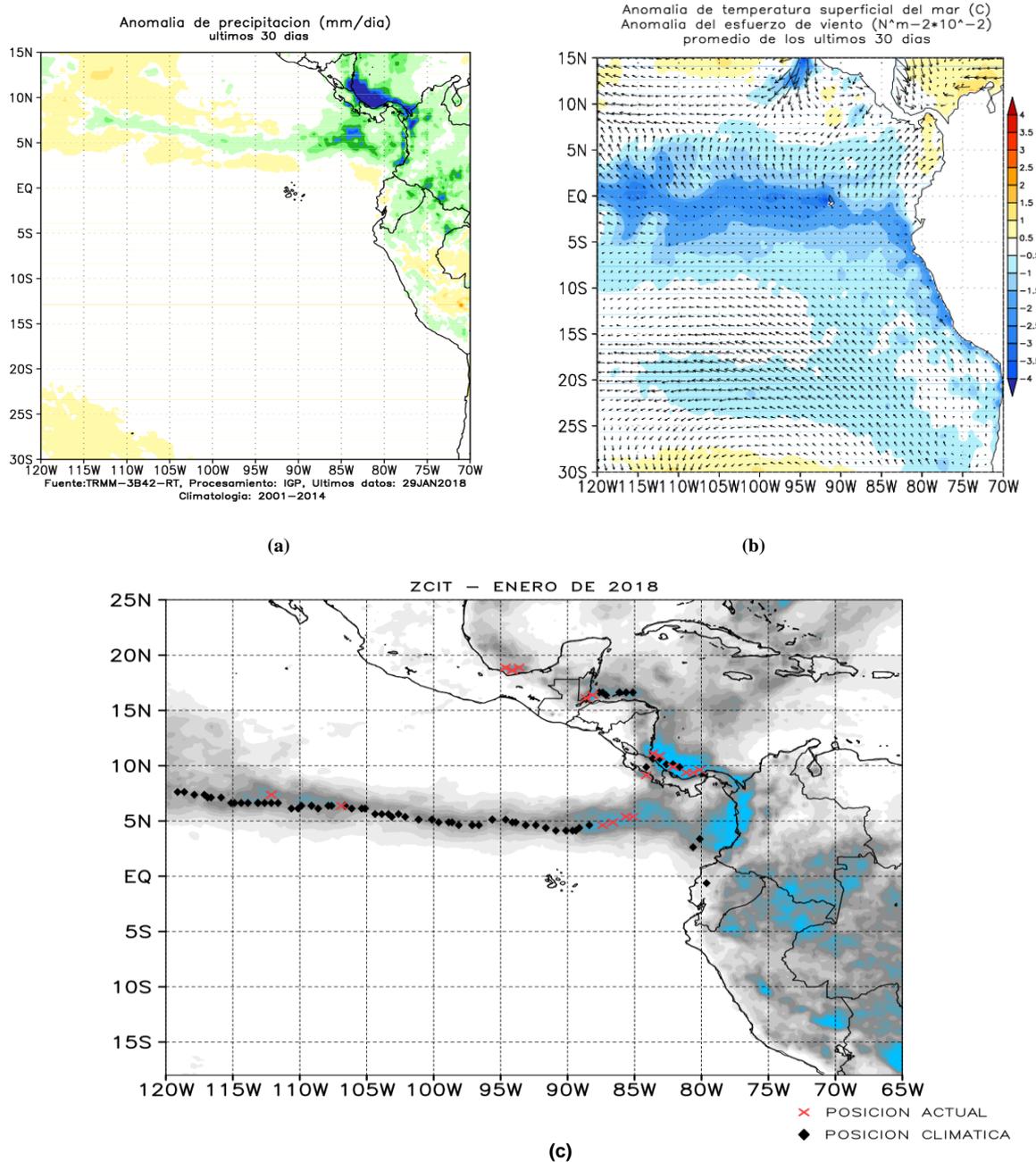


Figura 3.2.1.2. Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondiente al mes de enero, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, y c) Ubicación espacial de la ZCIT durante enero basado en la precipitación acumulada (mm/mes) estimada por satélite. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifrermer, GFS – NOAA / Procesamiento IGP/SENAMHI-SPC.

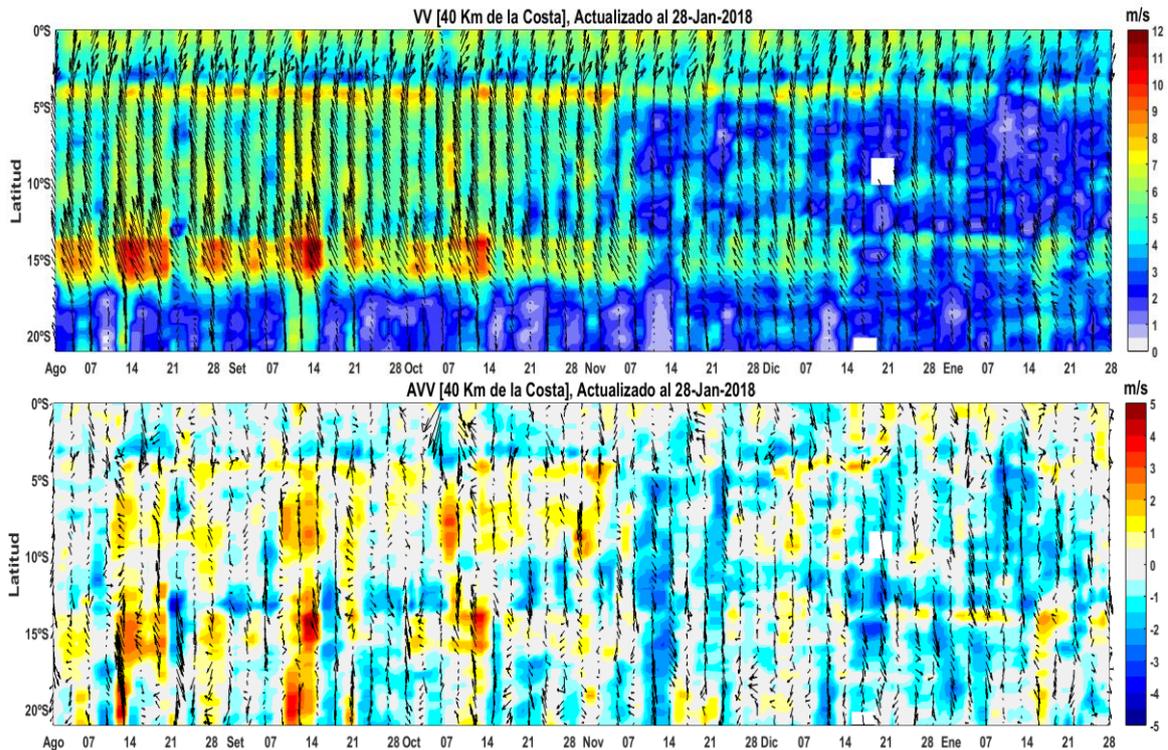


Figura 3.2.1.3. (Arriba) Velocidad del viento (m/s) y (Abajo) Anomalia del viento (m/s) desde agosto del 2017 hasta enero del 2018. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT, procesamiento: IMARPE.

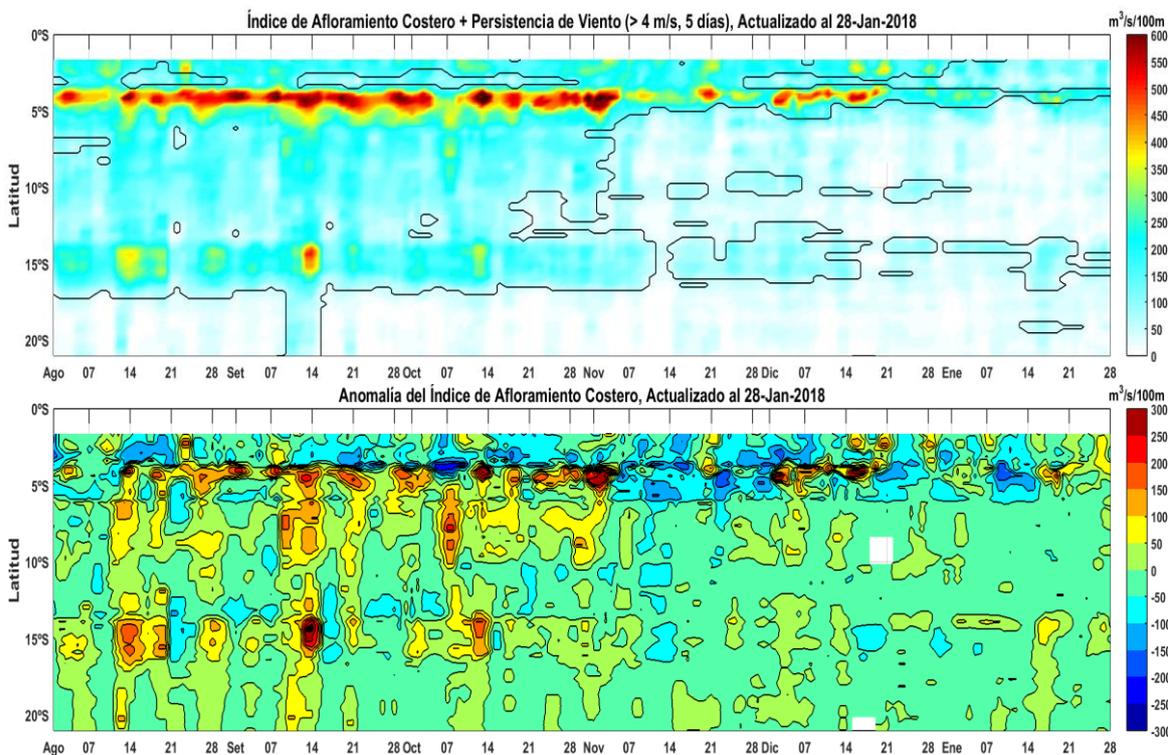


Figura 3.2.1.4. Índice de Afloramiento Costero (a partir del viento diario satelital a 40 Km frente a la costa del Perú). Las líneas encierran los períodos en los cuales persistió viento con componente sur ($v_v > 4$ m/s) al menos 05 días consecutivos. Datos: ASCAT, Procesamiento: IMARPE.

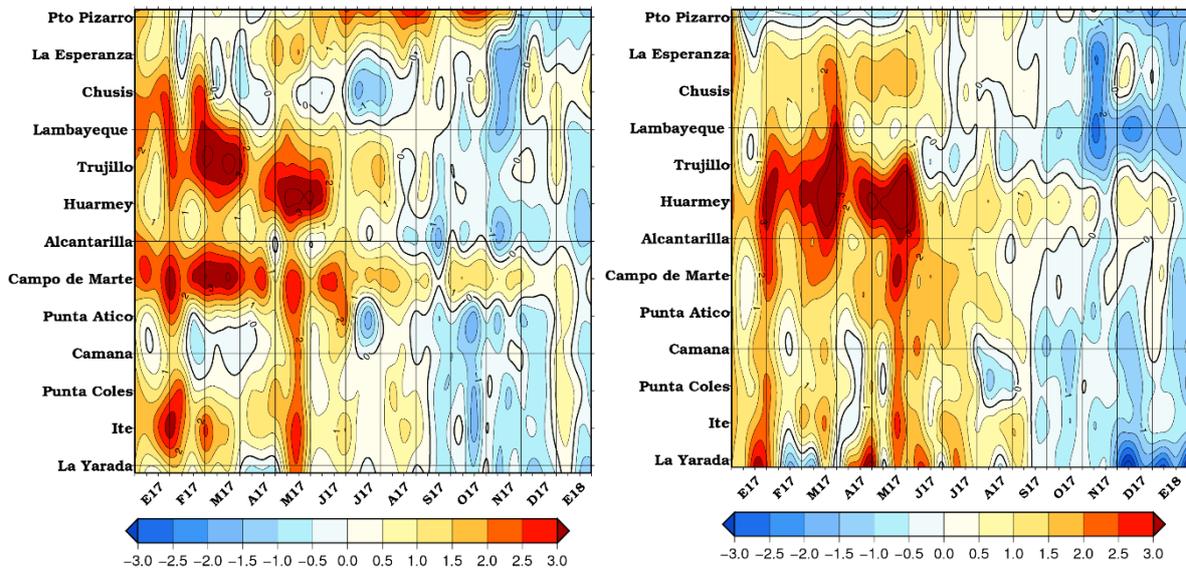


Figura 3.2.2.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2017 a enero del 2018. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

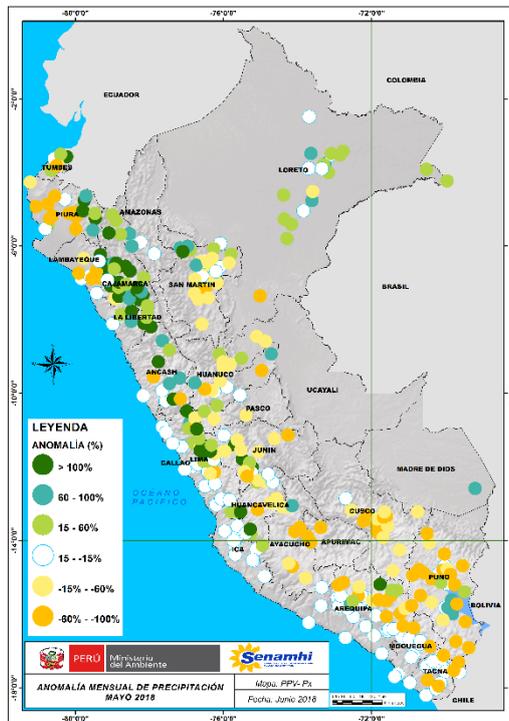


Figura 3.2.3.1. Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para enero 2018, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.

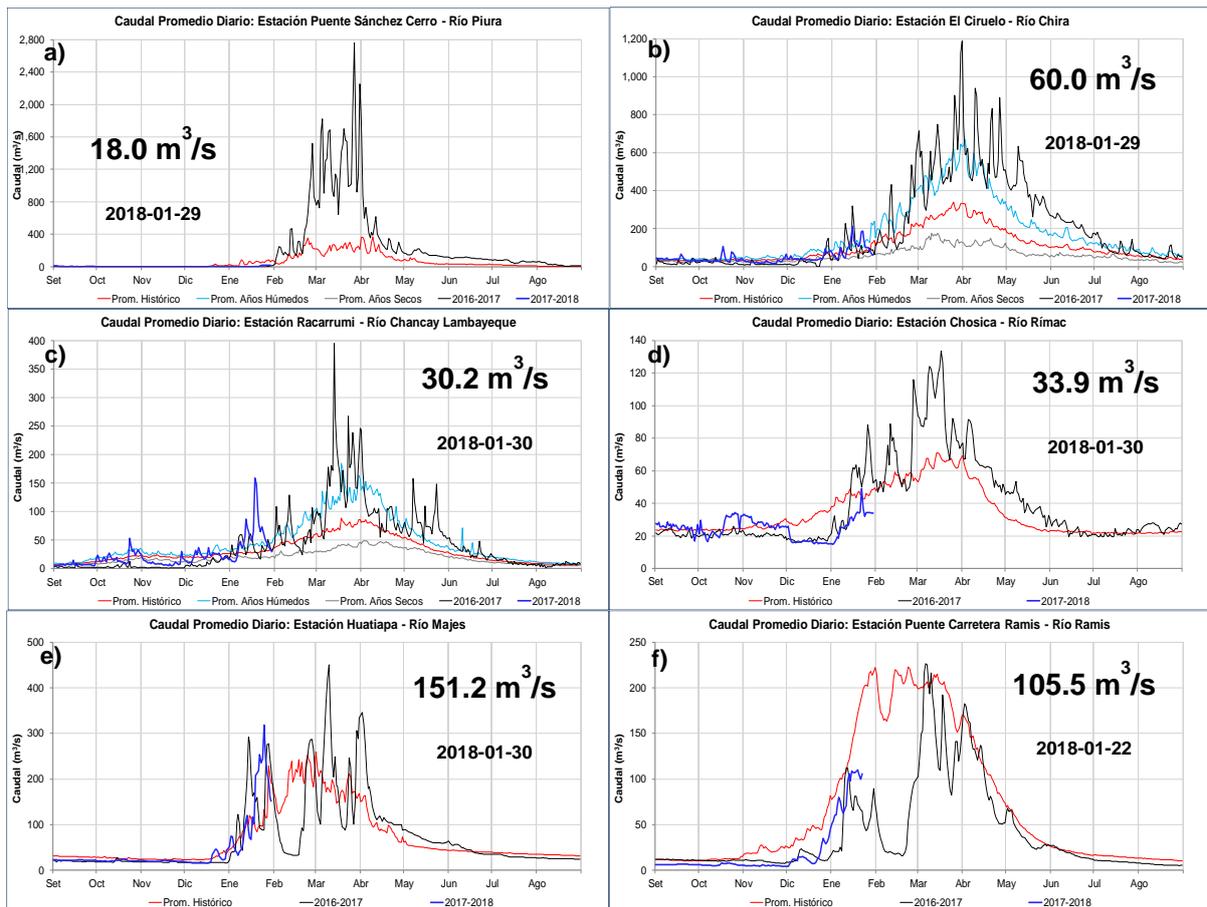


Figura 3.2.3.2. Series de tiempo actualizados a fines de enero del 2018, de los caudales diarios (m^3/s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre a Setiembre: a) Tumbes, b) Chira, c) Lambayeque, d) Rímac, e) Majes de la vertiente del Pacífico; y f) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015 2016, rojas: Promedio histórico; celestes: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA.

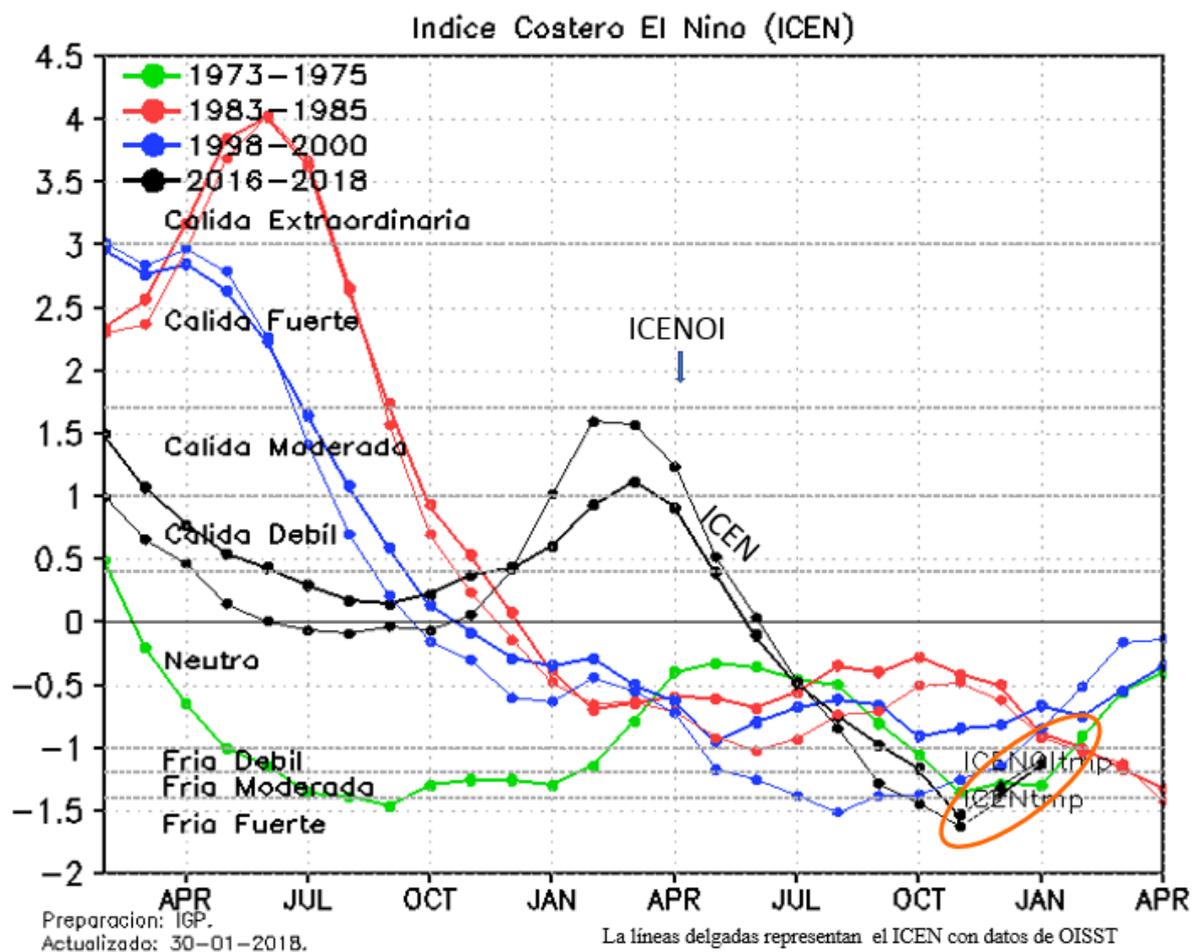
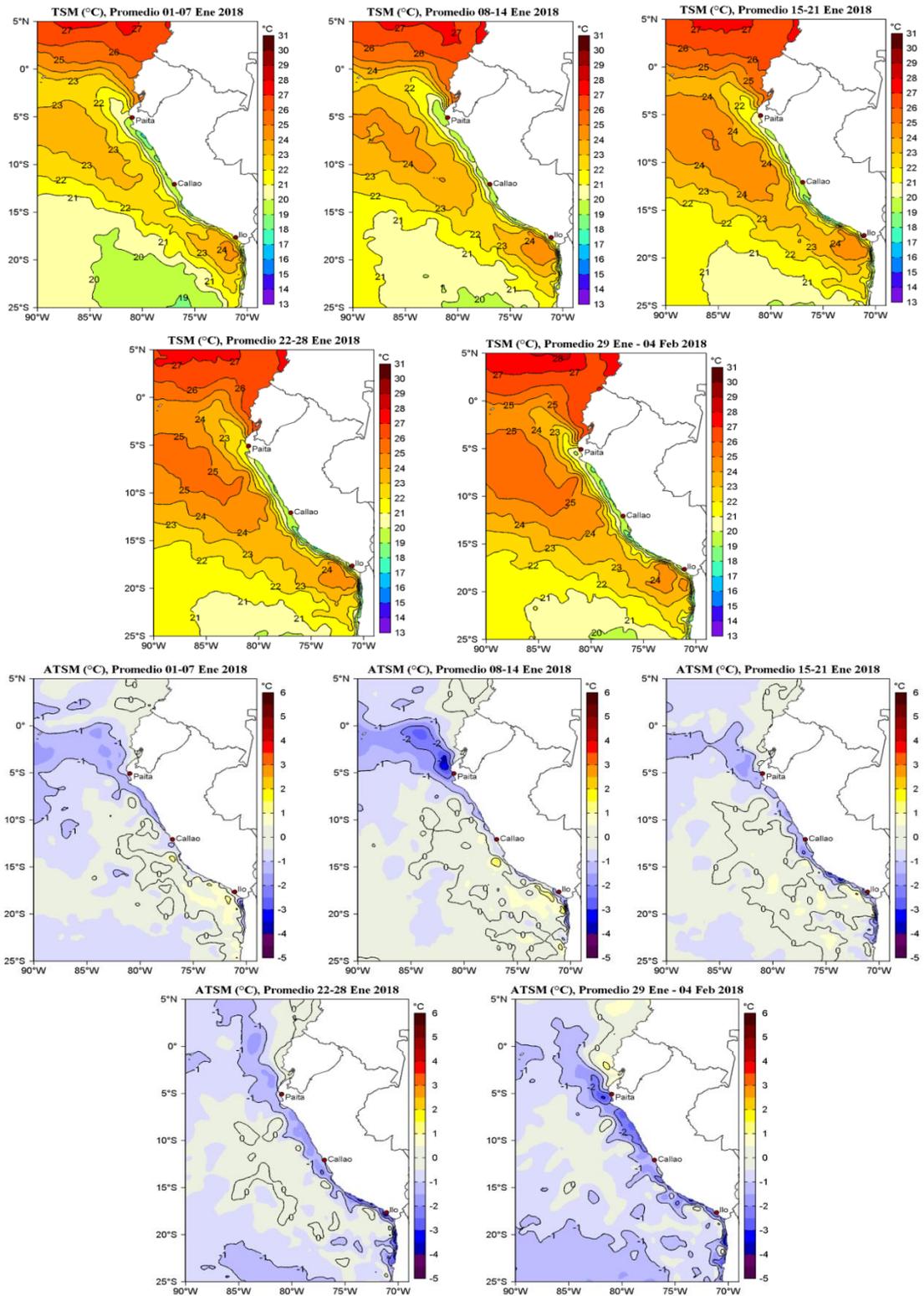


Figura 3.2.4.1. Variabilidad temporal ICEN para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016-2017 (negro). Fuente IGP.



Anomalías de la temperatura superficial del agua (°C) en el mar peruano, cada tres días para enero de 2017. Datos: UKMO/OSTIA. Procesamiento: IMARPE.

Figura 3.2.4.2. Temperatura superficial del mar y anomalías en (°C) cada tres días durante enero del 2017. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE.

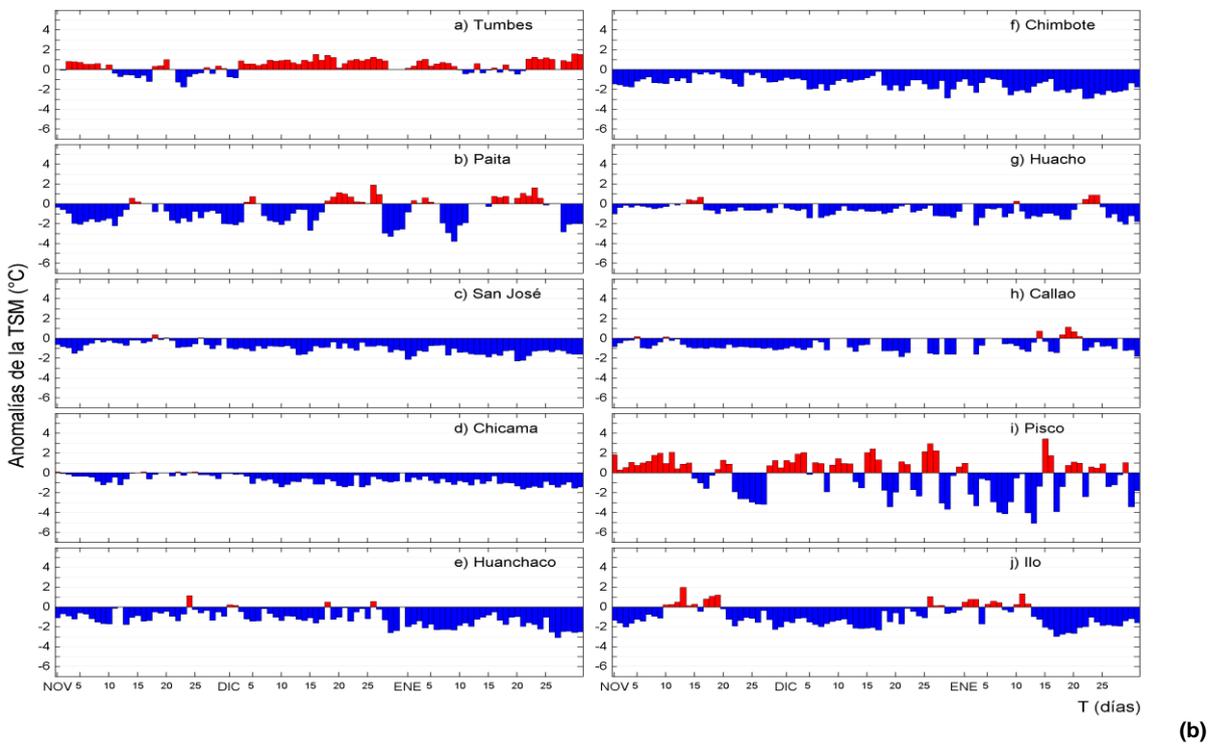
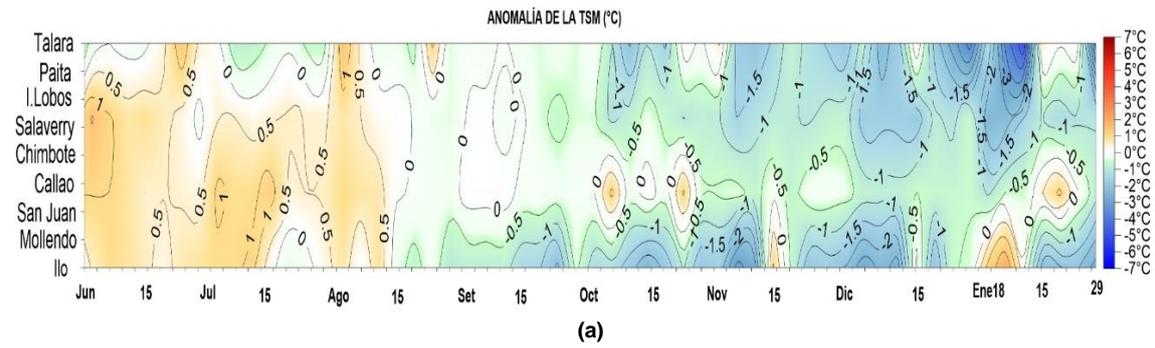
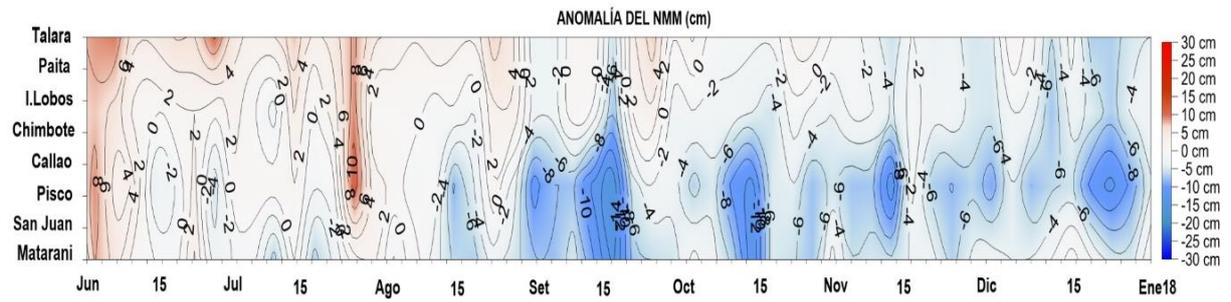
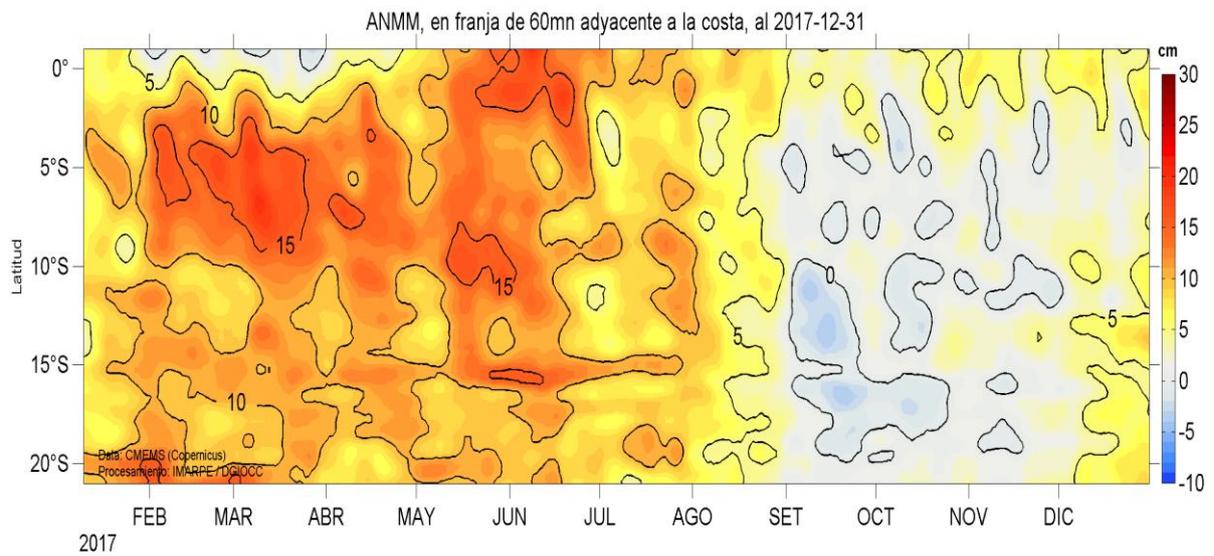


Figura 3.2.4.3. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta enero del 2018; a) Diagrama Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, b) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE.



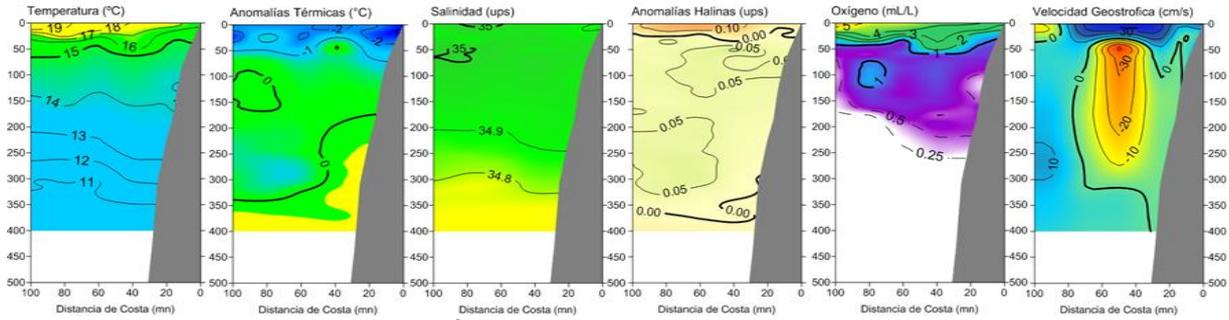
(a)



(b)

Figura 3.2.4.4. Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a diciembre del 2017, a) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN y b) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2017; Fuente AVISO – IMARPE.

SECCIÓN PAITA (15 de diciembre del 2017)



SECCIÓN PAITA (28-29 de enero del 2018)

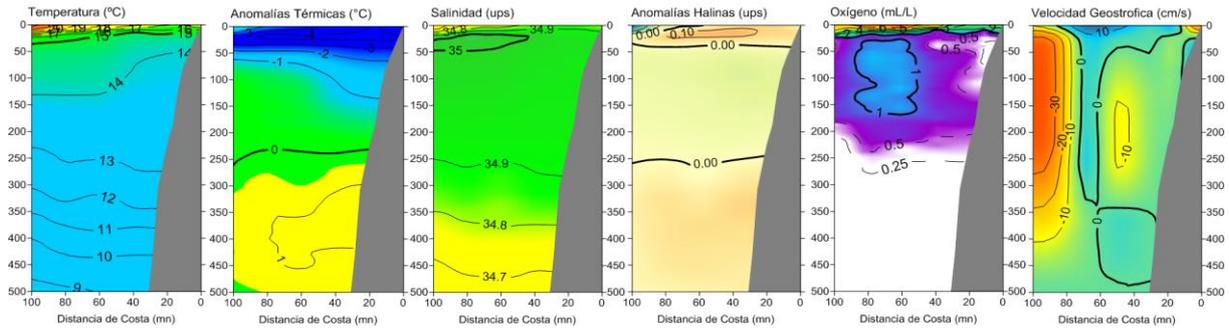
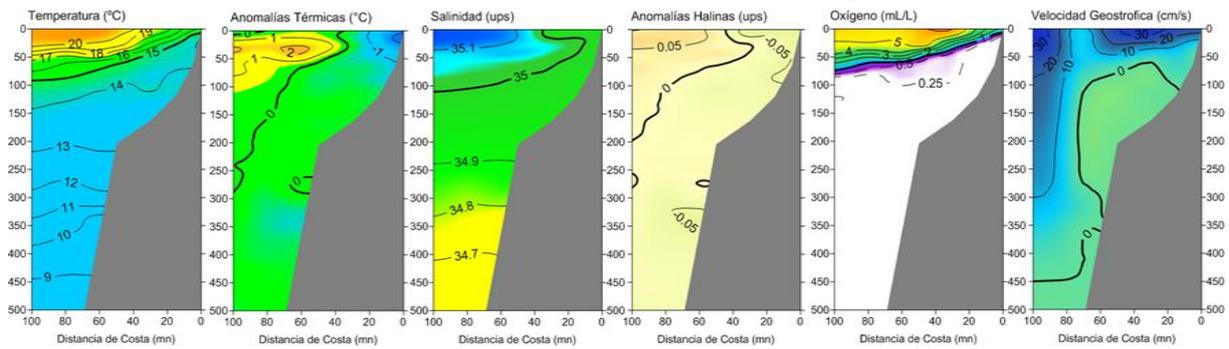


Figura 3.2.5.1 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups); e) oxígeno (mL/L), frente a Paíta, realizada durante el 15 diciembre del 2017 y 28 – 29 de enero de 2018. Fuente: IMARPE.

SECCIÓN CHICAMA (16 diciembre del 2017)



SECCIÓN CHICAMA (26-27 enero 2018)

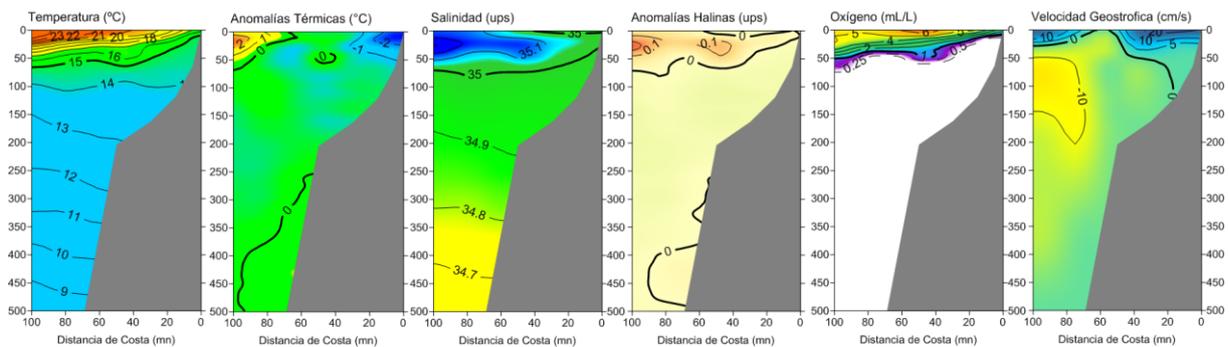


Figura 3.2.5.2 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) e) oxígeno (mL/L), frente a Chicama, realizada durante 16 de diciembre del 2017 y 26 – 27 enero de 2018. Fuente: IMARPE.

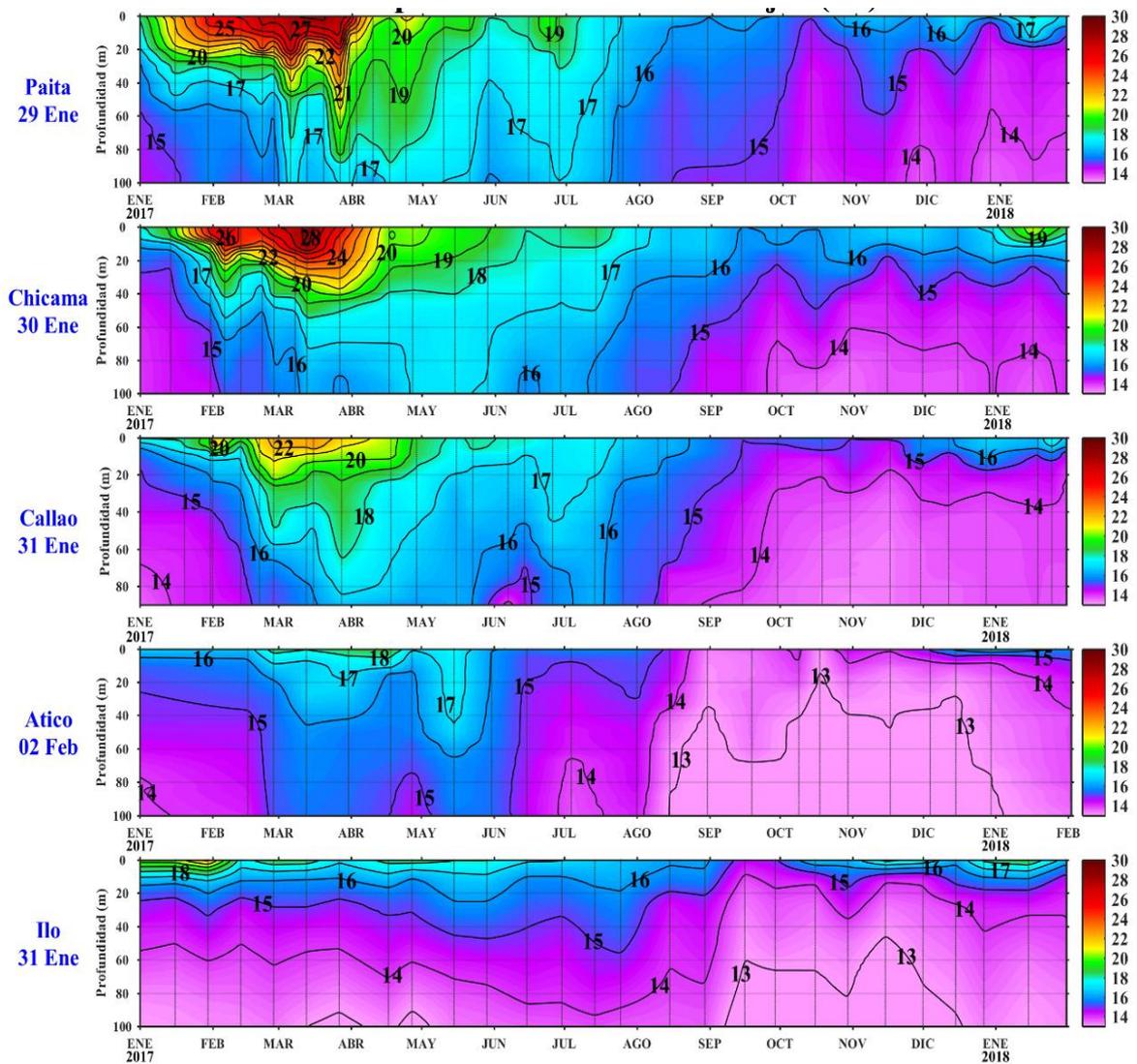


Figura 3.2.5.3. Series de tiempo de la estructura térmica en las estaciones fijas de: Paíta, Chicama, Callao, Atico, e Ilo desde enero de 2017 a enero de 2018. Climatología: 1994 – 2010. Fuente: LHFMD/GIOCC/IMARPE.

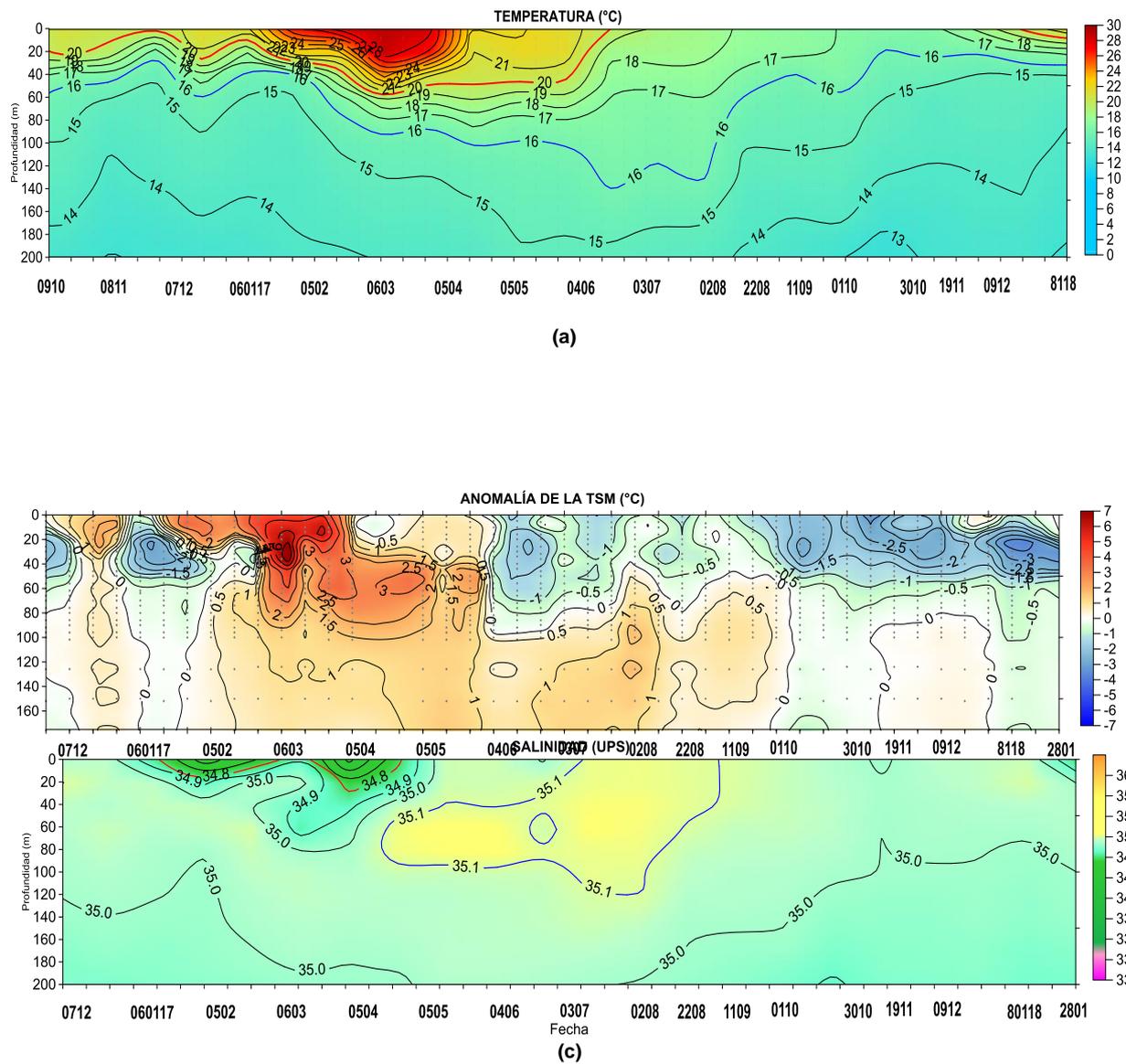


Figura 3.2.5.4. Diagrama de Hovmöller de la estructura térmica en los puntos fijos: a) 85°W y 2°S y b) 90 millas de Paita hasta los 200 m de profundidad, desde el 07 de diciembre de 2017 hasta 28 de enero de 2018. El gráfico inferior de la izquierda indica el punto de monitoreo. Fuente: Datos: ARGO, Grafico: DHN.

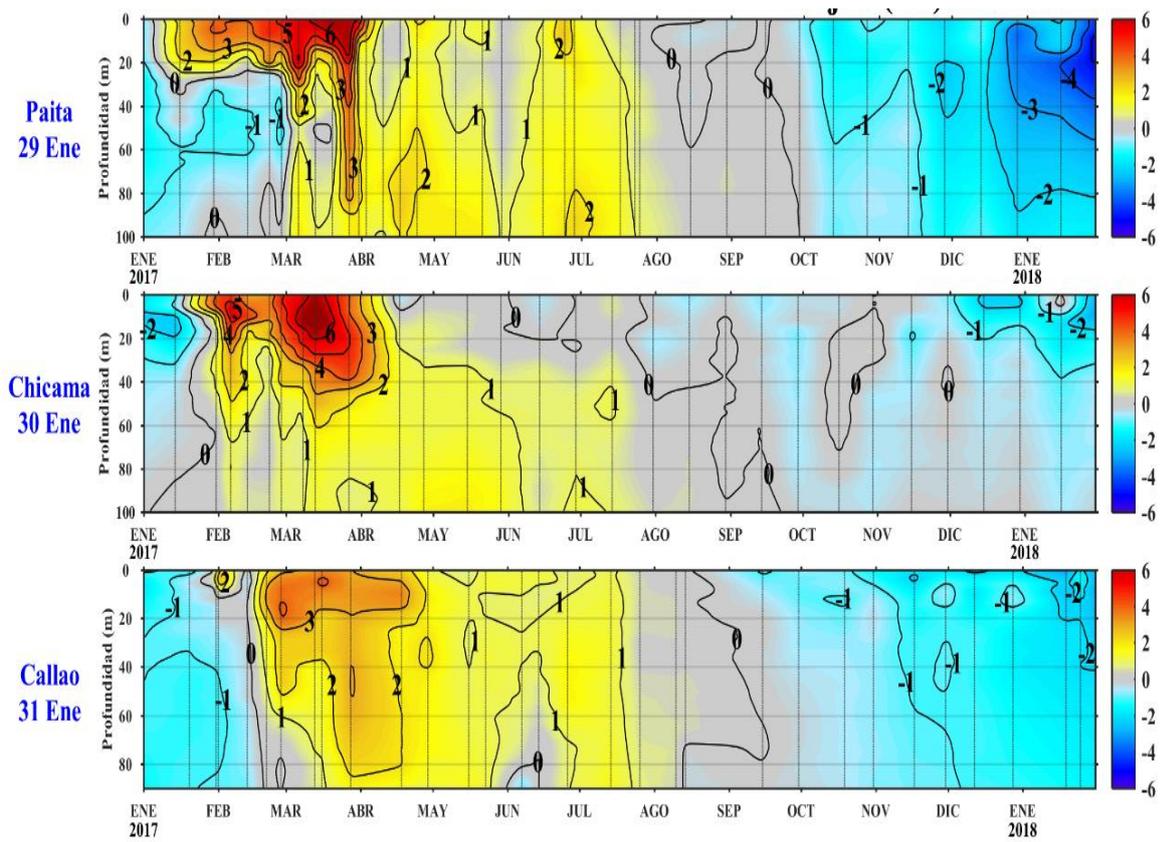


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo serie de anomalía térmica usando datos Argo y climatología GODAS (1993-2015) en la zona ecuatorial (a – c) y anomalía térmica de la estación fija de Paita entre enero de 2017 y enero de 2018. Fuente: IMARPE.

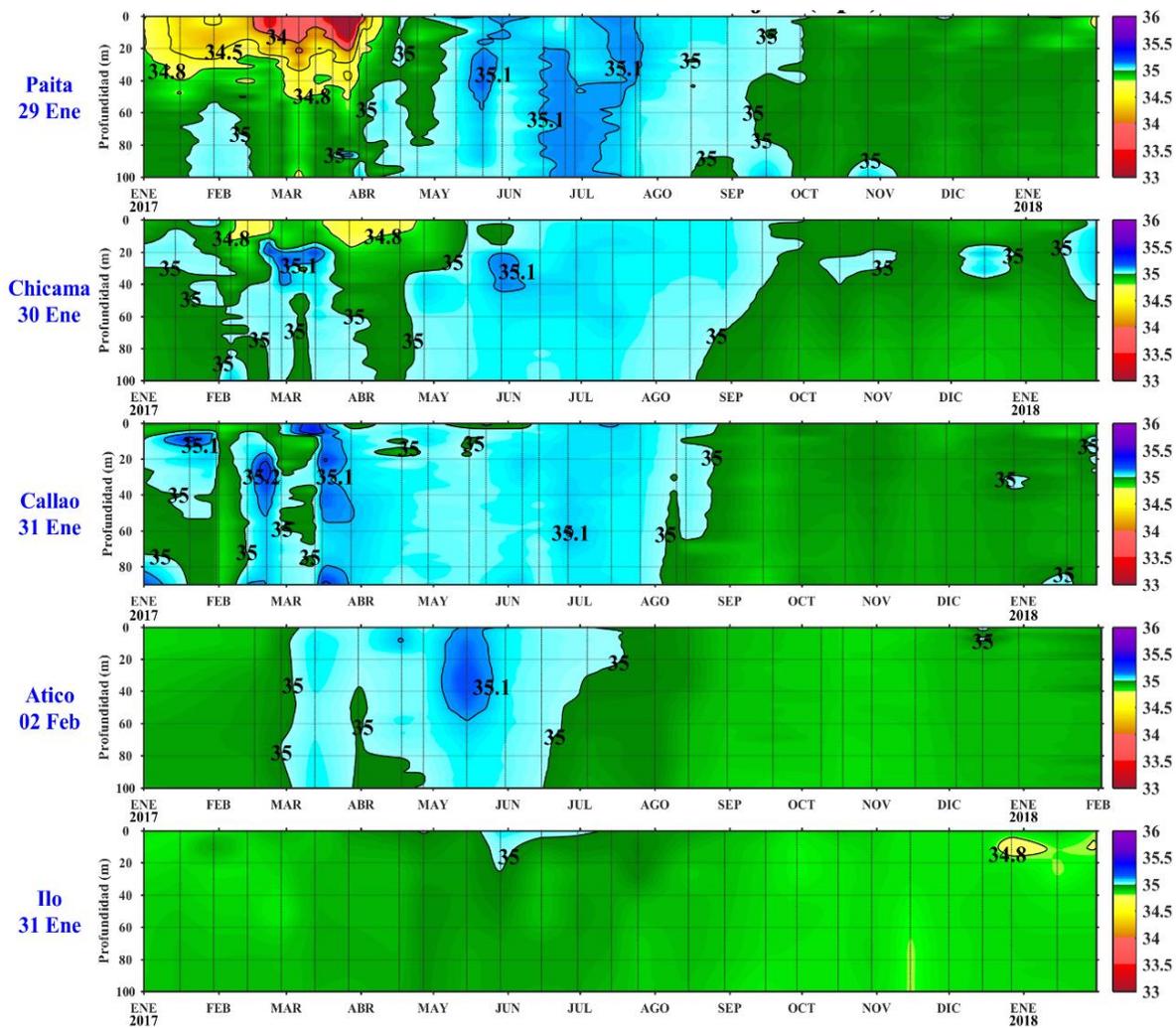


Figura 3.2.5.6. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (UPS) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo entre enero del 2017 y enero del 2018. Fuente: IMARPE.

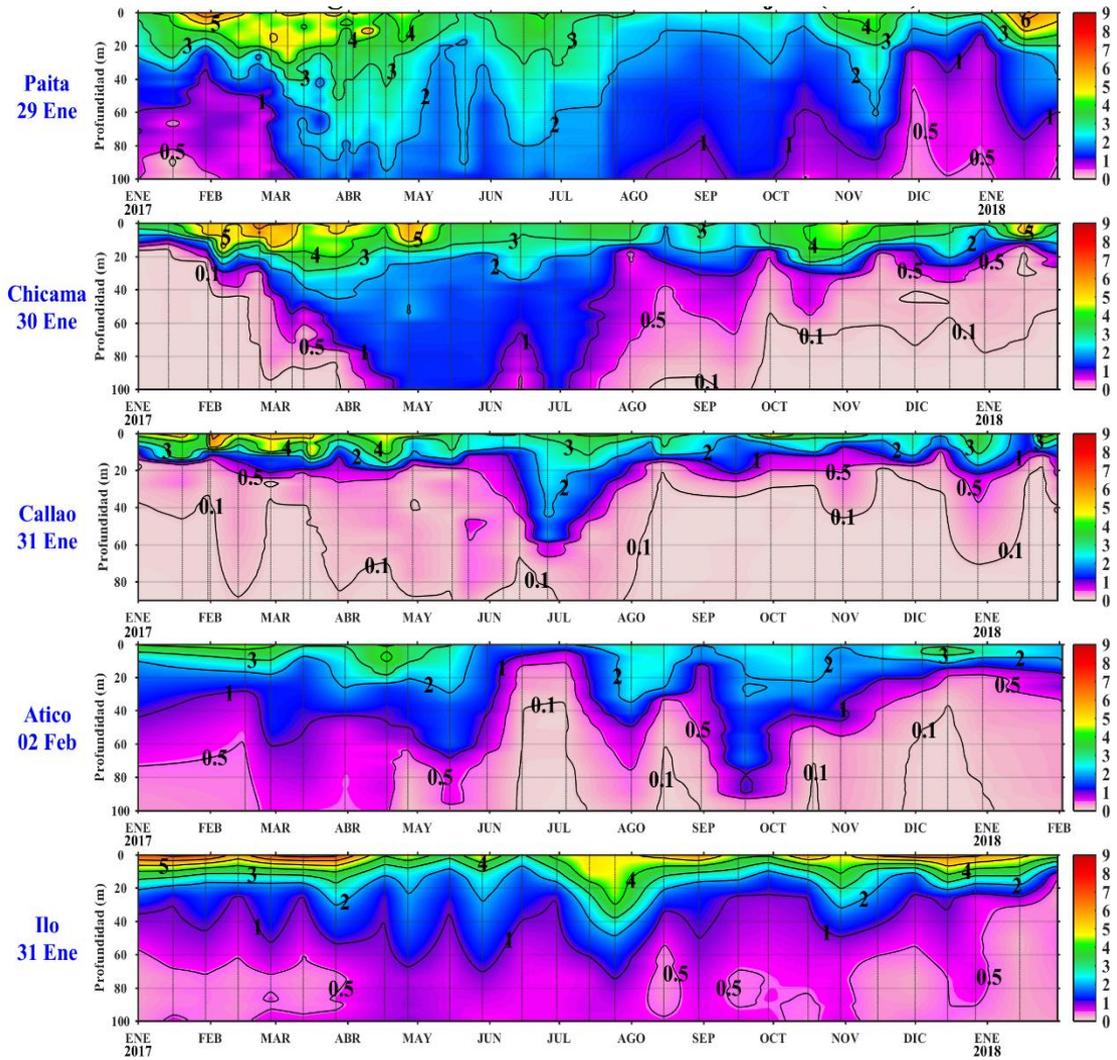


Figura 3.2.5.7. Series de tiempo del Oxígeno disuelto en el agua de mar (mL/L) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2017 a enero del 2018. Fuente: IMARPE.

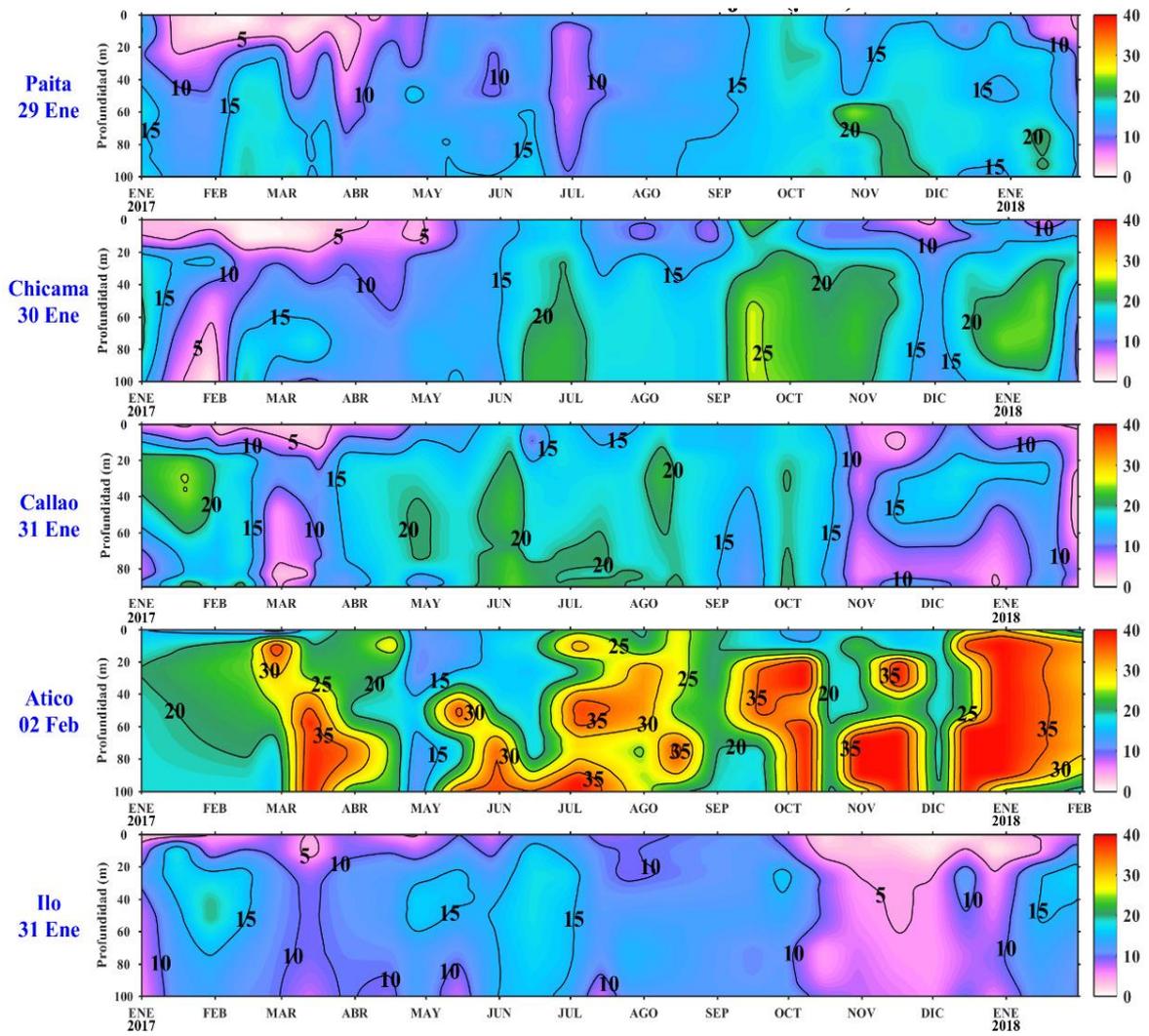


Figura 3.2.5.8. Series de tiempo de silicatos (μM) estaciones fijas Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2017 a enero del 2018. Fuente: IMARPE.

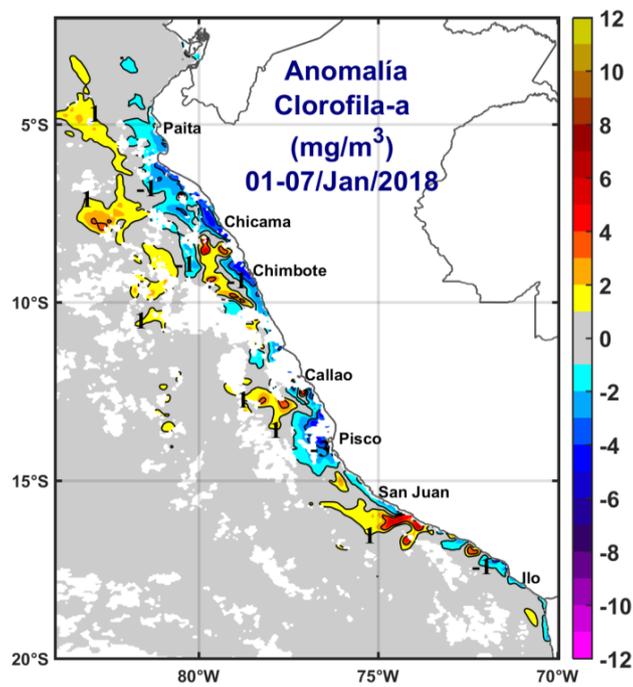
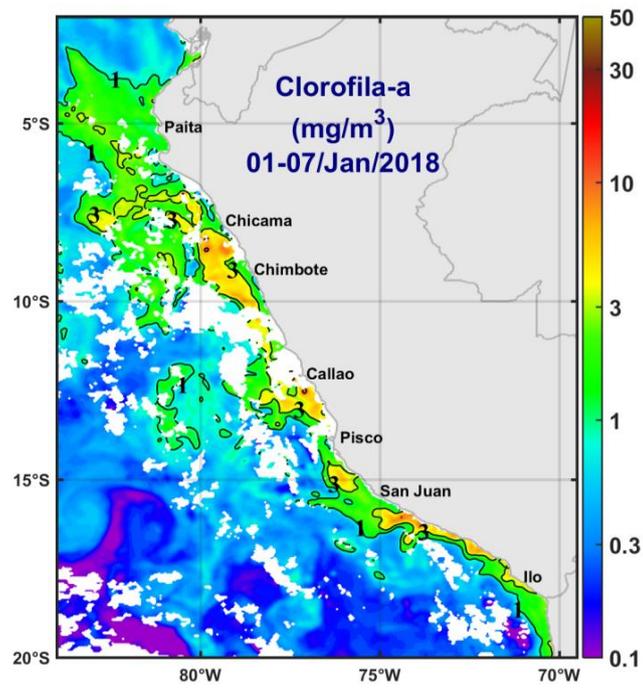


Figura 3.2.6.1. Distribución espacial de la anomalía de la clorofila "a" frente a la costa peruana durante el mes de enero del 2018. Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

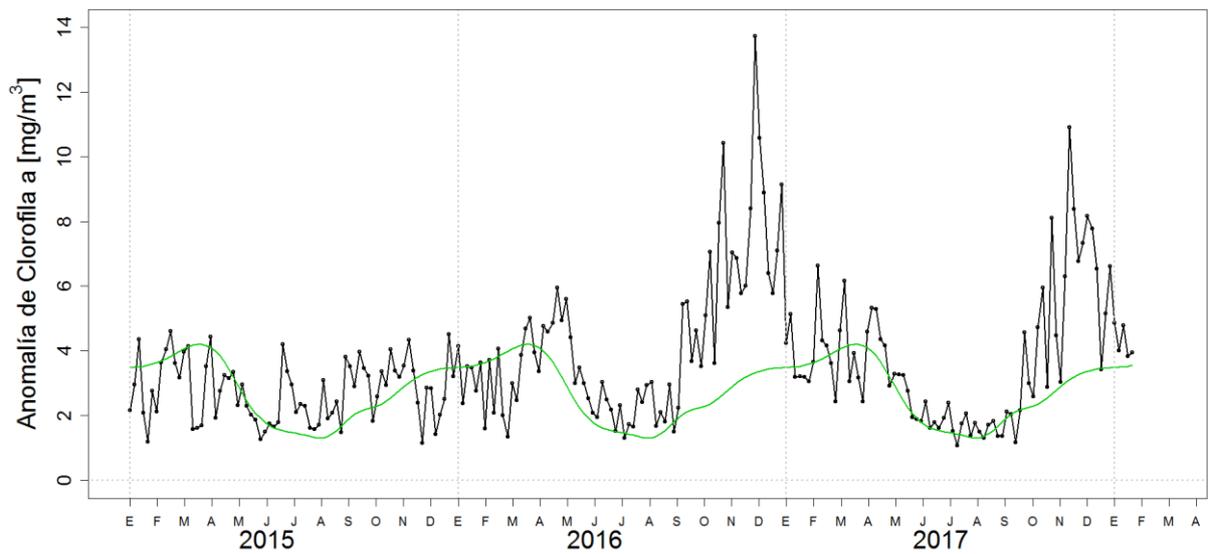


Figura 3.2.6.2. Diagrama Hovmöller de las anomalías pentadales de clorofila-a superficial entre los 04°S y 16°S (0-100km). Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

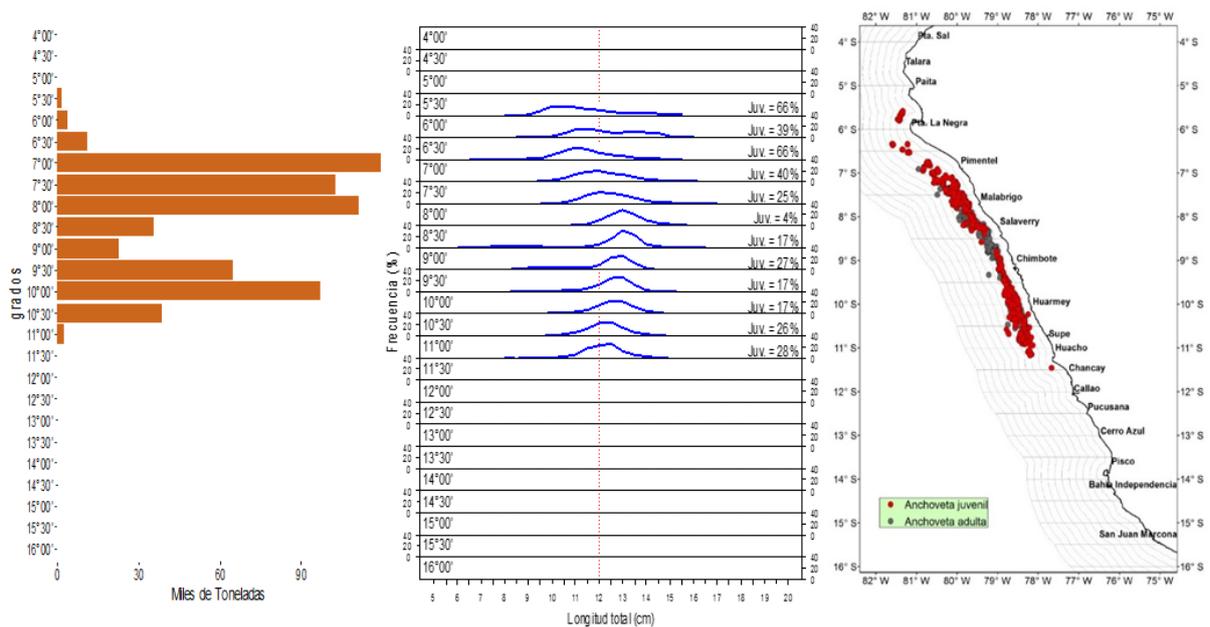


Figura 3.2.7.1. Capturas según grado latitudinal, estructura de tallas y distribución de anchoveta provenientes de la flota industrial en la región Norte – Centro durante enero 2018. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

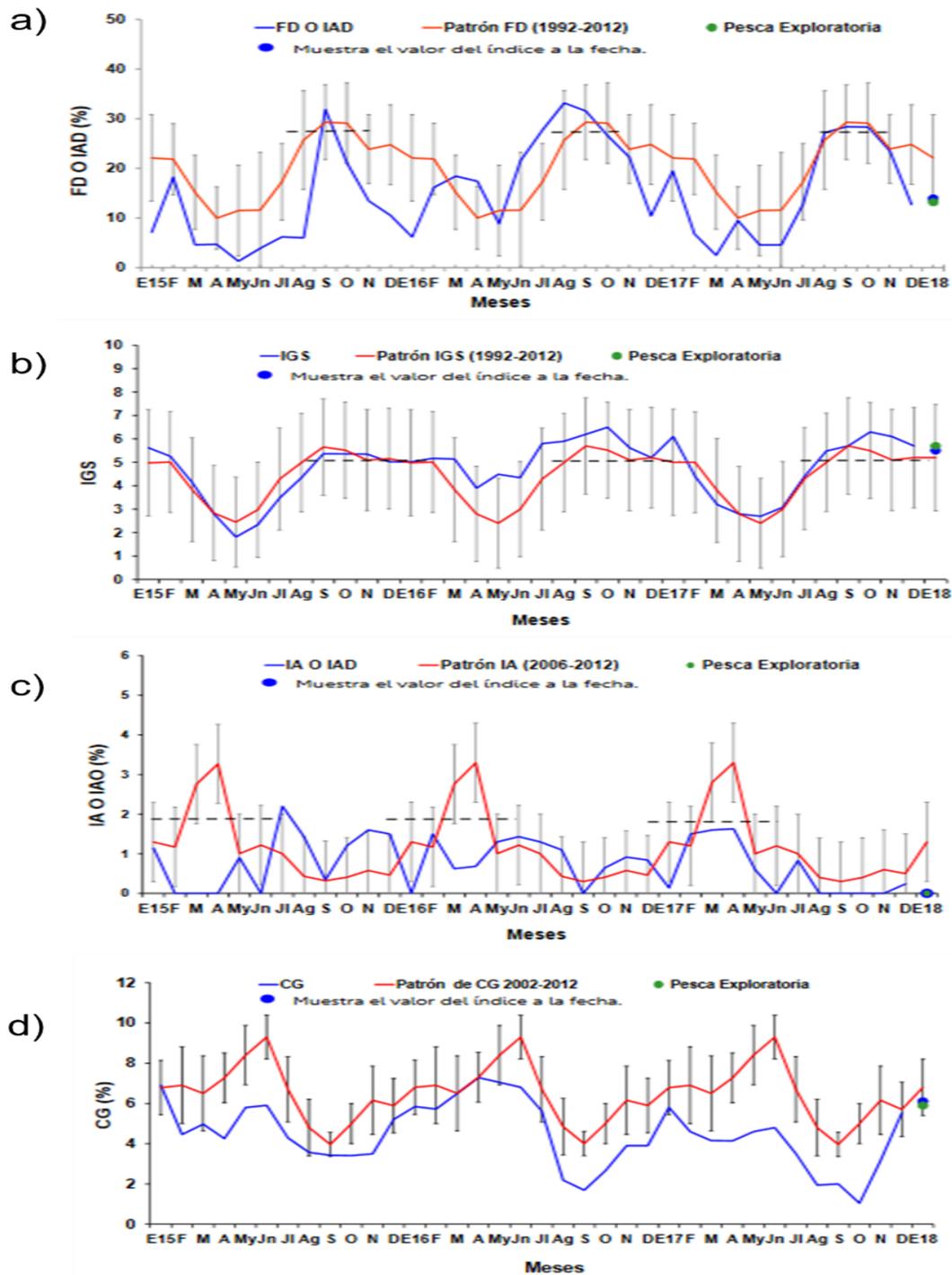


Figura 3.2.7.2. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2015 – enero de 2018. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

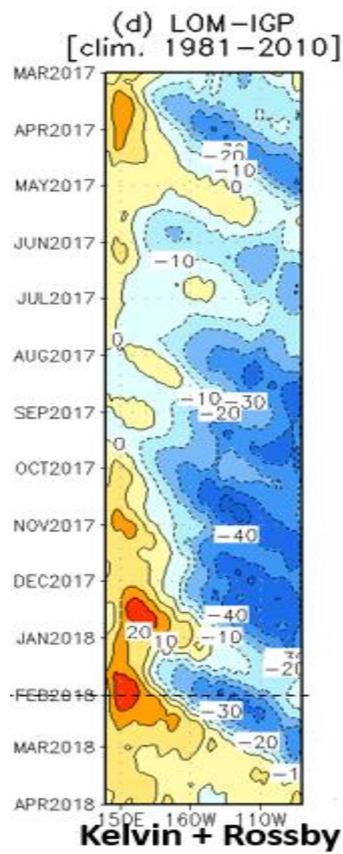


Figura 4.2.1 Diagrama Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby).

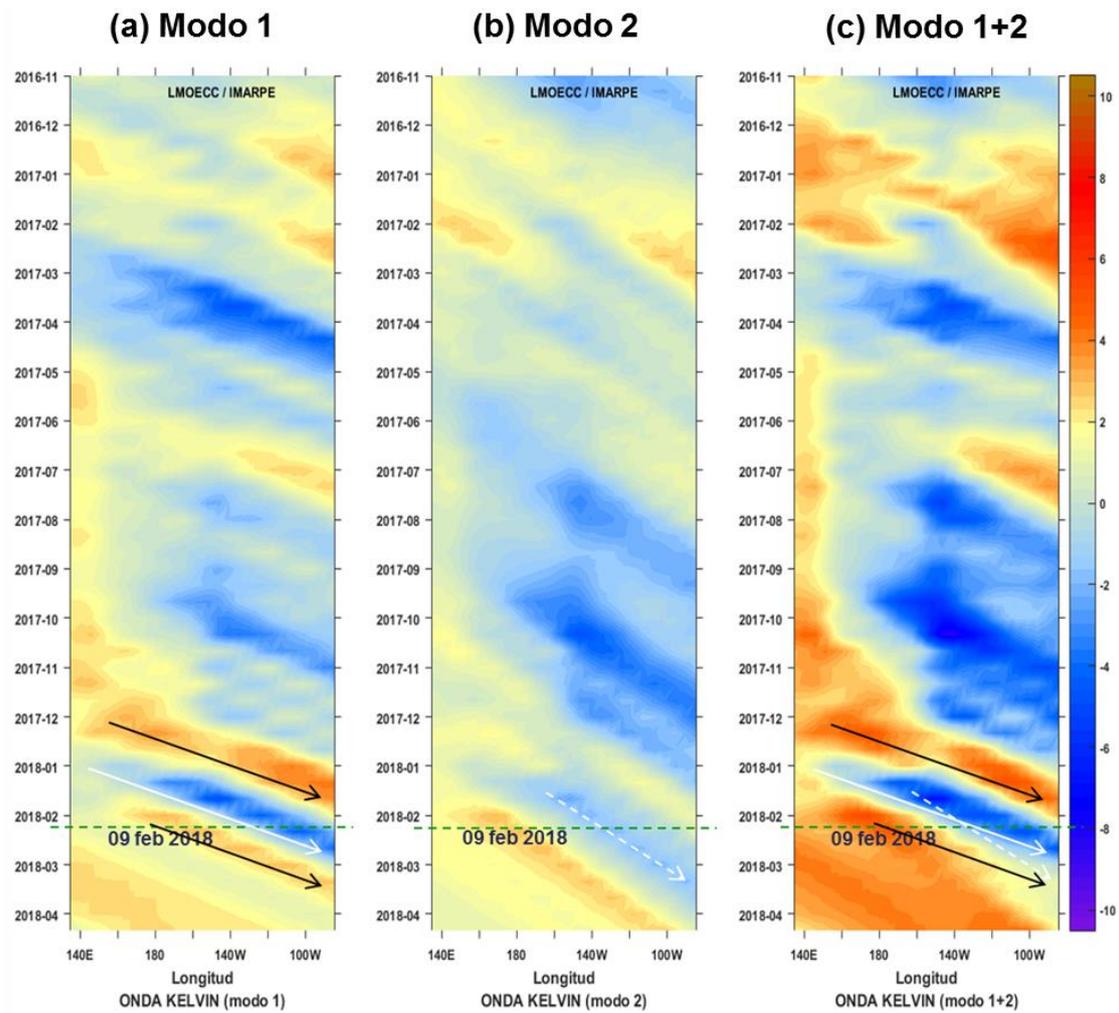


Figura 4.2.2. Diagrama Hovmöller longitudud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

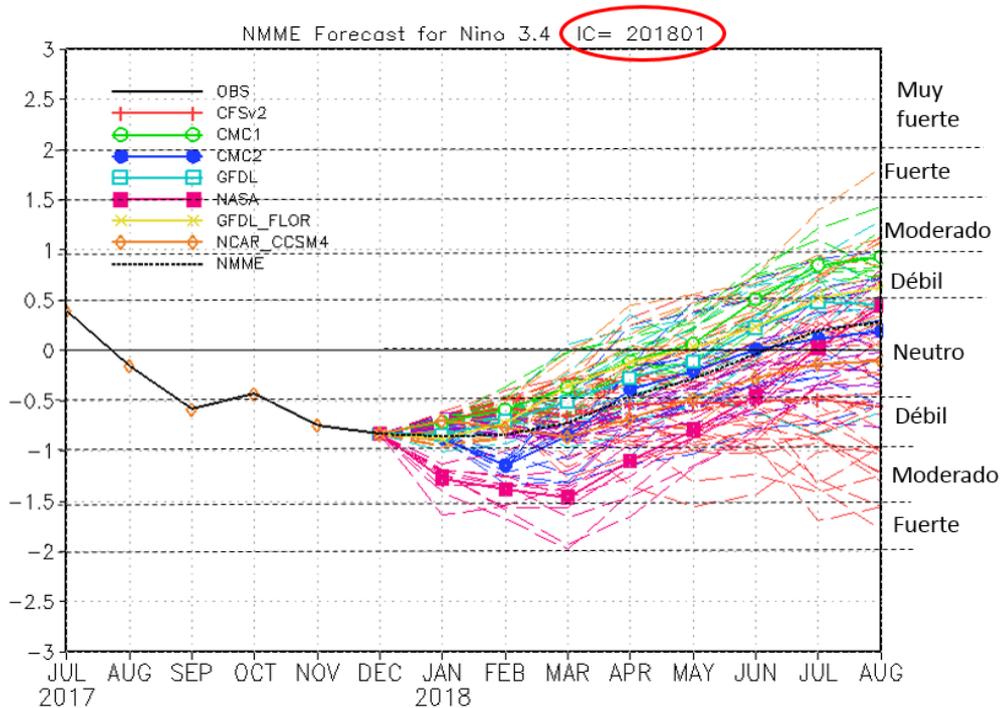


Figura 4.2.3. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

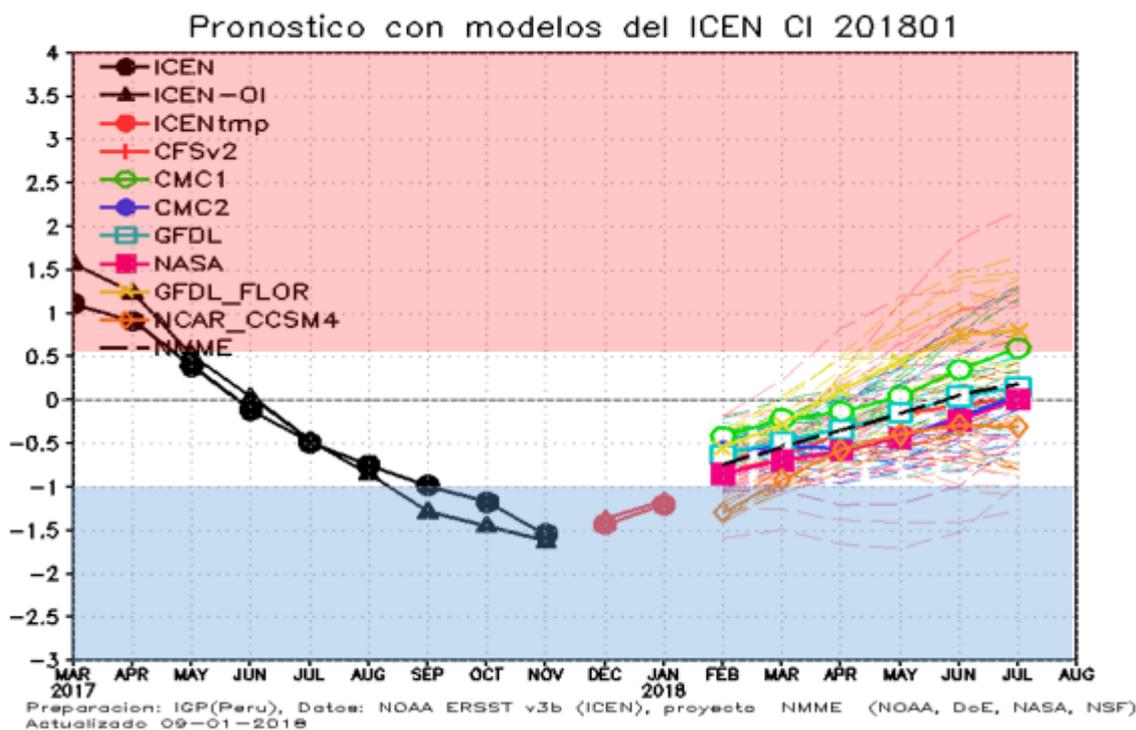


Figura 4.2.4. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de diciembre de 2017. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

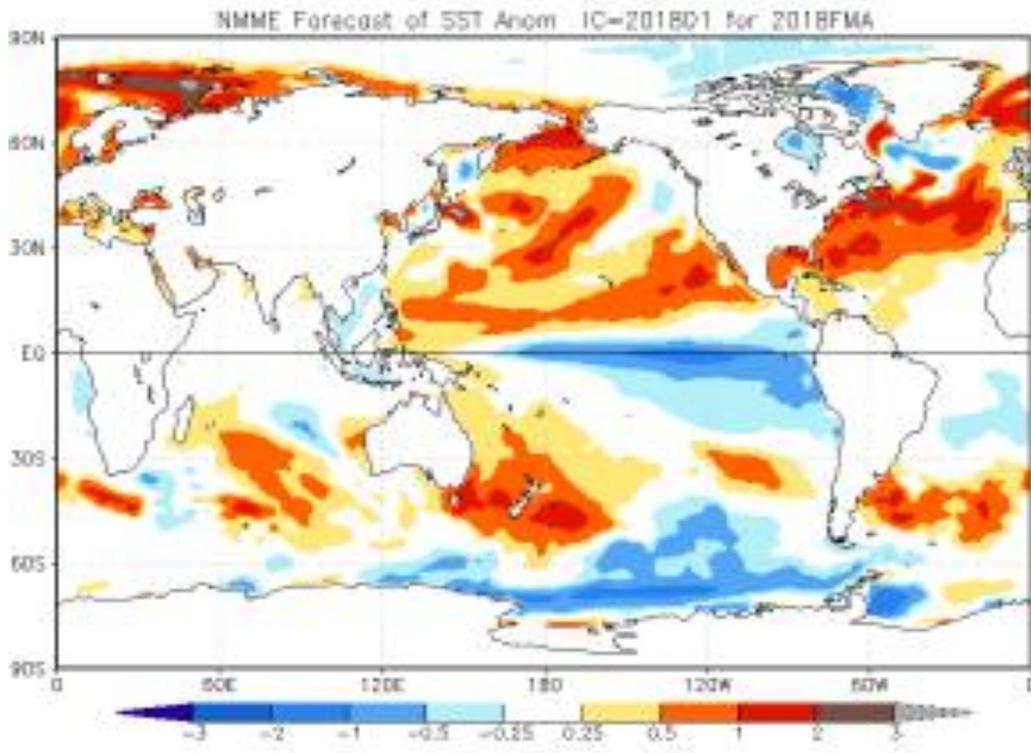


Figura 4.2.5. Pronóstico estacional de temperatura superficial del mar (calibrados) para marzo del 2018 por modelos de NMME inicializados en enero de 2018 (Fuente: NOAA).

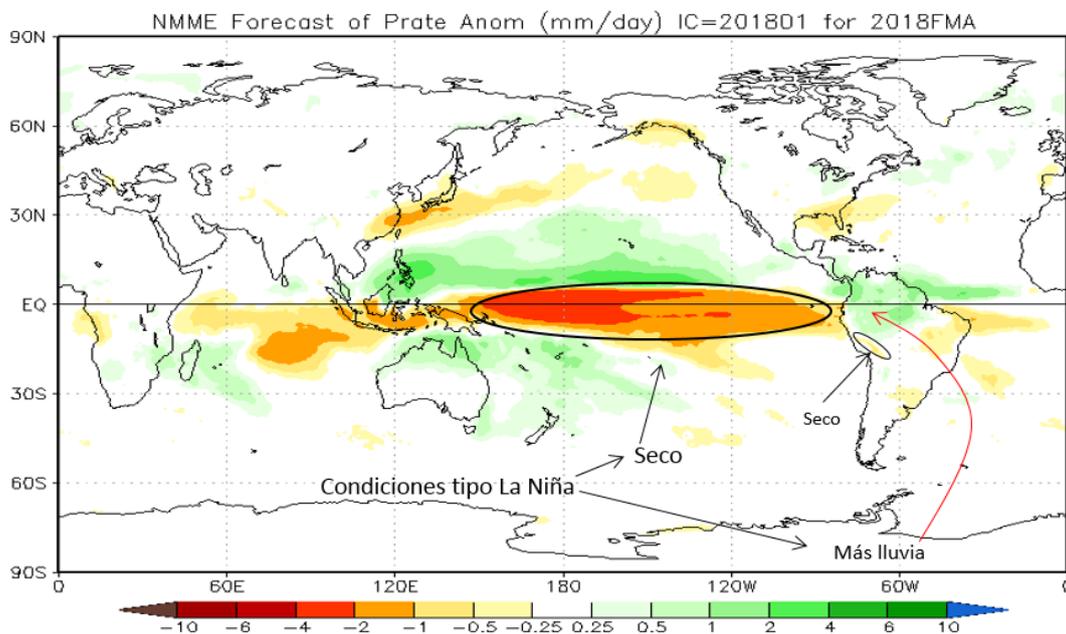


Figura 4.2.6. Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre febrero – abril 2018 por modelos de NMME inicializados en enero 2018 (Fuente: NOAA).

8. TABLAS

Tabla 3.1.4.1. Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de marzo a noviembre del 2017. Además el ONItmp para diciembre del 2017 y enero del 2018. Fuente IGP.

Valores del Oceanic Niño Index (ONI)

Mes	ONI	Categoría
03/2017	0.15	Neutra
04/2017	0.39	Neutra
05/2017	0.48	Neutra
06/2017	0.27	Neutra
07/2017	-0.10	Neutra
08/2017	-0.15	Neutra
09/2017	-0.42	Neutra
10/2017	-0.71	Fría Débil
11/2017	-0.88	Fría Débil

<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>

Nota: NOAA al publicar el ONI, actualiza el valor del mes anterior

Mes	ONItmp	Categoría
12/2017	-0.86*	Fría Débil
01/2018	-0.87**	Fría Débil

* Se usaron los datos Nov. Y Dic 2017 (ERSSTv5) y Ene. 2018 (wksst-OI).

** Se usaron los datos de Dic. 2018 (ERSSTv5), Ene(wksst-OI), Y Feb 2018 (NMME)
NMME CI 2017 12

Tabla 3.1.4.2. Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de marzo a noviembre del 2017. Además el ICENtmp para los meses de diciembre de 2017 y enero de 2018. Fuente IGP.

Valores del ICENOI

Mes	ICENOI	Categoría
03/2017	1.57	Cálida Moderada
04/2017	1.24	Cálida Moderada
05/2017	0.52	Cálida Débil
06/2017	0.04	Neutro
07/2017	-0.47	Neutro
08/2017	-0.84	Neutro
09/2017	-1.28	Fría Moderada
10/2017	-1.44	Fría Fuerte
11/2017	-1.62	Fría Fuerte

Mes	ICENOItmp	Categoría
12/2017	-1.30	Fría Moderada
01/2018	-1.09	Fría Débil

* Se usaron los datos de Nov. y Dic. (SST-OI) y Ene 2018. (wksst-OI)

** Se usaron los datos de Dic. 2017 (OI), Ene(wksst-OI) y Feb 2018 (NMME)
NMME CI 2018 01

Tabla 3.2.4.2. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C, panel superior) y nivel medio del mar (cm, panel inferior) en el semestre enero 2017 – enero 2018. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	2017												2018
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.
Talara	1.0	3.0	4.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	0.0	-0.3	-0.7	-1.6	-1.7	-2.1
Paita	2.4	4.6	5.7	2.3	1.4	1.3	0.6	0.0	0.1	0.5	-0.5	-0.7	-1.0
Isla Lobos de Afuera	0.7	4.2	5.8	2.1	0.0	1.0	-0.1	-0.2	-0.5	-0.9	-0.7	-0.9	-1.0
Salaverry	0.0	4.5	5.5	1.7	1.0	0.6	0.8	0.2	-0.1	-0.5	-1.1	-1.6	-1.8
Chimbote	-0.2	2.6	4.4	1.4	0.7	1.0	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-0.8	-1.6	-1.0
Callao	0.2	1.9	2.9	1.8	1.1	0.7	0.8	0.4	0.2	0.3	-0.4	-0.6	-0.2
San Juan	0.5	0.6	0.9	0.6	1.4	0.7	0.8	0.0	-0.4	-0.5	-0.4	-0.7	-0.5
Mollendo	-0.2	-1.3	-0.1	0.3	1.7	1.8	0.3	0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.7	-0.5
Ilo	0.1	-0.6	0	0.3	0.7	0.5	0.2	-0.2	-1	-1.5	-1.4	-1.6	-1.3

Estación	2017												2018
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.
Talara	4	8	14	10	7	7	4	3	1	1	-3	-3	-5
Paita	6	11	15	10	8	7	5	2	1	1	-2	-2	-2
Isla Lobos de Afuera	3	7	11	8	4	3	2	3	-3	-3	-3	-5	-3
Chimbote	1	7	11	9	4	2	3	0	-2	-2	-2	-3	-3
Callao	-1	1	4	3	1	0	1	-3	-6	-6	-6	-6	-6
San Juan	5	3	7	6	6	5	3	-3	-3	-3	0	0	-1
Matarani	1	-1	0	1	-1	1	-2	-1	-7	-7	-4	-3	-4

Tabla 4.2.1 Pronósticos de ONI por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 3.4).

CI 2018 01

Modelo	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	
CFS2		-0.78	-0.65	-0.63	-0.60	-0.55	-0.53	-0.54	LN deb
CMC1		-0.78	-0.61	-0.39	-0.17	0.15	0.49	0.80	LN deb
CMC2		-1.03	-1.03	-0.86	-0.54	-0.23	-0.05	0.10	LN deb
GFDL		-0.85	-0.71	-0.52	-0.31	-0.05	0.22	0.42	LN deb
NASA		-1.24	-1.44	-1.39	-1.20	-0.85	-0.44	0.00	LN fuer
GFDL_FLOR		-0.86	-0.66	-0.38	-0.11	0.11	0.36	0.60	LN deb
NCAR_CCSM4		-0.84	-0.83	-0.83	-0.74	-0.53	-0.33	-0.19	LN deb
NMME		-0.91	-0.85	-0.71	-0.52	-0.28	-0.04	0.17	LN deb
ONItmp	-0.92								

Nota: Para el modelo CFSv2 en (DEF), se realizó el promedio de los meses de enero y febrero; para (EFM) se hizo el promedio de febrero y marzo.

Tabla 4.2.2 Pronósticos de ICEN por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2).

CI 2018 01

Modelo	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	
CFS2		-1.50	-1.34	-0.66	-0.37	-0.16	-0.05	-0.02	Neut
CMC1		-0.96	-0.42	-0.22	-0.13	0.05	0.35	0.60	Neut
CMC2		-1.04	-0.59	-0.52	-0.55	-0.43	-0.19	0.06	Neut
GFDL		-1.13	-0.63	-0.47	-0.33	-0.15	0.05	0.15	Neut
NASA		-1.21	-0.85	-0.69	-0.57	-0.43	-0.23	0.01	Neut
GFDL_FLOR		-1.09	-0.54	-0.28	0.11	0.45	0.76	0.79	Neut
NCAR_CCSM4		-1.65	-1.29	-0.91	-0.57	-0.39	-0.28	-0.31	Neut
NMME		-1.23	-0.81	-0.54	-0.34	-0.15	0.06	0.18	Neut
ICENtmp	-1.43								

Nota: Para el modelo CFSv2 en (DEF), se realizó el promedio de los meses de enero y febrero; para (EFM) se hizo el promedio de febrero y marzo.

ENFEN
Callao, enero de 2018.
Lima-Perú