

**COMITÉ MULTISECTORIAL ENCARGADO DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO**



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 2 N°2

Febrero de 2016

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: Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen)

Comité Multisectorial Enfen

Presidente:

Calm. (r) Germán A. Vásquez Solís Talavera
Presidente del Consejo Directivo, Instituto del Mar del Perú (Imarpe)

Vice-Presidente:

Dr. Ronald Woodman Pollitt
Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Ing. Amelia Díaz Pabló
Presidente Ejecutiva, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Calm. Rodolfo Sablich Luna-Victoria
Director de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN)

Ing. Juan Carlos Sevilla Gildemeister
Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Gal. de Div (R) Alfredo Murgueytio Espinoza
Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Comité Técnico Enfen

Coordinador: Ken Takahashi (IGP)

IMARPE: Marilú Bouchón, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Cecilia Peña, Octavio Morón,
David Correa, Dante Espinoza, Ing. José Salcedo.

DHN: Gustavo Laos, Rina Gabriel, Roberto Chauca.

SENAMHI: Grinia Avalos, Christian Barreto, Nelson Quispe.

IGP: Ken Takahashi, Kobi Mosquera, Jorge Reupo Vélez.

ANA: Gustavo Galindo, Carlos Verano

INDECI: Marcial García Blásquez, Sheila Yauri

Año: 2

Redacción del informe: Comité 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:

Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen). 2016.
Informe Técnico Enfen. Año 2, N° 2, febrero de 2016, **56 p.**

El Informe Técnico Enfen de febrero 2016 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web en las páginas electrónicas de las instituciones que conforman el Comité. 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

MONITOREO Y PRONÓSTICO DE EL NIÑO Y LA NIÑA

Análisis mensual de los impactos de El Niño-Oscilación del Sur en las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas del mes de **febrero de 2016** en el Perú y las perspectivas de variabilidad.



PRESENTACIÓN



Calm (r) Germán Vásquez Solís Talavera
Presidente del Comité Multisectorial Enfen
Presidente del Consejo Directivo del Imarpe

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, con 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) y el Instituto del Mar del Perú (Imarpe), institución que preside el Comité.

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 del Comité 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 actualmente en la primera y tercera semana de cada mes en períodos de contingencia como el actual, así como una versión extendida “Informe Técnico”. 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.

Cordialmente,



Calm (r) Germán Vásquez Solís Talavera

TABLA DE CONTENIDOS

1. RESUMEN	9
2. CONDICIONES OBSERVADAS EN FEBRERO DE 2016	11
2.1 Temperatura superficial del aire y del mar en la costa peruana	11
2.2 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico.....	12
2.3 Nivel medio del mar y temperaturas subsuperficiales en el litoral peruano	13
2.4 Circulación atmosférica en el Pacífico sudoriental.....	14
2.5 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial.....	15
2.6 Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial	16
2.7 Recursos pesqueros e indicadores biológicos	17
3. PERSPECTIVAS	18
3.1 A corto plazo(semanas)	18
3.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)	19
3.3 A largo plazo (más de 3 meses)	19
4. CONCLUSIONES	20
5. REFERENCIAS	21
6. FIGURAS	24
7. TABLAS	53

Figuras:

2.1.1.	Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2015 a febrero de 2016. Temperatura máxima (imagen superior) y Temperatura mínima (imagen inferior). Fuente: SENAMHI	24
2.1.2.	Serie de tiempo diaria de: a) Temperatura superficial del mar (°C) y b) Nivel medio del mar (m) en el litoral peruano durante el mes de enero - febrero 2016. Procesamiento: DHN.	25
2.1.3.	Serie diarias de Anomalías de TSM registradas en estaciones costeras del IMARPE. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.	26
2.1.4.	Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 5 de febrero, b) 10 de febrero, c) 20 de febrero, y e) 28 de febrero de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN	27
2.1.5.	Anomalía de TSM (°C) durante el año 1982 (rojo), 1997 (azul) y 1972 (verde) según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), en la región 1+2 (a) y en la región 3.4 (b).Procesamiento: IGP	28
2.1.6.	a) Temperatura superficial del mar (°C), climatología (línea punteada) en la región Niño 1+2 según los datos de infrarrojo (negro; NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de microondas (gris; RSS Microwave OI SST v4.0). b) Anomalía de TSM en la región 1+2, según los datos infrarrojo (negro) y microondas (gris) y el ICEN (rojo). Procesamiento: IGP	29
2.1.7.	Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015 (negro)	29
2.2.1.	Serie de tiempo de los caudales diarios (m ³ /s) de los ríos: a) Tumbes, b) Chira de la vertiente del Pacífico norte y c) Santa, de la vertiente del Pacífico centro del Perú. Fuente: ANA.	30
2.2.2.	Serie de tiempo de los caudales diarios (m ³ /s) de los ríos: a) Majes y b) Chili, de la vertiente del Pacífico sur, y c) Huancané de la vertiente del Titicaca del Perú. Fuente: ANA.	31
2.2.3.	Precipitación acumulada (mm/mes) estimada por satélite TRMM, durante el mes de febrero de 2016. Fuente: TRMM/SENAMHI-DCLNCEP/NOAA – SENAMHI.	32
2.3.1.	Anomalías de la altura del nivel del mar (cm) de altimetría satelital para la franja de 0 a 100 km. a) Serie temporal en pentadas durante el periodo 2013-2016, b) Diagrama de Hovmöller para el periodo 2015-2016. Datos: AVISO. Procesamiento: IMARPE.	32
2.3.2.	Serie de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (Punto Fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 29 de febrero de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.	33
2.3.3.	Serie de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (Punto Fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno (mL/L) para el periodo del 22 de enero de 2015 al 29 de febrero de 2016. Fuente: IMARPE.	34
2.3.4.	Serie de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 26 de febrero de 2016. Fuente: IMARPE.	35
2.3.5.	Distribución vertical de: a) temperatura y b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Paita. Operación BIC Flores, realizada durante el 13 y 14 de febrero de 2016. Fuente: IMARPE.	36
2.3.6.	Distribución vertical de: a) temperatura y b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama. Operación BIC Flores realizada durante el 11 y 12 de febrero de 2016. Fuente: IMARPE.	36
2.4.1.	a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de enero de 2015 a febrero de 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.	37
2.4.2.	Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para febrero del 2016. a) Promedio de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar, b) Anomalía de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI.	38

2.4.3.	Análisis de la Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para febrero del 2016. Datos: NCEP/NCAR Reanalysis. Procesamiento: SENAMHI.	39
2.5.1.	Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de febrero de 2015 a enero de 2016. Fuente: NCEP/NOAA.	40
2.5.2.	Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.	40
2.5.3.	Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de febrero del 2016. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL.	41
2.5.4.	Hovmoller de anomalías de a) Radiación de onda larga - OLR (W/m ²) desde el mes de marzo de 2105 hasta febrero de 2016. Datos: NCEP b) Viento zonal 850 hPa desde agosto de 2015 hasta febrero de 2016. Datos: CDAS. c) Anomalía del esfuerzo de viento zonal promediado entre 5°S-5°N a lo largo del Pacífico (10 ⁻² Nm ⁻²), Datos: ASCAT, procesamiento: IGP.	42
2.5.5.	Radiación de onda larga - OLR (W/m ²) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	43
2.5.6.	Radiación de onda larga - OLR (W/m ²) en el Pacífico central-oriental (170°W-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	43
2.5.7.	Anomalía del esfuerzo del viento zonal (10 ⁻² Nm ⁻²) en el Pacífico central-oriental (160°E-160°W, 5°S-5°N) desde el mes de febrero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: NCEP-NCAR, Procesamiento: IGP.	44
2.5.8.	a. Índice de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y b. Anomalía de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico ecuatorial central. Datos: JISAO/UW Y NCEP/NCA, Procesamiento: IGP.	44
2.6.1.	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 con datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Finalmente en (e) se muestra la anomalía de la profundidad de la termoclina calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau _x =0 para el pronóstico). Las líneas diagonales plomas representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.7 m/s para la onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, TAO/TRITON, Argo, JASON-2. Procesamiento: IGP.	45
2.6.2.	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) 4 de febrero, b) 9 de febrero, c) 14 de febrero, d) 18 de febrero, e) 23 de febrero y f) 28 de febrero de 2016. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	46
2.6.3.	a) Inclinación de la termoclina, diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP	47
2.6.3	b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP,	47
2.7.1.	Desembarque mensual de anchoveta (t) proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal. Fuente: AFIRNP/IMARPE	48
2.7.2.	Estructura mensual de tallas de anchoveta según región, a) norte – centro, proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal y b) región sur, proveniente de la flota de menor Desembarque mensual de anchoveta (miles de t) proveniente de la flota de industrial. Fuente: AFIRNP/IMARPE	48
2.7.3	Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomatico (IGS), b) Fracción Desovante (FD) y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2014 – febrero 2016. Fuente: LBR/IMARPE	49
2.7.4.	Distribución de especie indicadoras del ingreso de aguas cálidas provenientes de la zona Panameña y Oceánica. Fuente: IMARPE - Programa Bitácoras de Pesca y Seguimiento de la Pesquería Pelágica. Periodo: febrero 2016.	49
2.7.5.	Distribución de especie indicadoras del ingreso de aguas cálidas observadas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama- Paita – PpR 1602. Periodo: 10 – 17 Febrero 2016.	50
2.7.6.	Distribución de aves guaneras observadas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama-Paita – PpR 1602. Periodo: 10 – 17 Febrero 2016.	50
2.7.7.	Distribución de aves migratorias indicadoras del ingreso de aguas cálidas provenientes de la zona Panameña y Oceánica observadas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama- Paita – PpR 1602. Periodo: 10 – 17 Febrero 2016	51

3.1.1.	Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2 de la isoterma de 20 C (m) en la Pacífico Ecuatorial (2°S y 2°N). 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).	51
3.2.1.	Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.	52
3.2.2.	Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENtmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, NCAR y el modelo ECMWF tienen como condición inicial el mes de febrero de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.	52

Tablas

Tabla 2.1.1.	Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de octubre de 2015 a febrero de 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	53
Tabla 2.1.2.	Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de mayo de 2015 a enero de 2016. Fuente: IGP.	53
Tabla 2.2.1.	Volumen de agua almacenado (hm ³) en los principales reservorios. Fuente: ANA	54
Tabla 2.5.1.	Anomalías semanales centradas en los días 03, 10, 17 y 24 de enero 2016 y mensuales (de octubre de 2014 hasta febrero de 2016) de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño. Fuente: NCEP/NOAA.	55
Tabla 2.7.1.	Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial (01 enero - 29 febrero 2016). Fuente: AFIRNP/IMARPE.	56
Tabla 2.7.2.	Desembarque (t) de anchoveta según puertos en la Región Sur al 29 de febrero durante la Primera Temporada de Pesca de anchoveta en la Región Sur (R.M N° 017-2016-PRODUCE). Fuente: AFIRNP/IMARPE.	56

1. RESUMEN

El Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) mantiene el estado de Alerta, debido a la presencia del evento El Niño costero que se inició en otoño del 2015. Se espera que el núcleo de una onda Kelvin cálida arribe a la costa peruana en el mes de marzo. Junto con el calentamiento estacional, es probable que esto facilite la continuación de episodios de lluvias muy fuertes en marzo en la zona nor-occidental (del orden de 35-60 mm/día para las partes medias y bajas de Tumbes y Piura, y 20 mm/día en Lambayeque), sin descartar la ocurrencia de lluvias extremas que superen los rangos indicados. En la región andina se espera un incremento gradual del régimen de lluvias pudiendo presentarse episodios de lluvias muy fuertes, principalmente en la vertiente occidental.

Las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM), a lo largo del Pacífico ecuatorial y del litoral peruano, continuaron con temperaturas por encima de lo normal (cálidas) durante todo el mes de febrero. Los promedios mensuales de los índices El Niño, los cuales están basados en la TSM en la región ecuatorial, presentaron valores positivos mensuales de: +1,45°C (Niño 4), +2,4°C (Niño 3.4), +1,98°C (Niño 3) y +0,83°C (Niño 1+2). Asimismo, las estaciones costeras registraron anomalías de la TSM desde -0,8°C (Talara) hasta +2,9°C (Callao). Similarmente, las anomalías de la temperatura del aire continuaron positivas, con la máxima del aire de hasta +2,8°C en la estación de Campo de Marte (Lima), y +2,3 °C en la estación de San Miguel (Piura). Con respecto a la temperatura mínima del aire, se han registrado anomalías de hasta +3,0°C en la estación de Campo de Marte (Lima), y +2,5°C en la estación de Trujillo (La Libertad).

A mediados de febrero las anomalías diarias del nivel medio del mar, que se registraron en las estaciones mareográficas de la costa peruana, alcanzaron valores máximos de +15 y +20 cm en la costa centro y norte, respectivamente, con tendencia a la normalización. Los datos de la Estación Fija Paita, localizada a siete millas náuticas de la costa, presentaron anomalías de temperatura de +1°C hasta los 100 m en la última semana del mes, así como la proyección de Aguas Ecuatoriales Superficiales del norte (baja salinidad). En la Estación Fija Callao, a ocho millas de la costa, las anomalías de temperatura alcanzaron valores entre +2°C y +3°C en los 100m en la última semana.

En promedio, los vientos a lo largo de la costa peruana presentaron anomalías entre -1,5 y 2,5 m/s, mientras que la presión atmosférica frente a Perú presentó valores de alrededor -2 hPa. Asimismo, las anomalías negativas de presión atmosférica en el Pacífico Oriental predominaron al norte del ecuador.

Durante el mes de febrero, los caudales de los principales ríos de la costa norte presentan caudales superiores a los promedios históricos debido a fuertes lluvias. Pare el caso de la región del Lago Titicaca, los valores de los caudales tuvieron una tendencia ascendente. Los reservorios en la costa norte y sur muestran un incremento promedio de 42% y 74% de su capacidad máxima de almacenaje, respectivamente.

En relación al sector pesquero; el desembarque de la flota industrial aumentó a 274 394 toneladas, siendo casi en su totalidad anchoveta. Con respecto a la cuota de pesca establecida en la Primera Temporada de Pesca; solo se alcanzó el 0,04%. La magnitud del desove secundario de verano de la anchoveta, en las actuales condiciones, es incierto. Por otro lado, se continuó registrando especies indicadoras de aguas cálidas provenientes de la zona oceánica como jurel fino, bonito, atún aleta amarilla y melva, dentro de las 30 mn entre Punta La Negra (6°S) y Atico (16°S).

Las actuales condiciones atmosféricas/oceánicas del Pacífico ecuatorial central – oriental muestran un debilitamiento del acoplamiento de gran escala entre la atmósfera y el océano. Como consecuencia, este mes no se han observado significativos pulsos de vientos del oeste en el Pacífico central-oriental. Por otro lado, la TSM en el Pacífico central continúa alta, superando ligeramente a las observadas en los años 1983 y 1997 para esta época, mientras que las anomalías de TSM en el Niño 1+2 han disminuido en comparación al mes anterior y son menores a las de los años 1983 y 1997 para esta época. Por otro lado, se ha observado la persistencia de vientos del oeste en alta atmósfera (200 hPa) de menor intensidad en comparación al mes anterior.

El Índice Costero El Niño (ICEN, región Niño 1+2) correspondiente al mes de enero fue de +1,77°C, lo cual indica una condición cálida fuerte. Igualmente, el valor estimado para el mes de febrero corresponde a condiciones cálido moderado con un valor de ICENtmp de +1,45°C.

2. CONDICIONES OBSERVADAS EN FEBRERO DE 2016

2.1 Temperatura superficial del aire y del mar en la costa peruana

Durante el mes febrero, y de acuerdo a las estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), se han registrado anomalías positivas en la temperatura máxima del aire de hasta +2,8°C en la estación de Campo de Marte (Lima) y +2,3°C en la estación de San Miguel (Piura). Con respecto a la temperatura mínima del aire se han registrado anomalías de hasta +3°C en la estación de Campo de Marte (Lima), y +2,6°C en la estación Trujillo (Lambayeque; Figura 2.1.1).

Las estaciones costeras de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú (DHN) registraron anomalías positivas de TSM (Figura 2.1.2), siendo de hasta +2,9°C en la estación de Callao, y +2,5°C en la estación de Ilo. De norte a sur, las estaciones registraron anomalías promedio de -0,8°C en Talara, -0,1°C en Paita, +0,5°C en Isla Lobos de Afuera, +2,4°C en Chimbote, +2,9°C en Callao, +1,8°C en San Juan, +2,4°C en Mollendo, y +2,5 en Ilo (ver Tabla 2.1.1). Los datos de TSM registrados en las estaciones costeras de IMARPE son consistentes con la información anterior (Figura 2.1.3).

Con respecto a la distribución espacial de la anomalía de la TSM frente a la costa norte del Perú, de acuerdo al producto NOAA Daily OI SSTv2¹ (Reynolds et al., 2007) que combina mediciones satelitales infrarrojas (AVHRR) con mediciones *in situ*, se observó durante el 5, 10 y 20 de febrero, anomalías positivas mayores a 3,0°C en la región Niño 3.4, pero con tendencia a disminuir. Asimismo, frente a la costa norte y centro del Perú se observaron anomalías permanentes de +2,0°C (Figura 2.1.4).

La comparación de las series temporales de la TSM y su anomalía hasta febrero del 2016 con respecto a los años 1972-73, 1982-83, 1991-92, y 1997-98 (Figura 2.1.5) en la región Niño 1+2, indica que las condiciones actuales lo ubican por debajo de lo que sucedió en los años 1983 y 1998, pero en la última semana la serie de infrarrojo se acercó a los valores del año 1983. Asimismo, en la región Niño 3.4, las anomalías durante este mes han sido superiores a los años 1973, 1983, 1992, y 1998. Con respecto al Índice Costero El Niño (ICEN), basado en la anomalía observada de la TSM en la región Niño 1+2 (90°W-80°W, 10°S-Ec), este presentó un valor de +1,77°C para enero del año 2016, correspondiente a una condición Cálida Fuerte (ENFEN, 2012). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp), basados parcialmente en los pronósticos de los modelos numéricos, para febrero y marzo, es de +1,45°C y +1,16°C respectivamente, ambas están dentro del rango de Cálida Moderada (Figura 2.1.6 y Tabla 2.1.2).

Discusión: Para febrero, debido a la permanencia de El Niño costero de magnitud cálida fuerte, el cual se viene dando desde otoño del año 2015, los valores de las temperaturas oceánicas y atmosféricas (extremas) se encuentran por encima de lo normal.

¹Fuente: <ftp://eclipse.ncdc.noaa.gov/pub/OI-daily-v2/NetCDF/2015/AVHRR>
Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, febrero 2016

2.2 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

Durante el mes de febrero, Durante la segunda quincena de febrero, los principales ríos de la región Pacífico, costa norte (Tumbes, Piura y Lambayeque), costa centro (Ancash, Lima) y sur (Arequipa), presentan caudales superiores a los promedios históricos, con tendencias ascendente durante las últimas dos semanas. Mientras que en la región Titicaca, los caudales muestran una tendencia general de tipo ascendente, con crecidas súbitas (picos) que superan por un corto periodo los promedios históricos.

A gran escala, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se posicionó en promedio cerca al ecuador (principalmente en el Pacífico ecuatorial central y oriental); asimismo, se observó una ligera formación de la segunda banda de este sistema frente a la costa norte del país.

Sobre el territorio nacional, las mayores precipitaciones se dieron durante la segunda quincena a lo largo de la región andina; asimismo, ocurrieron eventos extremos de precipitación sobre la costa norte (Tumbes y Piura).

Las capacidades de almacenamiento de los embalses del norte mostraron valores de 42%, aumentando en relación al reporte anterior. Los reservorios del sistema Colca – Chili (Arequipa) están al 71%, con tendencia positiva. En Pasto Grande, se incrementó hasta el 51%. Los siete embalses monitoreados regularmente promedian 74% de su capacidad hidráulica. Los de Tacna (Aricota, Jarumas y Paucarani) están al 63% de su capacidad hidráulica, definiendo un ligero aumento. (Tabla 2.2.1)

Discusión:

Los vientos del este en niveles altos sobre el territorio peruano, que normalmente transportan la humedad desde la Amazonía hacia los Andes, continuaron débiles hasta la primera quincena de febrero como consecuencia de El Niño del Pacífico Central, lo cual redujo las precipitaciones en la región andina central y sur. Sin embargo, estos vientos se normalizaron hacia la segunda quincena, permitiendo la ocurrencia de lluvias muy fuertes en dichas regiones. Por otro lado, los vientos superficiales provenientes del Golfo de Panamá se intensificaron, favoreciendo el desarrollo de la banda secundaria de la Zona de Convergencia Intertropical en el hemisferio sur en la segunda quincena. Esta condición sumada a la presencia de aguas cálidas y a la contribución de vientos del este en los niveles medios y altos, dio lugar a lluvias muy fuertes en Tumbes, Piura y Lambayeque.

Producto de las precipitaciones, los caudales de los ríos en la costa del país se presentaron por encima de sus valores promedio a partir de la tercera semana. Los reservorios en la costa norte y sur muestran un incremento, alcanzando en promedio 42% y 74% de su capacidad máxima, respectivamente. Resalta el incremento de la capacidad de embalse de los reservorios del sur debido a las precipitaciones presentadas en la región andina central y sur en la última semana de febrero.

2.3 Nivel medio del mar y temperaturas sub-superficiales en el litoral peruano

Frente a la costa peruana los datos mareográficos diarios de la DHN mostraron que a mediados de febrero las anomalías diarias del Nivel Medio del Mar (NMM) alcanzaron valores máximos de +15 y +20 cm en la costa centro y norte, respectivamente, con tendencia a declinar a niveles normales (Figura 2.1.2 b). Con respecto a los valores mensuales (Tabla 2.1.1), el litoral norte alcanzó, en promedio, anomalías de +8 cm, mientras que en el litoral centro y sur, las anomalías fueron +9 y +10 cm, respectivamente, en general mayores que en diciembre 2015.

La serie pentadal de las anomalías del Nivel Medio del Mar entre los 0 y 100 km (Figura 2.3.1), mostró en Galápagos un incremento de +13 a +15,5 cm durante la primera quincena de febrero, seguida de un decremento progresivo hasta alcanzar anomalías de +8 cm al finalizar el mes. Para la zona comprendida entre 5° a 14°S las anomalías se incrementaron de +6,2 cm a +16,1 cm durante las tres primeras semanas, con una ligera disminución a +12,4 cm hacia fines del mes. Por otro lado, en la zona sur (14° a 18° S) las anomalías aumentaron de +6,7 cm (al inicio) hasta alcanzar +11,4 cm al finalizar el periodo. En el diagrama Hovmöller de la misma variable (Figura 2.3.1b), se observa la propagación de un núcleo de 15 cm desde los 0° hasta aproximadamente los 15°S.

La estructura térmica en el Punto Fijo de Paita, a cargo del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y localizado a siete millas náuticas de la costa, mostró temperaturas entre 17° y 23°C sobre los 100 m de profundidad (Figura 2.3.2 a). En la primera quincena se registraron anomalías positivas por debajo de los 20 m de profundidad, con un núcleo de +3°C a 80 m. Durante la última semana, luego de una disminución de las anomalías, se presentaron valores anómalos de temperatura de +1°C en casi toda la columna de agua (Figura 2.3.2 b). La distribución halina (Figura 2.3.2 c), al igual que el mes anterior, indicó salinidades del alrededor de 35,0 ups. No obstante, durante los últimos días del mes, se observó valores por debajo de los 34,8 ups por encima de los 10 m de profundidad. El oxígeno (Figura 2.3.2 d) presentó un comportamiento similar a la temperatura, con incrementos de alrededor de 5 mL/L en la segunda quincena sobre los 10 m de profundidad y una elevación de la isolínea de 1 mL/L hasta los 20 m.

Con respecto a las variables oceanográficas medidas en el punto fijo frente a Chicama, la temperatura mostró valores entre 17° y 23°C sobre los 100 m de profundidad (Figura 2.3.3 a). El comportamiento halino mostró salinidades mayores a 35,1 ups en superficie durante todo el mes, la cual se extendió en toda la columna de agua durante la última semana (Figura 2.3.3 b). La concentración de oxígeno disuelto también aumentó durante la segunda quincena, principalmente sobre los 30 m de profundidad. La mínima de oxígeno (0,5 mL/L) se mantuvo por debajo de los 100 m, lo cual indica que la columna de agua continua bien oxigenada (Figura 2.3.3 c).

Con respecto a las variables oceanográficas medidas en el punto fijo frente a Callao, la temperatura mostró valores entre 18° y 21°C sobre los 100 m de profundidad (Figura 2.3.4 a). Las anomalías de temperatura mostraron valores de +2°C y +3°C en los 100 m en la última semana (Figura 2.3.4 b). El comportamiento halino mostró predominancia de ASS durante todo el mes, masa de agua presente desde diciembre en toda la columna de agua (Figura 2.3.4 c).

En tanto el oxígeno disuelto presentó incrementos en sus valores en las primeras capas, con el tope superior de la ZMO alrededor de los 50 m (Figura 2.3.4 d).

Los datos de las secciones del crucero oceanográfico, ejecutado por el IMARPE, a través de la operación BIC Flores durante el 13 y 14 de febrero frente a Paita, mostraron presencia de aguas cálidas superficiales, con temperaturas máximas de 25° y 26°C. Asimismo, la termoclina se ubicó entre los 30 y 50 m, con mayor intensidad por fuera de las 50 millas de costa debido al fuerte gradiente térmico presente en dicha zona, mientras que la isoterma de 15°C se localizó entre los 150 y 180 m de profundidad (Figura 2.3.5 a). Como consecuencia de esta estructura, las anomalías térmicas superiores a +2°C se localizaron por encima de los 150 m de profundidad, y se observó un núcleo de +5°C alrededor de los 30 m y por fuera de las 60 millas de costa (Figura 2.3.5 b). La distribución de la salinidad mostró aguas de mezcla con salinidades de 34,8 a 35,0 ups dentro de las 50 millas de costa y sobre los 40 m de profundidad, mientras que las ASS, caracterizadas por salinidades mayores a 35,1 ups, se ubicaron entre los 40 y 140 m, con influencia en la costa alrededor de los 70 m (Figura 2.3.5 c). Esta distribución, permitió la existencia de anomalías halinas superiores a +0,15 ups por fuera de las 60 millas de costa, así como valores menores de 0,10 ups sobre los 100 m en toda la línea prospectada (Figura 2.3.5 d).

Con respecto a la sección de Chicama, esta presentó, tal como en Paita, temperaturas superficiales de 25° y 26°C y termoclina alrededor de los 40 m, mientras que la isoterma de 15°C se localizó entre los 100 y 150 m de profundidad (Figura 2.3.6 a). Esto ocasionó anomalías térmicas superiores a los 2°C sobre los 75 m por fuera de las 20 millas de costa, y sobre los 50 m en la zona costera, con núcleos de alrededor de +5,0°C por fuera de las 45 millas de costa (Figura 2.3.6 b). Las altas concentraciones de sales, ubicadas principalmente por encima de los 40 m, indican fuerte influencia de las ASS a lo largo de todo el perfil (Figura 2.3.5 c), lo cual produjo núcleos anómalos del orden de +0.2 ups por fuera de las 20 millas de costa (Figura 2.3.6 d).

Discusión: El nivel del mar a lo largo de la costa peruana (in situ y satelital), indica, que en promedio, se presentaron máximos entre la segunda y tercera semana de febrero, con tendencia a la normalización hacia fines de mes; comportamiento que evidencia el término del paso de la señal en el nivel de mar de la onda Kelvin cálida, producida por el pulso de viento del oeste en enero. Asimismo, las secciones de Paita y Chicama, localizados en la zona norte, mostraron anomalías positivas para la temperatura sub-superficial a mediados de mes, debido principalmente a la influencia de las ASS. Esto último, consistente con las anomalías halinas de +0,15 y +0,2 ups registradas en dichas secciones. En el Punto fijo Paita, se observó que durante la última semana, luego de una disminución de las anomalías térmicas, se presentaron valores anómalos de temperatura sub-superficial de +1°C en casi toda la columna de agua, así como salinidades bajas en la capa superficial, lo cual estaría relacionado al inicio de la llegada de la señal en la termoclina de la onda Kelvin cálida.

2.4 Circulación atmosférica en el Pacífico sudoriental

La velocidad de viento frente a la costa peruana (40 km de la costa), de acuerdo a los datos del satélite ASCAT, presentó valores menores a 4 m/s, siendo mínimo la segunda quincena del mes.

Respecto a la dirección del viento, al norte de los 5°S, se registraron vientos de dirección sur suroeste (SSW) y suroeste (SW), entre 5°S y 15°S predominaron vientos del sureste (SE), mientras que al sur de los 15°S se presentaron vientos de dirección sur sureste (SSE), (Figura 2.4.1a). En cuanto a las anomalías de viento, estas oscilaron entre -1,5 y +2,5 m/s, predominando anomalías positivas entre +0,5 y +1,5 en gran parte de la costa peruana, en la zona centro se presentaron velocidades mayores a +1,5 m/s, en cambio en la zona sur (frente a Ilo) se presentaron anomalías de velocidades menores a 1,0 m/s (Figura 2.4.1b).

Con respecto al campo de presiones frente al litoral costero, este ha presentado anomalías de hasta -2 hPa (Figuras 2.4.2). Asimismo, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), presentó una configuración similar a su climatología, pero con núcleo superior a lo normal (1023 hPa), siendo máximo durante la primera quincena del mes. (Figura 2.4.3).

Discusión: Durante febrero, en promedio, se observaron vientos menores a 4 m/s asociados al posicionamiento de la ZCIT, y anomalías positivas durante la primera quincena, y anomalías negativas el resto del mes (Figura 2.4.1b). Las anomalías positivas de viento pueden estar asociadas a las anomalías positivas de la TSM en esta región (Lindzen y Nigam, 1987; Figuras 2.1.5), así como las anomalías negativas de presión frente a Perú. Asimismo, condiciones intermitentes de alto gradiente de presión entre el sub-trópico y el ecuador, promovieron vientos moderados a lo largo de la costa peruana.

2.5 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial

Las condiciones cálidas, según los datos de las anomalías de la TSM a lo largo del Pacífico ecuatorial, continúan presentes en este mes en dicha región. En general, se observa una disminución de las anomalías de TSM en cada región, respecto a meses anteriores (Figura 2.5.1). Por otro lado, el Pacífico ecuatorial central (Niño 3 y Niño 3.4) continúa con anomalías positivas muy altas, incluso superiores a las observadas en los años 1998 y 1983 (Figura 2.1.4 b). Mientras que, en el Pacífico Ecuatorial Oriental (Niño 1+2) las anomalías de TSM continúan decreciendo llegando incluso hasta valores por debajo de +1°C (Figura 2.1.4 a, Tabla 2.5.1).

El promedio de los últimos 30 días de los valores del IOS, calculado desde el 29 de enero al 27 de febrero, es de -16,3 (Figura 2.5.2), este valor se encuentra por debajo del rango normal (± 7) y es consistente con las condiciones actuales del fenómeno El Niño, esta categorización del índice es realizada por la Bureau of Meteorology (Australia). Respecto a la actividad convectiva en la región del Pacífico ecuatorial, un indicador clave del acoplamiento océano-atmósfera, la radiación de onda larga (ROL) en la región 170°W – 100°W y 5°S - 5°N ha incrementado gradualmente respecto al mes anterior; sin embargo, este valor es menor a los años 1983, 1992 y 1998 (Figura 2.5.4 y Figura 2.5.5). Por otro lado, en la región 170°W – 140°W y 5°S - 5°N ha disminuido la convección en comparación al mes anterior y se ha mantenido, en promedio, constante, , aunque continúa siendo de menor magnitud a la de los años 1983, 1992, 2010 (Figura 2.5.5 y Figura 2.5.6).

En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa) continúa el debilitamiento de los vientos alisios sobre el Pacífico central y occidental, mostrando anomalías de vientos del oeste en 850 hPa, en promedio, menores a meses anteriores (Figura 2.5.3 a).

Además, durante la primera quincena se observó una intensificación de los vientos del este, mientras que en la segunda quincena disminuyeron de intensidad (Figura 2.5.4.b). Lo anterior es consistente con los datos de esfuerzo de viento del satélite ASCAT (Figura 2.5.4 c) y con los datos de esfuerzo de viento zonal de NCEP/NCAR (Figura 2.5.7) que muestran una disminución de las anomalías de vientos del oeste en el Pacífico central-oriental (160°E-160°W, 5°S-5°N). Por otra parte, la anomalía de vientos del oeste en alta atmósfera (200 hPa), lo cual es típico de El Niño en el Pacífico Central, persistieron llegando hasta nuestro territorio peruano y, en promedio, fueron de menor intensidad que el mes anterior.

Discusión: Durante febrero se observó la persistencia de las anomalías cálidas de la TSM en casi todo el Pacífico ecuatorial, aunque estas fueron de menor intensidad que meses anteriores. Las anomalías de TSM en el Pacífico central (Niño 3.4) fueron ligeramente mayores a los años 1983 y 1998, mientras que la anomalía en el Niño 1+2 sigue siendo menor a estos años e incluso disminuyó hasta 0,83°C. Por otro lado, el acoplamiento de gran escala entre la atmósfera y el océano en el Pacífico central – oriental ha incrementado ligeramente en comparación al mes anterior, pero con valores por debajo de los años 1982 y 1997. Por otra parte, los vientos del oeste, en promedio, en la zona del Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) han disminuido considerablemente (Figura 2.5.7) llegando a ser el valor más bajo registrado desde el 2015. Finalmente, los vientos del oeste en alta atmósfera (200 hPa), sobre nuestro territorio, se debilitaron durante la segunda quincena del mes, lo que favoreció la entrada de vientos del este que transportan humedad desde la amazonia sobre los Andes.

2.6 Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial

Los datos in situ de las boyas TAO/TRITON y ARGO mostraron una profundización de la isoterma de 20°C en la región que va de 130°W a 110°W, durante la primera quincena del mes de febrero, alcanzando una profundización máxima de hasta +40 m. Asimismo, en la región 160°E-160°W, la profundidad de termoclina muestra valores de hasta -40 m. En la región 110°W-95°W las boyas TAO/TRITON continúan sin mostrar información (Figura 2.6.1 b). Durante el resto del mes la profundidad de la termoclina, según ARGO, fue más intensa, sin embargo, a final de mes mostró una profundización de +40 m en aproximadamente 95°W. Con relación al nivel medio del mar, los datos de altimetría satelital (Jason-2) continuaron mostrando anomalías positivas, con un máximo de hasta +30 cm durante los primeros días del mes, en la región 160°W-110°W. En el resto del mes las anomalías del nivel medio del mar fueron menos intensas con valores de hasta +18 cm (Figura 2.6.1. d).

Por otro lado, por encima de los 200 m de profundidad, las temperaturas sub-superficiales ecuatoriales, según la información de las boyas del proyecto TAO/TRITON, presentaron anomalías positivas que alcanzaron +6°C durante los primeros días del mes en la región 130°W-110°W, y una profundidad aproximada de +120 m. En el transcurso del mes de febrero las anomalías positivas fueron disminuyendo gradualmente tanto en intensidad y profundidad. Para finales de mes las anomalías positivas presentaron un valor de +4°C y una profundidad de +75 m aproximadamente (Figura 2.6.2). Asimismo, las anomalías negativas se extendieron hasta 110°W, con un núcleo máximo de -3°C.

Con respecto, a los vientos calculados del satélite ASCAT, no se ha observado la presencia de nuevos pulsos a lo largo del Pacífico ecuatorial, no obstante todavía se muestra una persistencia cuya intensidad es aproximadamente a $+10 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-2}$ (Figura 2.6.1 a). Por otro lado, la evolución de la inclinación de la profundidad de la termoclina mostró una tendencia a normalizarse durante todo el mes (Figura 2.6.3).

Discusión: Durante el mes de febrero los datos de profundidad de la termoclina y el nivel medio del mar presentaron anomalías positivas debido a la propagación de la onda Kelvin cálida producida por el pulso de viento del oeste de la primera quincena de enero. A partir, de la segunda quincena la señal de la onda Kelvin, tanto en las anomalías de la termoclina y nivel medio del mar, se ha visto atenuada. Sin embargo, la señal de la onda Kelvin cálida asociada a la profundidad de la termoclina ha continuado su propagación hacia Sudamérica y a finales de mes su núcleo se detecta a 95°W . Posiblemente, el retraso de esta señal obedeció a una menor velocidad de propagación, asociada a la profundización promedio de la termoclina en la región del Pacífico Ecuatorial Oriental que alcanzó valores de aproximadamente 50 metros. Adicionalmente, la onda Kelvin fría, actualmente alcanzando los 120°W , continuó su propagación hacia el este, atenuada por las anomalías de vientos del oeste registradas en la segunda quincena.

2.7 Recursos pesqueros e indicadores biológicos

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota industrial en el litoral peruano del 01 al 29 de febrero ascendió a 274 394 toneladas (t). La especie *Engraulis ringens* “anchoveta” fue la de mayor desembarque con el 99,17% (Tabla 2.7.1).

Mediante RM 017-2016-PRODUCE, se autorizó la primera temporada de pesca 2016 de anchoveta en la región sur, durante el periodo 02 de febrero al 30 de junio 2016, estableciendo un Límite Máximo Total de Captura Permisible (LMTCP) de 382 mil t. Al 29 de febrero solo se han desembarcado en Atico (16°S) e Ilo (17°S) un total de 158 t. Esta descarga corresponde a un avance del 0,04% de la cuota establecida (Tabla 2.7.2).

Información de la región norte centro corresponde a los registros de observaciones a bordo y de las descargas de embarcaciones de la flota de menor escala y/o artesanal. La principal zona de pesca frente a Chimbote (9°S). El desembarque de anchoveta, al 28 de febrero fue alrededor de 1 mil t, ligeramente superior a la descarga del mes anterior pero 92% menor a lo registrado en febrero del 2015 (Figura 2.7.1) Las observaciones sobre la estructura de tallas de anchoveta, evidenciaron la permanencia del contingente de juveniles tanto en la región norte centro como en la región sur con porcentaje de 14,4% y 17,4% respectivamente. La composición por tamaños en el norte centro fue más amplia encontrando ejemplares desde 8,0 a 17,0 cm de longitud total (LT) (Figura 2.7.2)

Los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro en el mes de febrero, muestran que el recurso no se encuentra desovando masivamente. Si bien, la Fracción Desovante (FD) indicador directo del desove y el Índice Gonadosomático (IGS) que determina la maduración y desove, tuvieron valores superiores al mes de enero, que evidencia que se viene produciendo el proceso de maduración gonadal, el aumento en el Índice de Atresia (IA), como consecuencia de las anomalías oceanográficas muestra que la magnitud del desove secundario de verano de la anchoveta en las actuales condiciones, es incierto (Fig. 2.7.3).

El Seguimiento de la Pesquería Pelágica y el Programa Bitácoras de Pesca, registraron captura incidental en la flota destinada a la anchoveta. Entre ellas a las especies indicadoras del ingreso de masas de agua cálida como: *Anchoa nasus* “samasa”, especies de la Provincia Panameña, frente a Chimbote (9°S) y a la especie oceánica *Sarda chiliensis chiliensis* “bonito” que fue registrada dentro de las 20 mn entre Punta La Negra (6°S) y Atico (16°S) (Figura 2.7.4).

Durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama- Paita – PpR 1602 realizado del 10 al 17 febrero 2016), se registró dentro de las 20 millas náuticas (mn) al norte de Pimentel (10°S) a la especie atún aleta amarilla, indicadoras de la presencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), provenientes de la zona oceánica (Figura 2.7.5). Además se pudo visualizar a las aves guaneras, piquero, guanay y pelícano, principalmente dentro de las 10 mn frente a Chicama (7°S) (Figura 2.7.6), mientras que aves migratorias, indicadoras del ingreso de aguas cálidas, como el albatros de Galápagos y la fragata, fueron registradas dentro de las 20 mn frente a Paita (5°S), Chicama (7°S) y Huarmey (10°S) (Figura 2.7.7).

Discusión: Al 29 de febrero el desembarque de la pesca ha sido menor al 1% de lo establecido en la primera temporada (382 mil toneladas). En relación a los indicadores reproductivos, estos indican que el desove secundario de verano de la anchoveta es incierta, esto último debido a las condiciones oceanográficas anómala que se vienen presentando. Por otro lado la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama- Paita confirmó la permanencia de las condiciones cálidas, al registrar, dentro de las 20 millas náuticas, especies propias de aguas cálidas.

3. PERSPECTIVAS

3.1 A corto plazo (semanas)

La señal de la onda Kelvin cálida asociada a la profundidad de la termoclina ha continuado su propagación hacia Sudamérica y a finales de febrero su núcleo se detecta en 95°W. Se espera que esta onda impacte la costa peruana en las siguientes semanas.

Por otro lado, los modelos oceánicos lineales corridos en el IGP (Mosquera 2009, 2011; Figura 2.6.1 e) e IMARPE (Dewitte et al., 1999; Figura 3.1.1 c), sugieren que las nuevas anomalías del oeste estarían generando una nueva onda Kelvin cálida de poca intensidad (estos modelos se asumen proporcionales entre sí). Según el modelo del IGP, esta onda debe llegar al extremo oriental a partir de la primera quincena de marzo aproximadamente. Esto podría prolongar la transición a una fase fría en la costa peruana. El modo 2 de IMARPE indica que llegaría frente a las costas sudamericanas entre fines de febrero e inicios de marzo de 2016.

Discusión: El arribo en marzo del núcleo en profundidad de la termoclina de la onda Kelvin cálida podría prolongar la transición a una fase fría en la costa peruana, la cual a su vez podría mantener las probabilidades que continúen los episodios de lluvias muy fuertes en forma localizada en la zona nor-occidental del país, lo cual corresponde a precipitaciones en las partes medias y bajas del orden de 35-60 mm/día en Tumbes y Piura, y de 20 mm/día en Lambayeque, sin descartar la ocurrencia de lluvias extremas que superen los rasgos indicados.

3.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)

En el transcurso del mes de marzo, debido al arribo de la onda Kelvin es probable que las anomalías de la TSM en la costa peruana se incrementen en $+1^{\circ}\text{C}$, con esta anomalía se mantendrían las condiciones Niño para el presente verano.

Por otra parte, para el océano Pacífico ecuatorial central (Niño3.4), los pronósticos de los modelos climáticos dinámicos, evaluados del proyecto North American Multi-Model Ensemble NMME (Kirtman et al., 2014; Figura 3.2.1) y otros (compilación del International Research Institute for Climate and Society IRI), con condiciones iniciales del mes de febrero, para los meses de marzo y abril de 2016, indican que la ATSM tendría las condiciones fuerte y moderada, respectivamente, en esa región.

Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), los pronósticos de los modelos climáticos dinámicos internacionales evaluados (siete del proyecto NMME y el European Center for Medium Range Weather Forecasting ECMWF) e inicializados en febrero, para los meses de marzo y abril de 2016, indican en promedio condiciones cálida moderada (Figura 3.2.2). Los modelos en mención indican que en el Pacífico oriental habría condiciones El Niño costero, el cual se inició en abril y tuvo un máximo en octubre.

Discusión: Debido a la intensificación de los vientos provenientes del Golfo de Panamá y al desarrollo de la banda secundaria de la Zona de Convergencia Intertropical, típico de estos meses, es más probable la ocurrencia de eventos de debilitamiento de los vientos alisios del sureste acompañados por TSM cálidas en la costa, favoreciendo los procesos convectivos en la costa norte. Para los meses de marzo y abril según los modelos climáticos se mantendrían las condiciones cálidas en el océano Pacífico oriental, sin embargo estas condiciones serían inferiores a la de los meses anteriores. Los resultados de las correlaciones de las condiciones observadas y los pronósticos inicializados en febrero para los meses de marzo y abril son alrededor de 0.66 (Reupo y Takahashi, 2014 a, b).

3.3 A largo plazo (más de 3 meses)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), los pronósticos de los modelos dinámicos de NMME indican que las condiciones cálidas de las anomalías de la TSM continuarían para el mes de mayo con condiciones en promedio cálidas débiles (Figura 3.2.1). Los modelos indican, en promedio, una disminución de las anomalías positivas de TSM para los siguientes meses, alcanzando condiciones normales para el mes de junio.

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los pronósticos de los modelos climáticos de NMME indican en promedio condiciones cálidas débiles para el mes de mayo. Los modelos CFSv2, CMC1_CanCM3 y GFDL indican fin del evento El Niño en el mes de junio. Los modelos climáticos internacionales nos da como resultado pronósticos confiables hasta el mes de enero, incluso para representar la diversidad de El Niño (Jeong et al, 2012), las condiciones iniciales entre los meses de enero y marzo no muestra buenos pronósticos hasta el mes de abril para la región Niño 1+2.

Esta capacidad parece haber disminuido desde aproximadamente el año 2000 (Barnston et al., 2012; Reupo y Takahashi, 2014). En general, la calidad de los pronósticos es baja en el Pacífico oriental relativo al central (Reupo y Takahashi, 2014), y particularmente los GCMs subestimaron las anomalías de TSM durante los dos El Niño extraordinarios (1982-1983 y 1997-1998). Para el verano 2015-2016, los GCMs a nivel internacional pronostican anomalías de TSM en la región Niño 3.4 sustancialmente por encima de +2°C, lo cual solo se ha observado en 1972-1973, 1982-1983 y 1997-1998.

La presencia de las ondas Kelvin cálidas ecuatoriales ha contribuido a mantener una menor inclinación de la termoclina ecuatorial (Figura 2.6.3a). La profundidad de la termoclina en el Pacífico Ecuatorial se ha reducido, presentando anomalías negativas, debido al proceso de descarga del contenido de calor en la región del Pacífico Ecuatorial, que podría interpretarse como el proceso de finalización de El Niño (Figura 2.6.3b).

Discusión: Las anomalías positivas de las temperaturas del aire, la temperatura superficial del mar (TSM) y el nivel medio del mar (NMM) registrados por las estaciones costeras, se mantienen positivas. Las anomalías de la TSM en el Pacífico oriental (Niño 1+2) en este mes son superiores a las del evento de 1972 e inferiores a las de 1982, estamos ante la presencia del evento El Niño, que hasta la fecha ha alcanzado la magnitud fuerte, el máximo valor del ICEN se presenta en el mes de octubre (Figura 2.1.7), según los modelos climáticos el Niño costero tendría magnitud moderada este verano y las condiciones Niño se podría extender hasta los meses entre mayo y junio.

Para el Pacífico Ecuatorial central (región Niño 3.4), los modelos climáticos pronostican la declinación del Evento Niño en los próximos tres meses, aunque mantendría su magnitud fuerte al menos hasta marzo. El Niño en el Pacífico central seguirá modulando el régimen de las lluvias en la región andina, por lo que se estima que de la deficiencia de lluvias continuará o se reduzcan en marzo (Lagos et al, 2007; Silva et al, 2008; Lavado y Espinoza, 2014, lo que no contradice la ocurrencia de eventos esporádicos de precipitaciones de fuerte intensidad.

4. CONCLUSIONES

Durante el mes febrero las condiciones oceánicas y atmosféricas de la fase cálida de El Niño-Oscilación del Sur continúan. Las condiciones de anomalía de la TSM, en promedio se redujeron con respecto a enero en la costa norte.

En la zona costera del Perú, las anomalías del nivel medio del mar (NMM) alcanzaron valores máximos a mediados de mes de +15 y +20 cm en la costa centro y norte, respectivamente, debido al arribo de la señal en NMM de la onda Kelvin cálida producida por el pulso de viento del oeste en enero, con tendencia a la normalización de sus valores posteriormente. Para la TSM, las anomalías oscilaron entre +2 y 3°C en la costa centro y sur. Asimismo, las temperaturas extremas del aire continuaron por encima de lo normal a lo largo de la costa norte y central con valores de +1,8°C para la temperatura máxima y mínima.

En la estación Fija Paita, se presentaron anomalías de temperatura de +1°C hasta los 100 m durante última semana del mes, así como la proyección de aguas de baja salinidad. En la Estación Fija Callao, las anomalías de temperatura alcanzaron entre +2°C y +3°C en los 100 m en la última semana.

El Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de enero fue +1,77°C, manteniendo la categoría Cálida Fuerte, mientras que según el ICENtmp para los meses de febrero y marzo de 2016, disminuiría a condiciones cálidas moderadas.

Durante el mes de febrero, ocurrieron fuertes lluvias en la región andina central y sur y en la costa norte (Tumbes, Piura y Lambayeque). Producto de las precipitaciones, los caudales de los principales ríos de la costa norte presentan caudales superiores a los promedios históricos y los de la región Titicaca tienen tendencia ascendente. Además, los reservorios en la costa norte y sur muestran un incremento, alcanzando en promedio 42% y 74% de su capacidad máxima, respectivamente.

Los modelos globales para el Pacífico oriental (región Niño 1+2) indican en su mayoría condiciones cálidas moderadas para el mes de marzo, seguidas por una declinación en los próximos tres meses a condiciones normales. Para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), los modelos globales pronostican la declinación del evento El Niño en los próximos tres meses, aunque continuaría con magnitud fuerte al menos hasta marzo.

Se espera que el evento El Niño costero continuará el presente verano. Debido a la profundización de la termoclina asociada al arribo del núcleo de la onda Kelvin cálida en marzo, se espera un incremento promedio de +1°C de las anomalías de TSM en la costa peruana durante este mes. Junto con el calentamiento estacional, es probable que esto facilite la continuación de episodios de lluvias muy fuertes en marzo en la zona noroccidental del país (del orden de 35-60 mm/día para las partes medias y bajas de Tumbes y Piura, y 20 mm/día en Lambayeque), sin descartar la ocurrencia de lluvias extremas que superen los rangos indicados. En la región andina se espera un incremento gradual del régimen de lluvias pudiendo presentarse episodios de lluvias muy fuertes, principalmente en la vertiente occidental.

5. REFERENCIAS

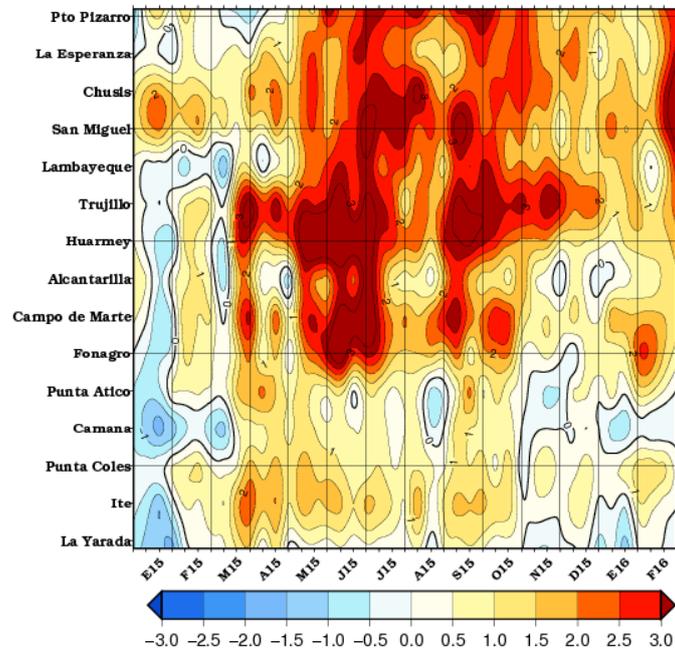
- Barnston, A. G., Tippett M. K., L'Heureux M. L., Li S., DeWitt D. G., 2012: Skill of Real-Time Seasonal ENSO Model Predictions During 2002–11: Is Our Capability Increasing?, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93 (5), 631-651, doi:10.1175/BAMS-D-11-00111.1.
- Comunicado Oficial ENFEN N° 17-2015, Comité Multisectorial Encargado Del Estudio Nacional Del Fenómeno El Niño (ENFEN).
- Comunicado Oficial ENFEN N° 21-2015, Comité Multisectorial Encargado Del Estudio Nacional Del Fenómeno El Niño (ENFEN).
- Dewitte B., G. Reverdin and C. Maes, 1999: Vertical structure of an OGCM simulation of the equatorial Pacific Ocean in 1985-1994. *J. Phys. Oceanogr.*, 29, 1542-1570.
- Garreaud, R. & Aceituno, P., 2001 – Interannual rainfall variability over the South American Altiplano. *Journal of Climate*, 14: 2779-2789
- Garreaud, R., Vuille, M. & Clement, A.C. (2003). The climate of the Altiplano: observed current conditions and mechanisms of past changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 194: 5-22.
- Garreaud, R. D. (2009). The Andes climate and weather. *Advances in Geosciences*, 22, 3-11.

- Jeong H, Lee D, Ashok K, Ahn J, Lee J, Luo JJ, Schemm J, Hendon HH, Braganza K, Ham YG, 2012: Assessment of the APCC coupled MME suite in predicting the distinctive climate impacts of two flavors of ENSO during boreal winter. *Climate Dynamics*, doi: 10.1007/s00382-012-1359-3.
- 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
- Kosaka Y, Xie SP, 2013: Recent global-warming hiatus tied to equatorial Pacific surface cooling, *Nature*, doi: 10.1038/nature12534.
- Lagos, P., 2007: Peru's Approach to Climate Change in the Andean Mountain Region: Achieving Multidisciplinary Regional Cooperation for Integrated Assessment of Climate Change, *Mountain Research and Development*. Vol. 27 No 1 February 2007: 28-31.
- Lagos, P., Silva, Y., Nickl, E., & Mosquera, K. (2008). El Niño-related precipitation variability in Perú. *Advances in Geosciences*, 14, 231-237.
- Lavado W and Espinoza J.C., 2014: Impact of El Niño and La Niña events on Rainfall in Peru. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.29, 171-182
- Lee, T., and M. J. McPhaden, 2010: Increasing intensity of El Niño in the central-equatorial Pacific, *Geophysical Research Letters*, 37, L14603, doi: 10.1029/2010GL044007.
- 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.
- Reupo, J., y Takahashi, K., 2014a: Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010). *Bol. Tec. El Niño IGP*, 1 (1), 8-9.
- Reupo, J., y Takahashi, K., 2014b: Variabilidad decadal en la bondad de los pronósticos con modelos climáticos globales. *Bol. Tec. El Niño IGP*, 1 (8), 9-10.
- Richard W. Reynolds, Thomas M. Smith, Chunying Liu, Dudley B. Chelton, Kenneth S. Casey, and Michael G. Schlax, 2007: Daily High-Resolution-Blended Analyses for Sea Surface Temperature. *J. Climate*, 20, 5473–5496.
- Takahashi, K., 2004: The atmospheric circulation associated with extreme rainfall events in Piura, Peru, during the 1997-1998 and 2002 El Niño events, *Ann. Geophys.*, 22, 3917-3926.
- Woodman, R. y Takahashi, K., 2014 ¿Por qué no llueve en la costa del Perú (salvo durante El Niño)? - *Bol. Tec. El Niño IGP*, 1 (6), 4-7.

- Y. Silva, Takahashi, K., y Chávez, R., 2008: Dry and wet rainy seasons in the Mantaro river basin (Central Peruvian Andes). *Advances in Geosciences* 14, 261-264.
- Takahashi, K., and Dewitte, B., 2015: Strong and moderate nonlinear El Niño regimes, *Climate Dynamics*, doi: 10.1007/s00382-015-2665-3.
- Vuille, M., 1999: Atmospheric circulation anomalies over the Bolivian Altiplano during dry and wet periods and extreme phases of the Southern Oscillation, *Int. J. Climatol.*, 19, 1579-1600.
- Vuille, M., Keimig, F., 2004: Interannual variability of summertime convective cloudiness and precipitation in the central Andes derived from ISCCP-B3 data. *J. Climate*, 17, 3334-3348
- Woodman, R., 1999: Modelo estadístico de pronóstico de las precipitaciones en la costa norte del Perú, *El Fenómeno del Niño, Investigación para una prognosis, 1er encuentro de Universidades del Pacífico Sur: Memoria*, 93-108.

6. FIGURAS

a)



b)

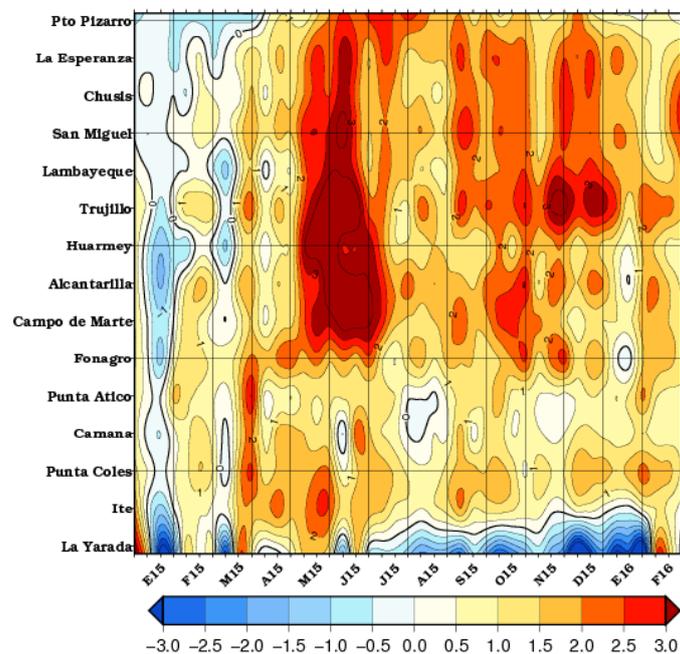
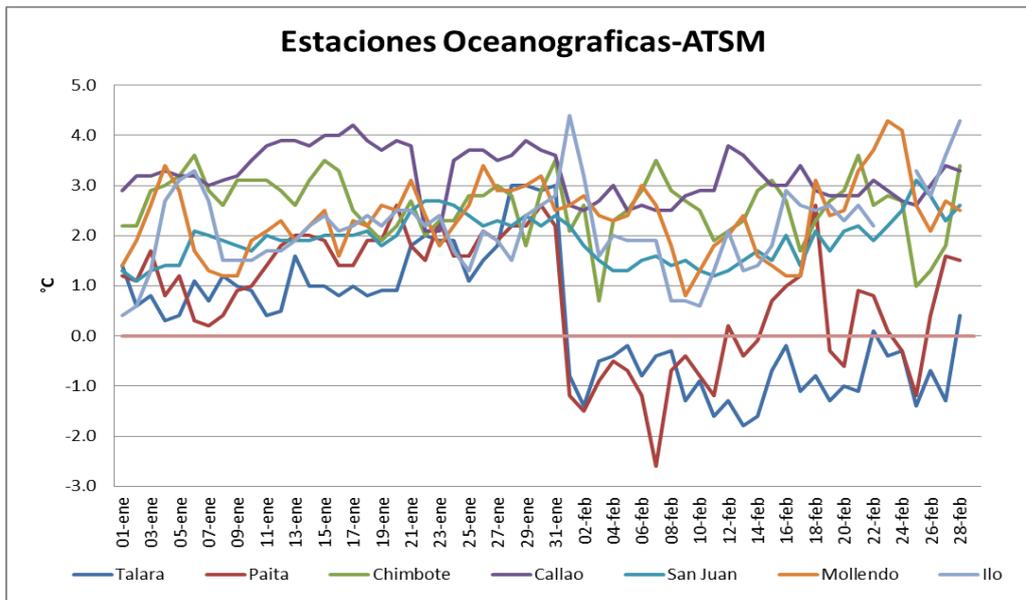


Figura 2.1.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire ($^{\circ}\text{C}$) en la costa peruana desde enero 2015 a febrero de 2016. Temperatura máxima (imagen superior) y Temperatura mínima (imagen inferior). Fuente: SENAMHI

a)



b)

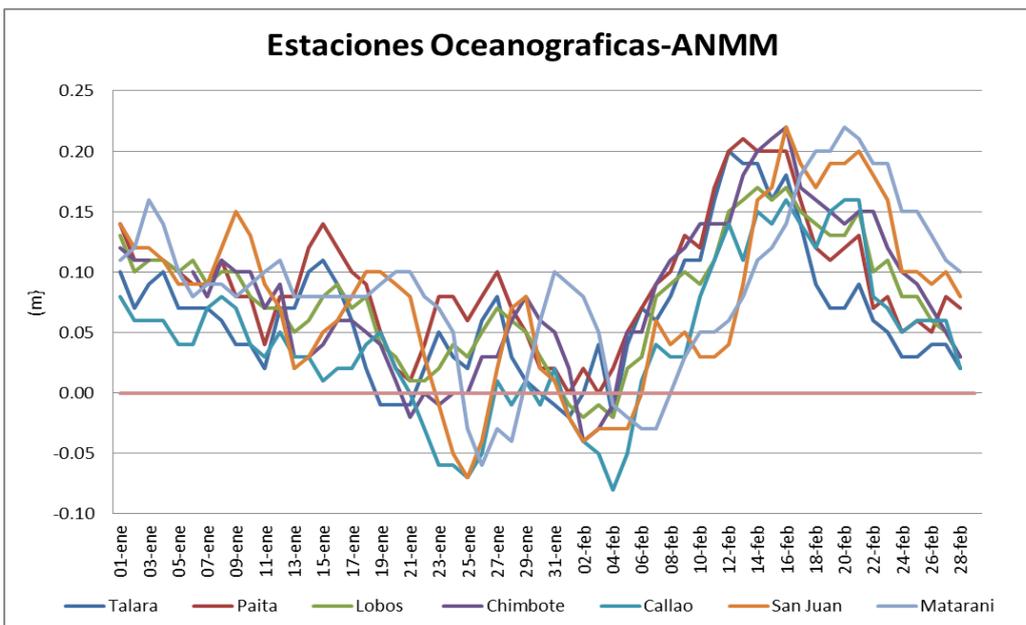


Figura 2.1.2. Serie de tiempo diaria de: a) Temperatura superficial del mar (°C) y b) Nivel medio del mar (m) en el litoral peruano durante el mes de enero - febrero 2016. Procesamiento: DHN

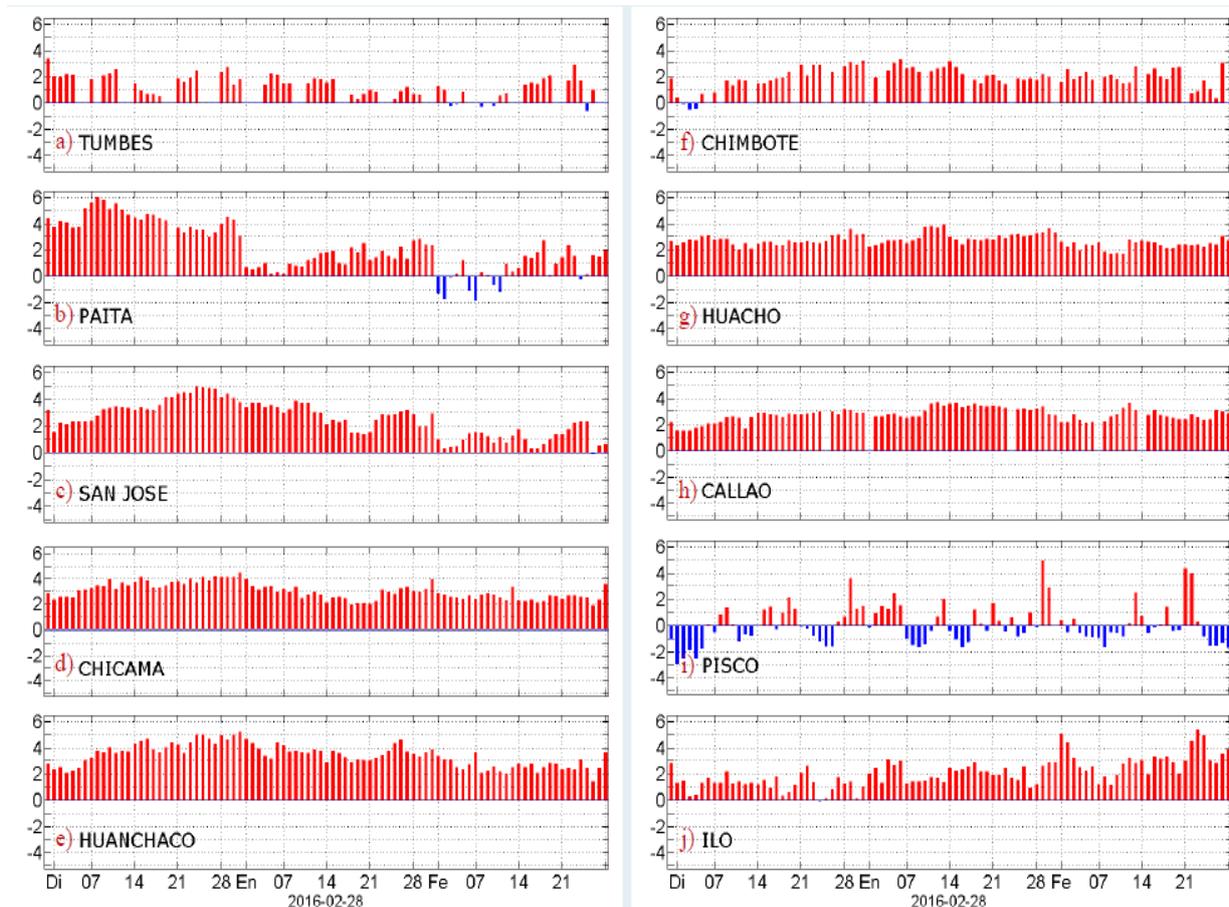


Figura 2.1.3 Series diarias de Anomalías de TSM registradas en estaciones costeras del IMARPE. Procesamiento: Laboratorio de Hidro-Física Marina, IMARPE.

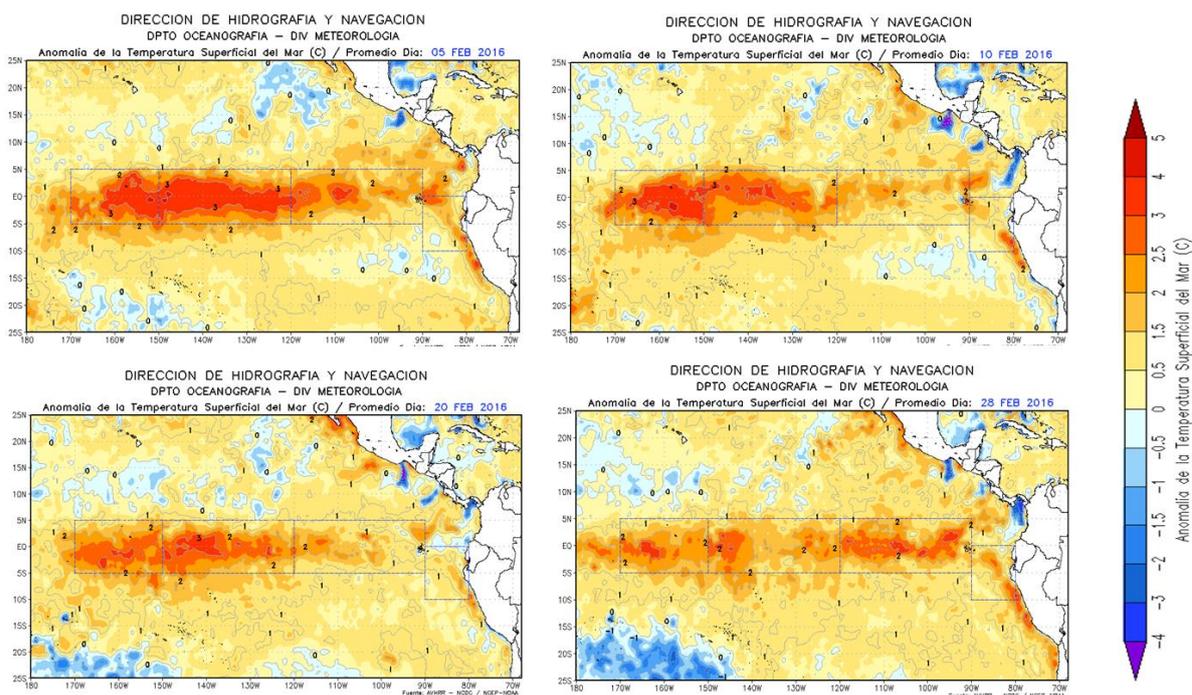


Figura 2.1.4. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 5 de febrero, b) 10 de febrero, c) 20 de febrero, y e) 28 de febrero de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN

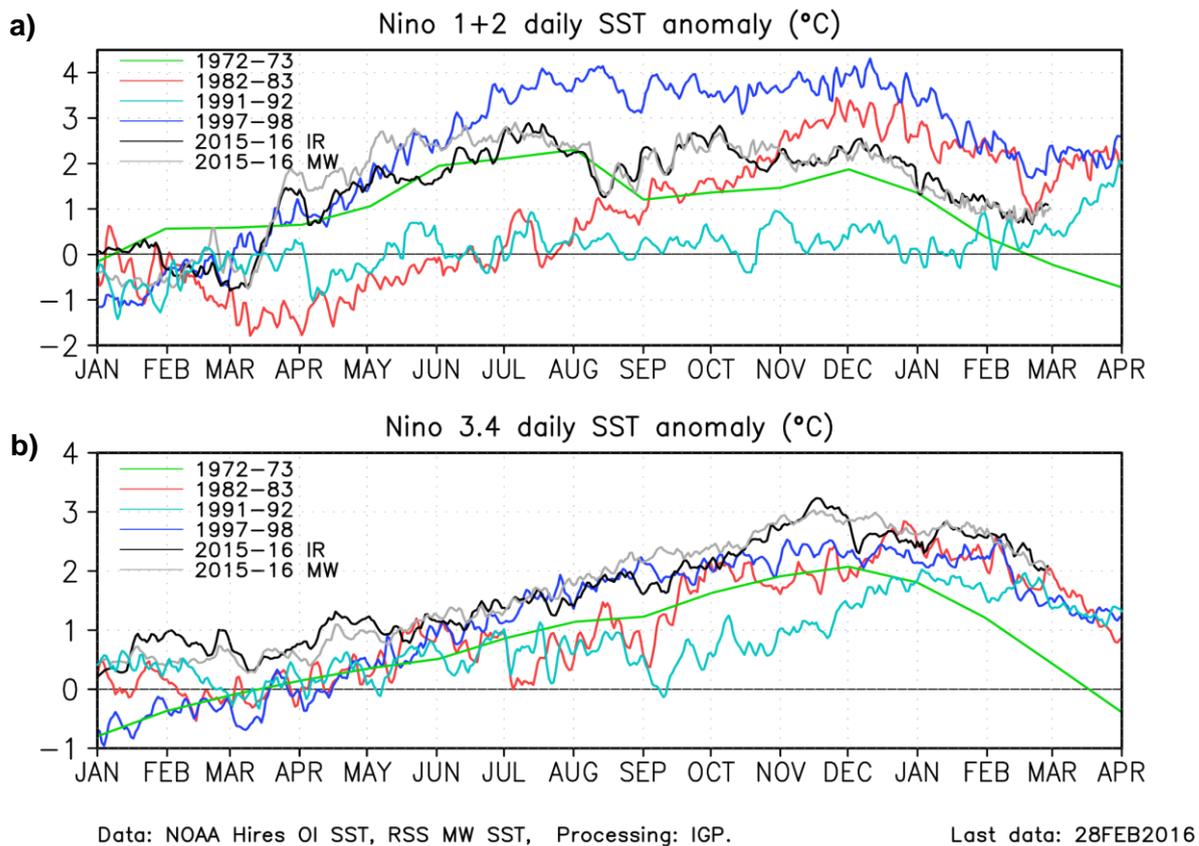


Figura 2.1.5. Anomalía de TSM (°C) durante el año 1982 (rojo), 1997 (azul) y 1972 (verde) según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), en la región 1+2 (a) y en la región 3.4 (b).Procesamiento: IGP

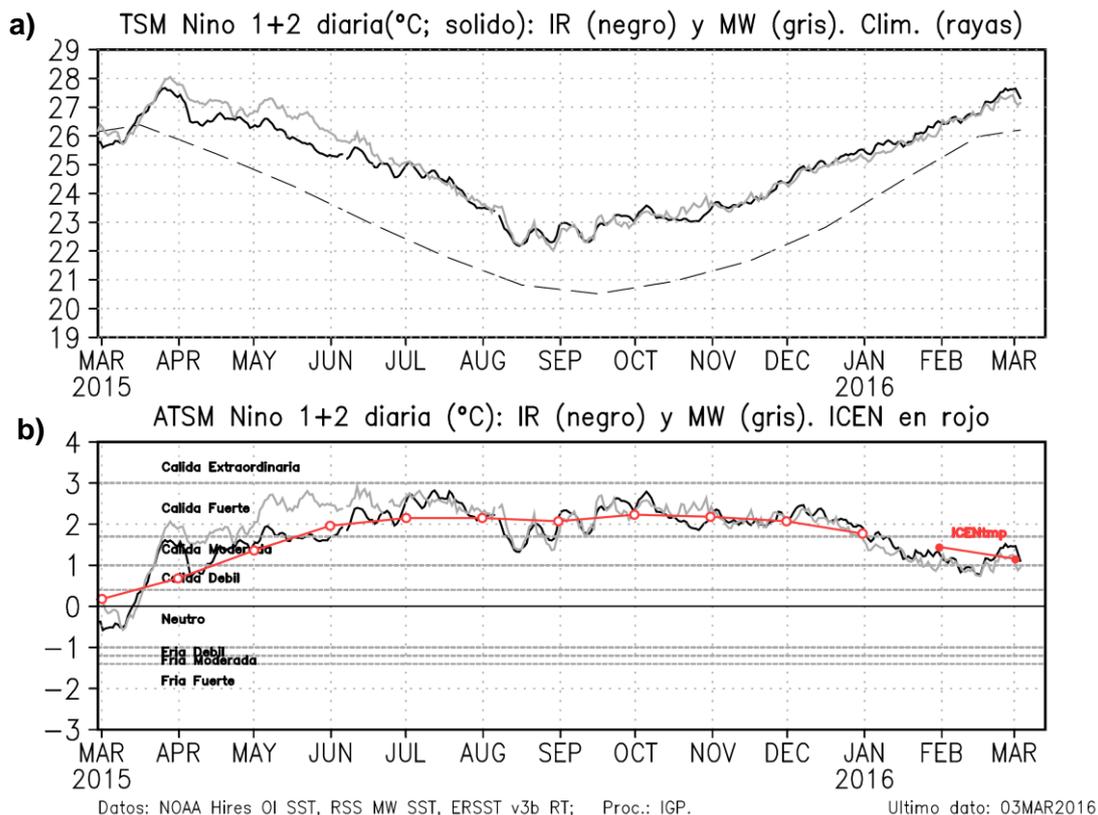


Figura 2.1.6. a) Temperatura superficial del mar (°C), climatología (línea punteada) en la región Niño 1+2 según los datos de infrarrojo (negro; NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de microondas (gris; RSS Microwave OI SST v4.0). b) Anomalía de TSM en la región 1+2, según los datos infrarrojo (negro) y microondas (gris) y el ICEN (rojo). Procesamiento: IGP

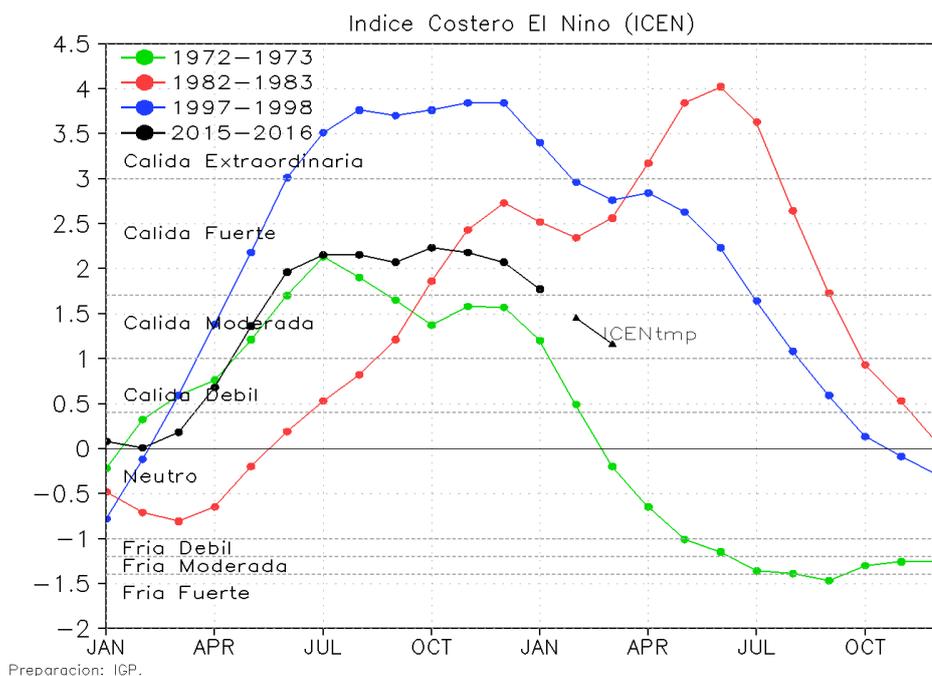


Figura 2.1.7. Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015 (negro)

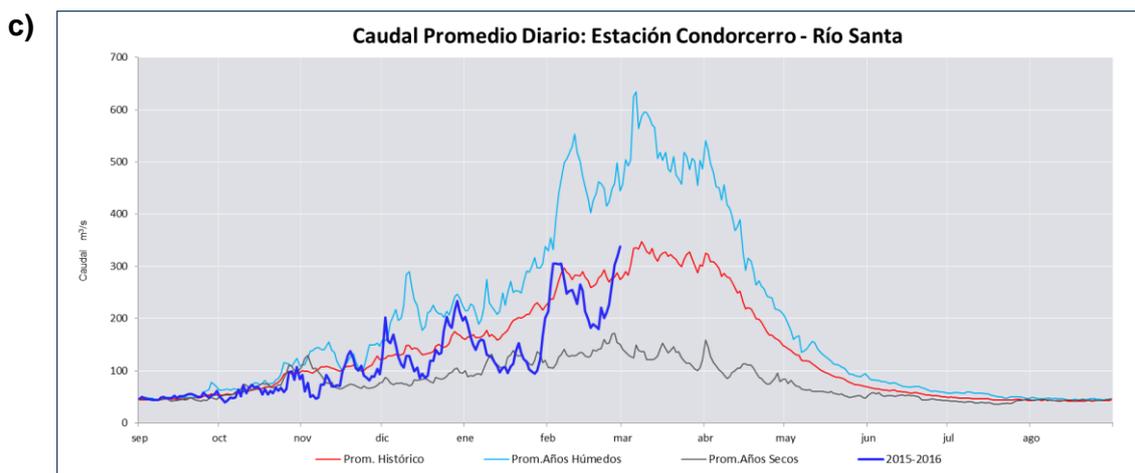
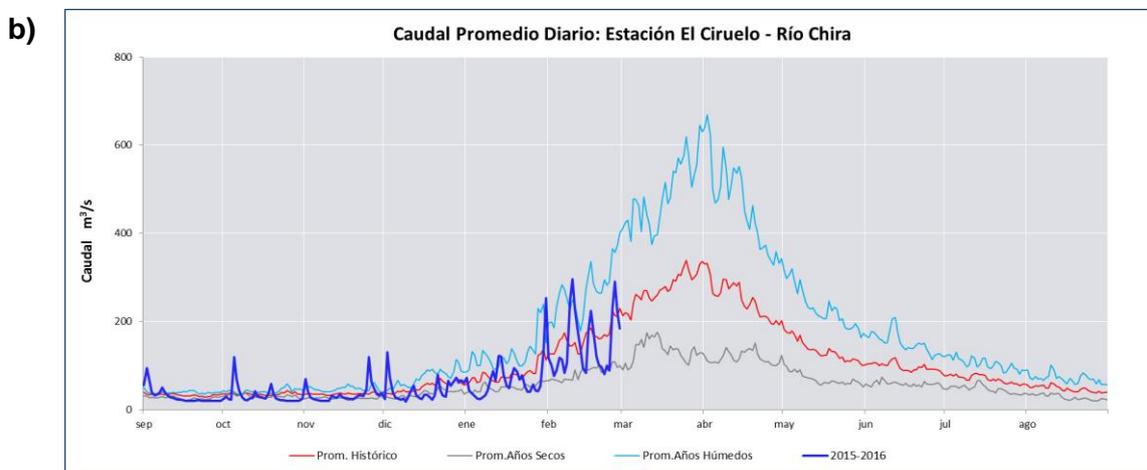
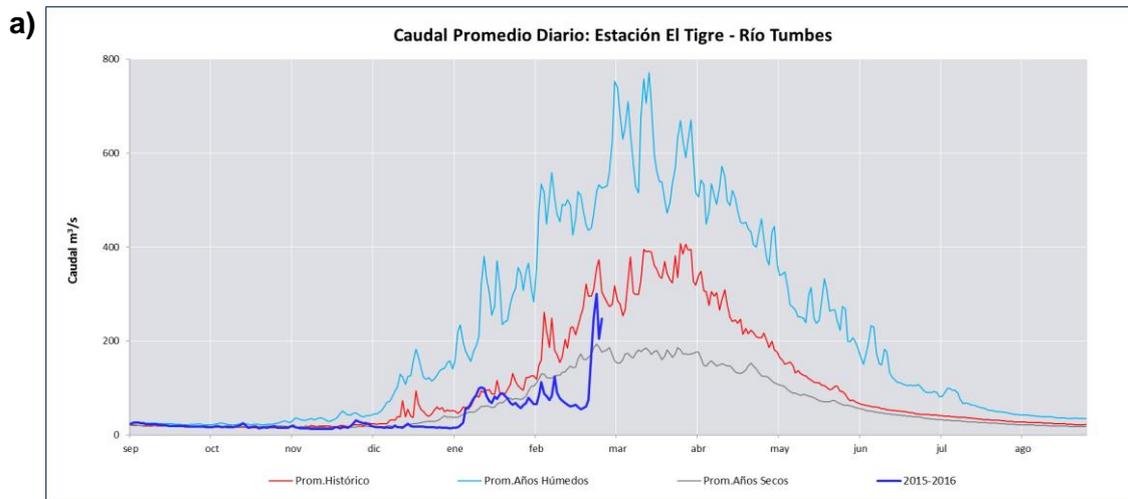


Figura 2.2.1. Serie de tiempo de los caudales diarios (m^3/s) de los ríos: a) Tumbes, b) Chira de la vertiente del Pacífico norte y c) Santa, de la vertiente del Pacífico centro del Perú. Fuente: ANA.

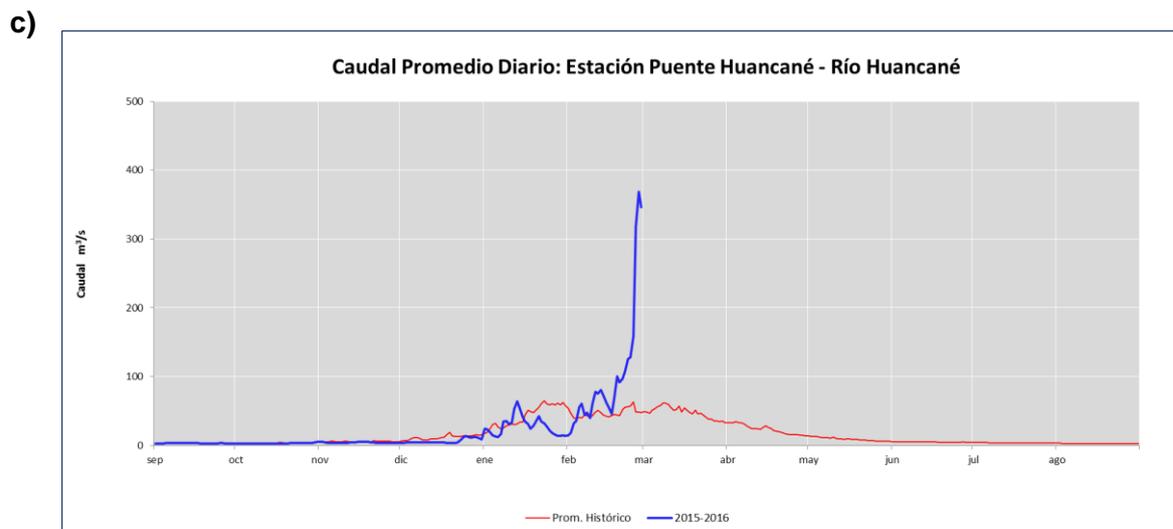
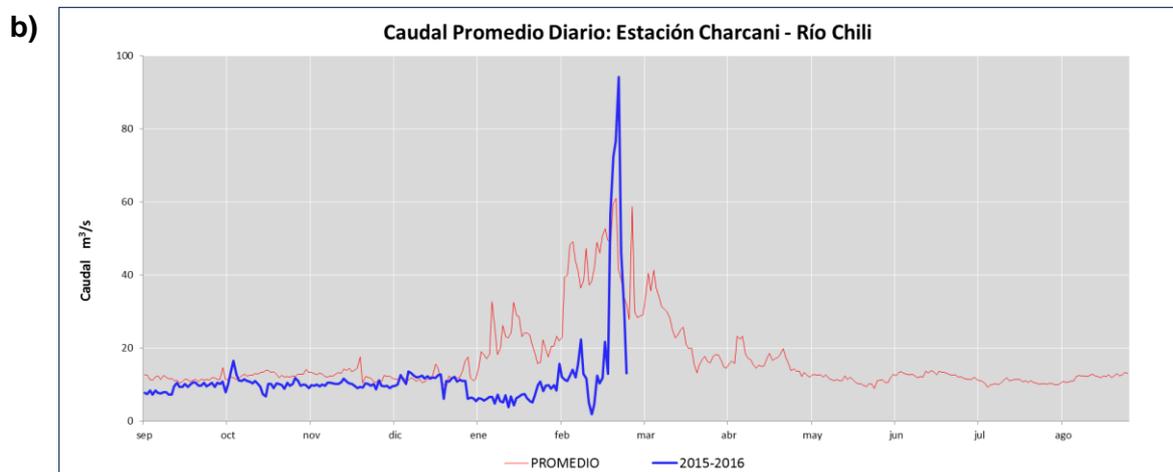
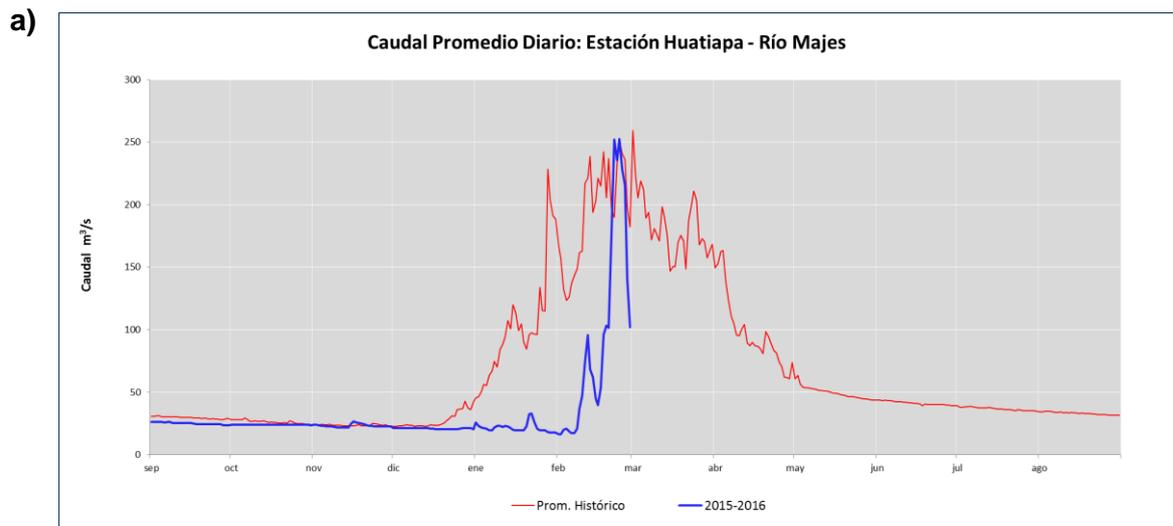


Figura 2.2.2. Serie de tiempo de los caudales diarios (m^3/s) de los ríos: a) Majes y b) Chili, de la vertiente del Pacífico sur, y c) Huancané de la vertiente del Titicaca del Perú. Fuente: ANA.

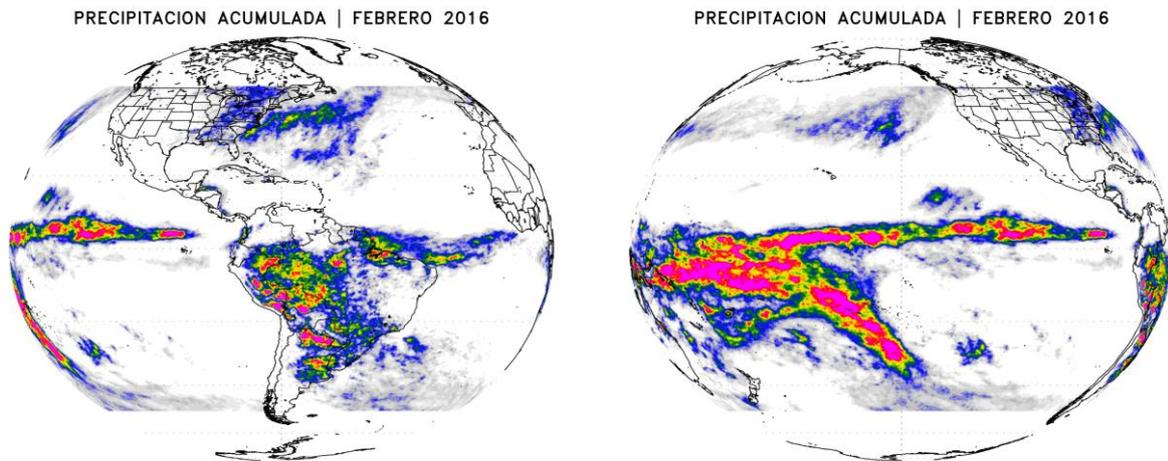


Figura 2.2.3. Precipitación acumulada (mm/mes) estimada por satélite TRMM, durante el mes de febrero de 2016. **Fuente:** TRMM/SENAMHI-DCLNCEP/NOAA – SENAMHI.

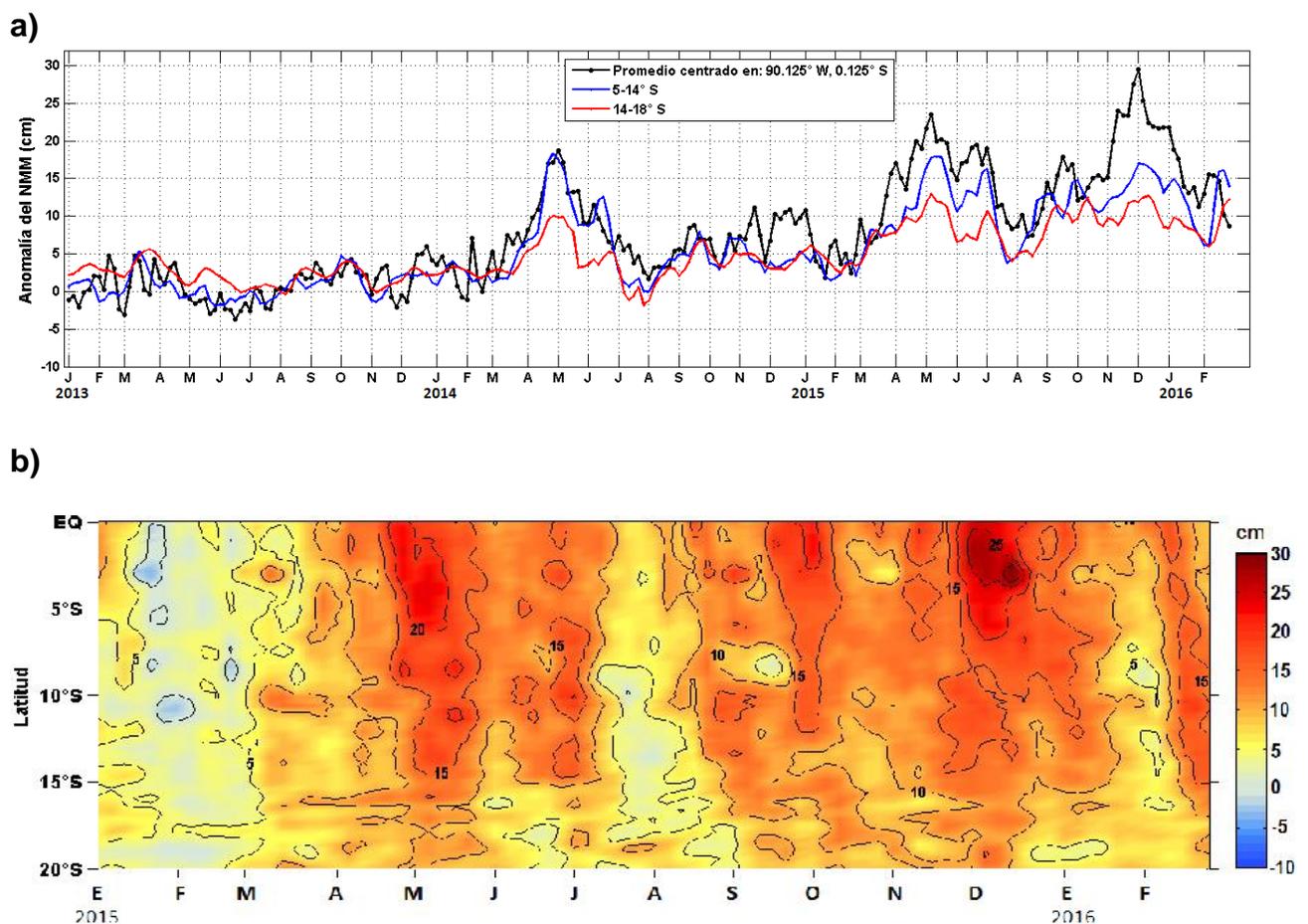


Figura 2.3.1. Anomalías de la altura del nivel del mar (cm) de altimetría satelital para la franja de 0 a 100 km. a) Serie temporal en pentadas durante el periodo 2013-2016, b) Diagrama de Hovmöller para el periodo 2015-2016. Datos: AVISO. Procesamiento: IMARPE.

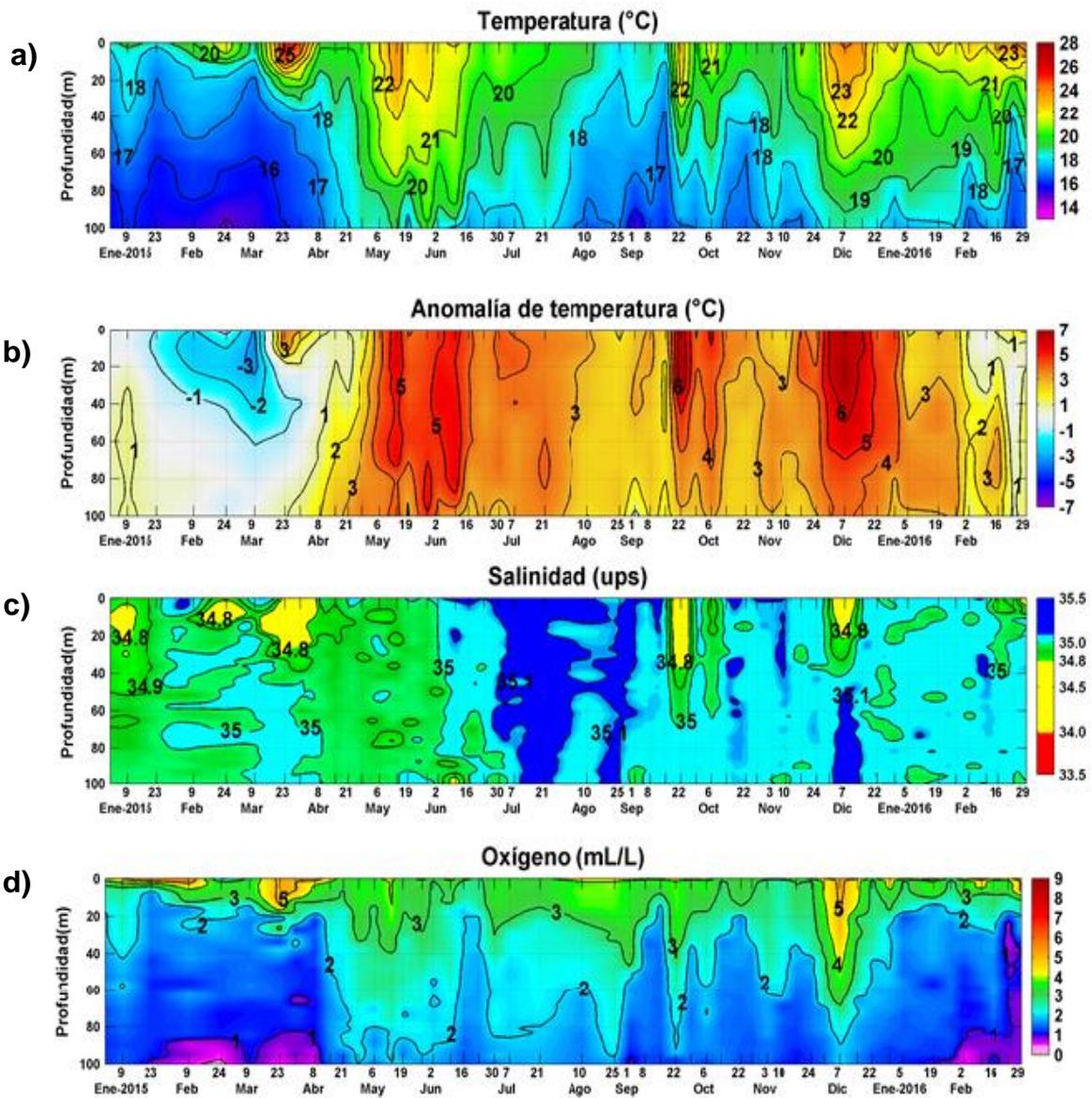


Figura 2.3.2. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 29 de febrero de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

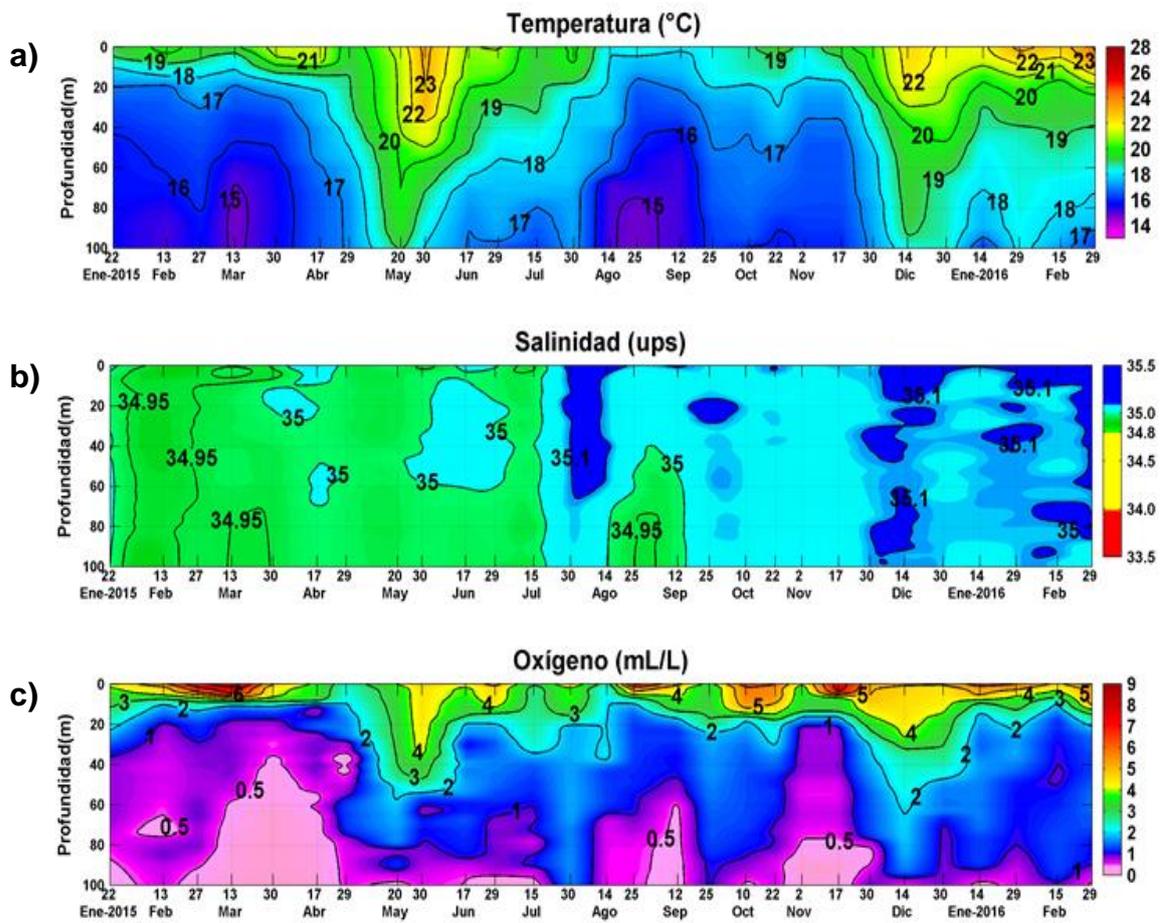


Figura 2.3.3. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno (mL/L) para el periodo del 22 de enero de 2015 al 29 de febrero de 2016. Fuente: IMARPE.

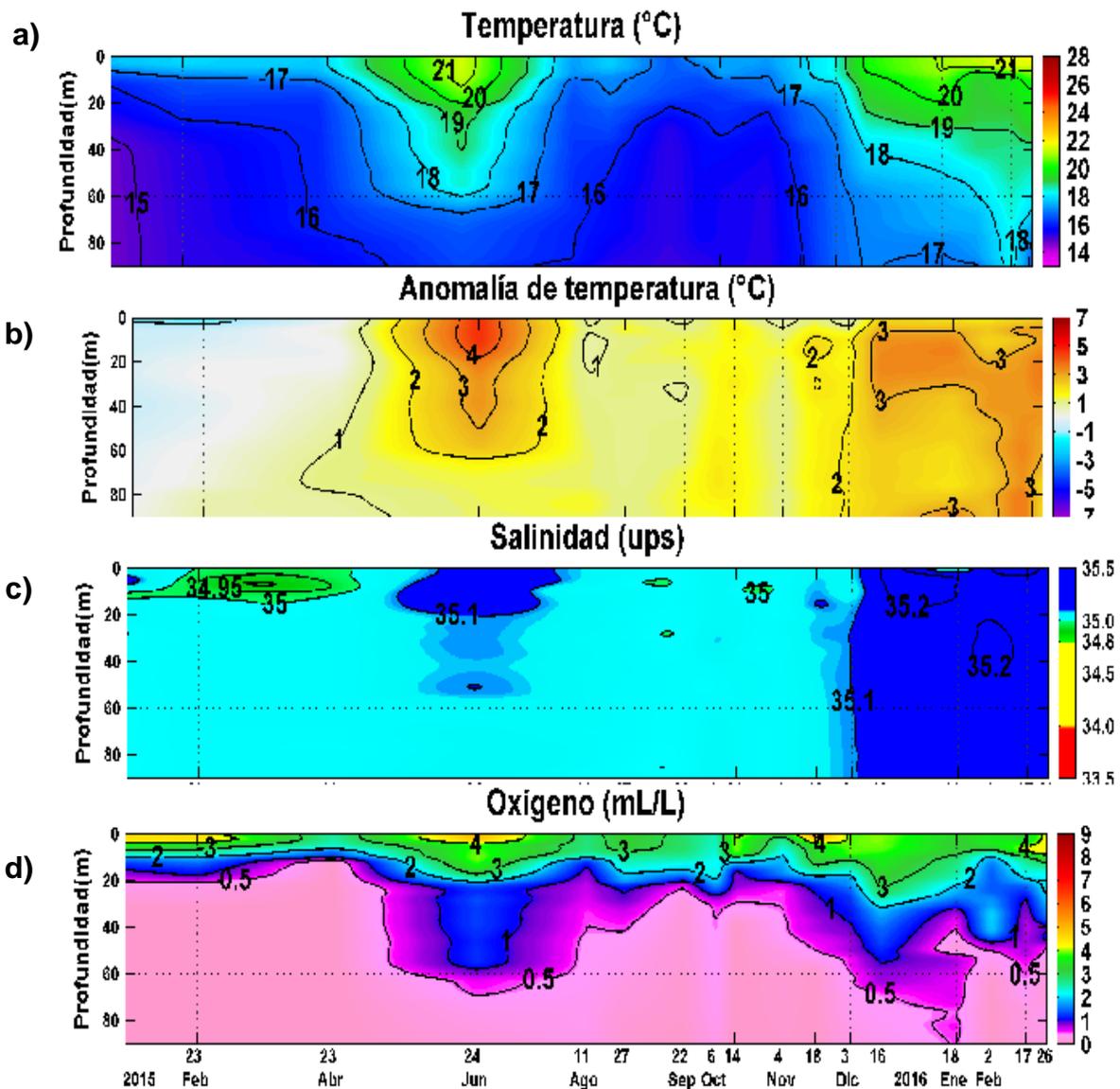


Figura 2.3.4. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 26 de febrero de 2016. Fuente: IMARPE.

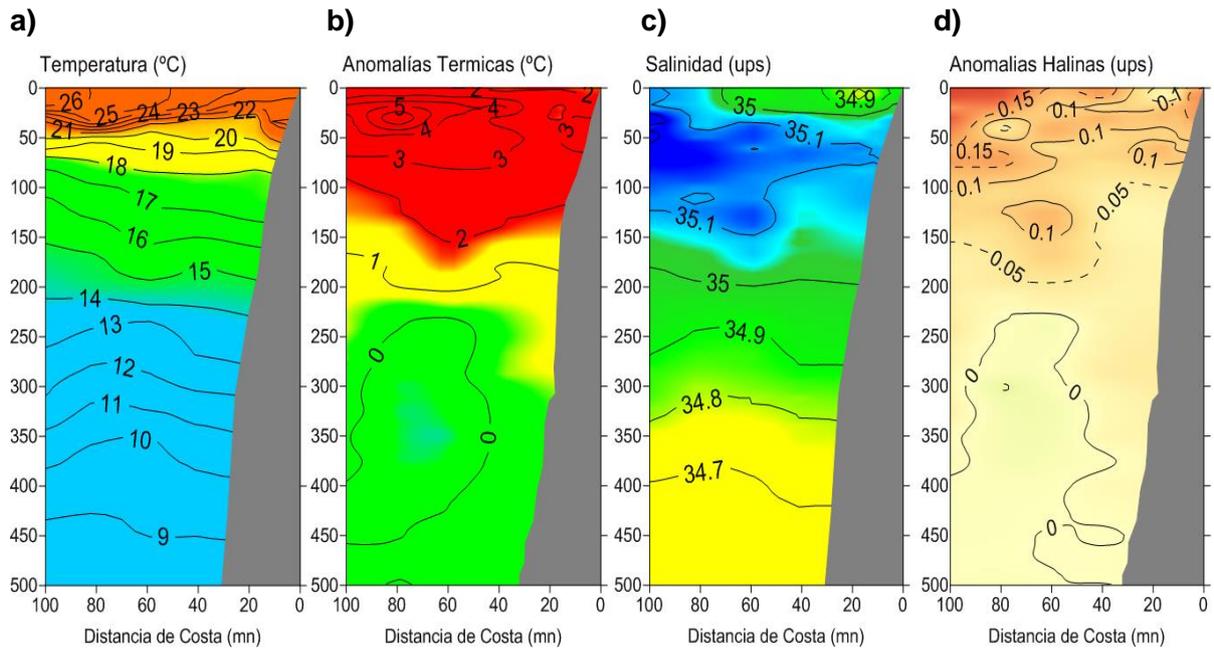


Figura 2.3.5. Distribución vertical de: a) temperatura y b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Paita. Operación BIC Flores, realizada durante el 13 y 14 de febrero de 2016. Fuente: IMARPE.

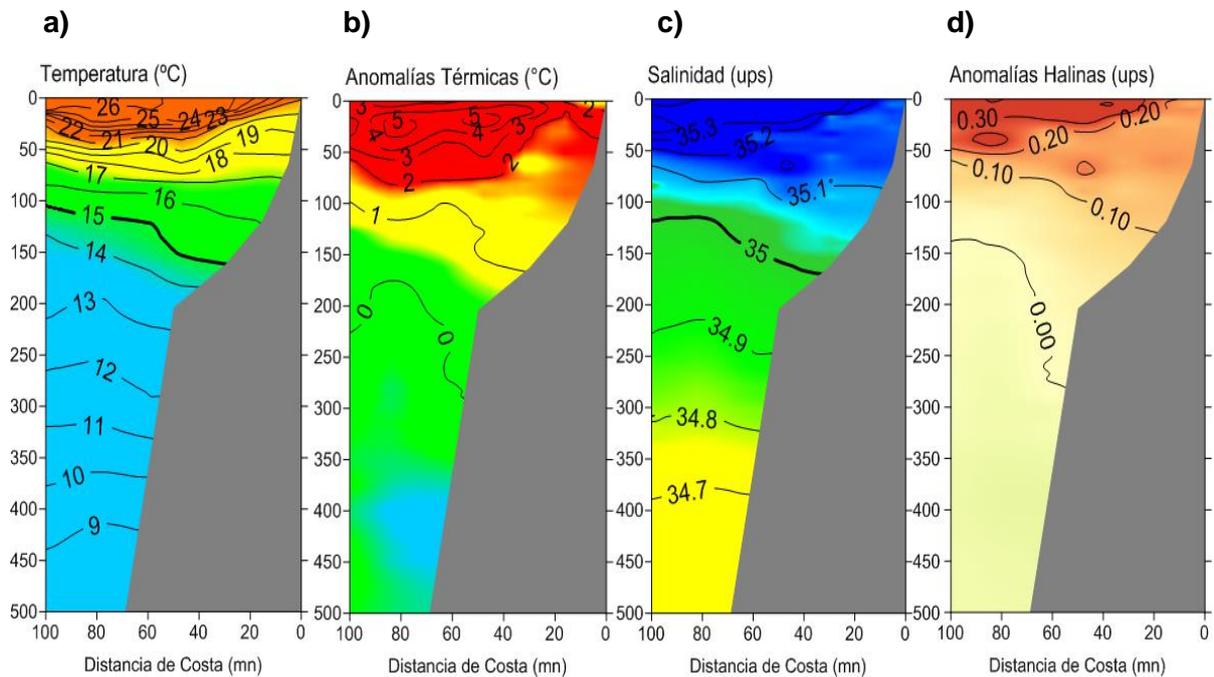
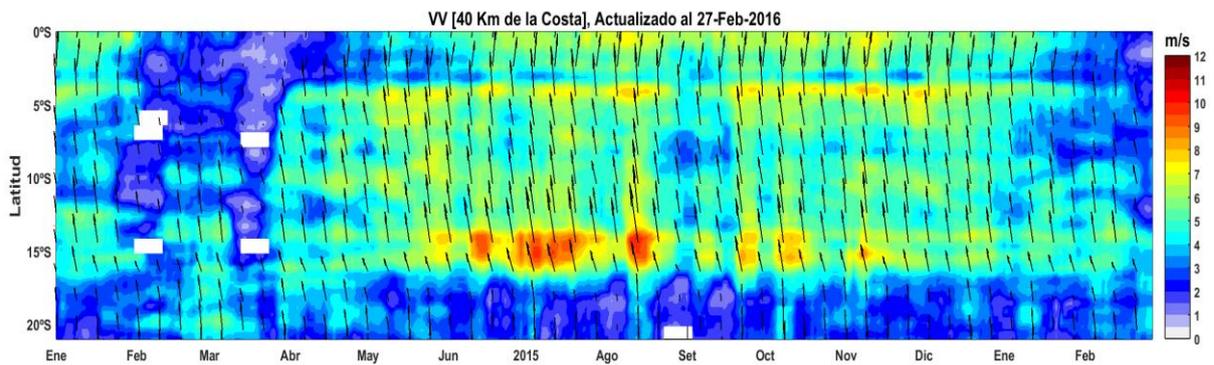


Figura 2.3.6 Distribución vertical de: a) temperatura y b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama. Operación BIC Flores realizada durante el 11 y 12 de febrero de 2016. Fuente: IMARPE.

a)



b)

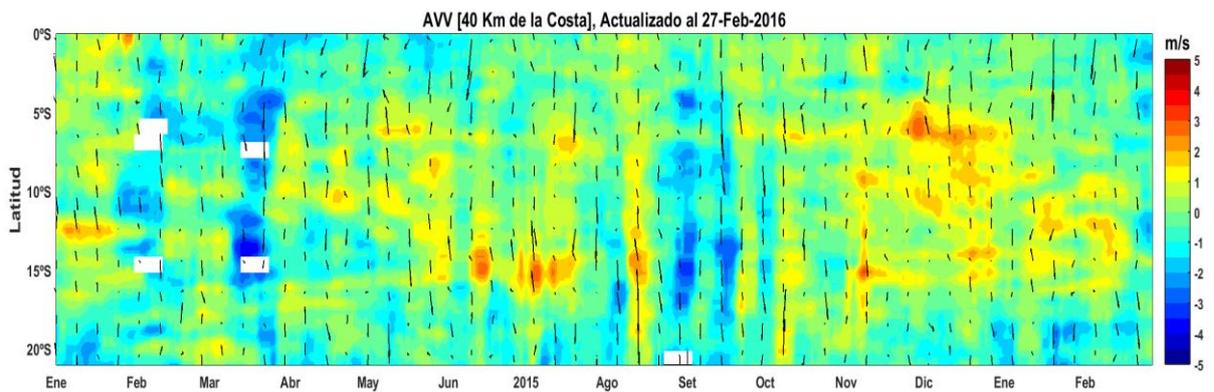


Figura 2.4.1. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de enero de 2015 a febrero de 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente.

Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

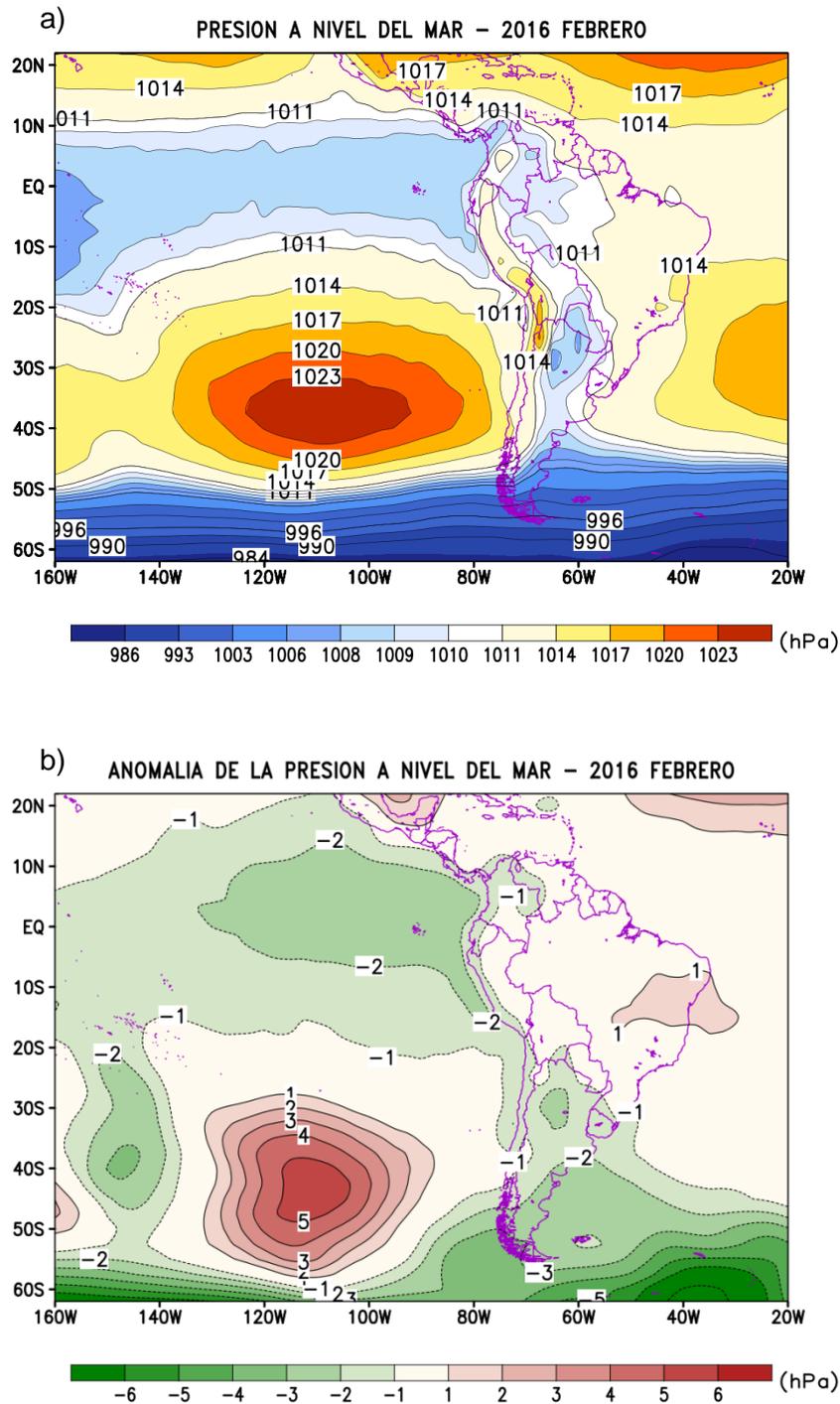


Figura 2.4.2 Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para febrero del 2016. a) Promedio de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar, b) Anomalia de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI.

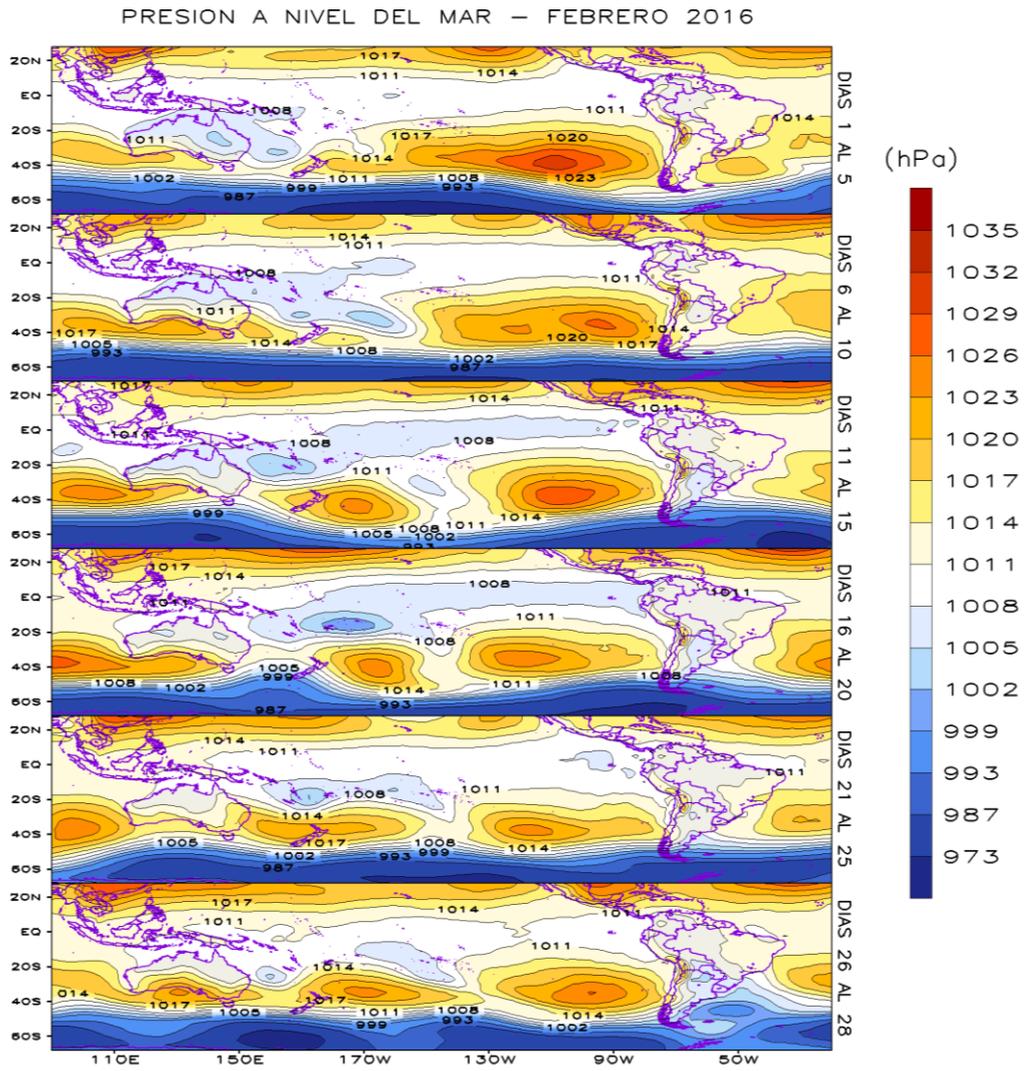


Figura 2.4.3 Análisis de la Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para febrero del 2016. Datos: NCEP/NCAR Reanalysis. Procesamiento: SENAMHI.

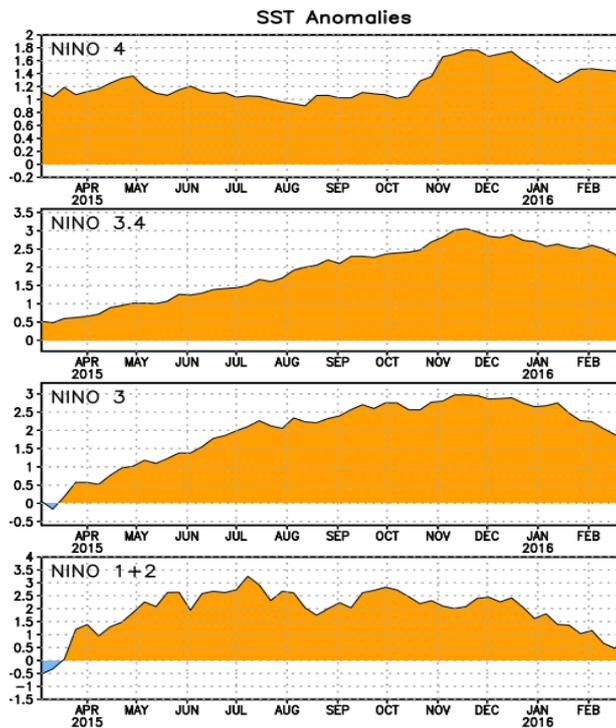


Figura 2.5.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de febrero de 2015 a enero de 2016. Fuente: NCEP/NOAA.

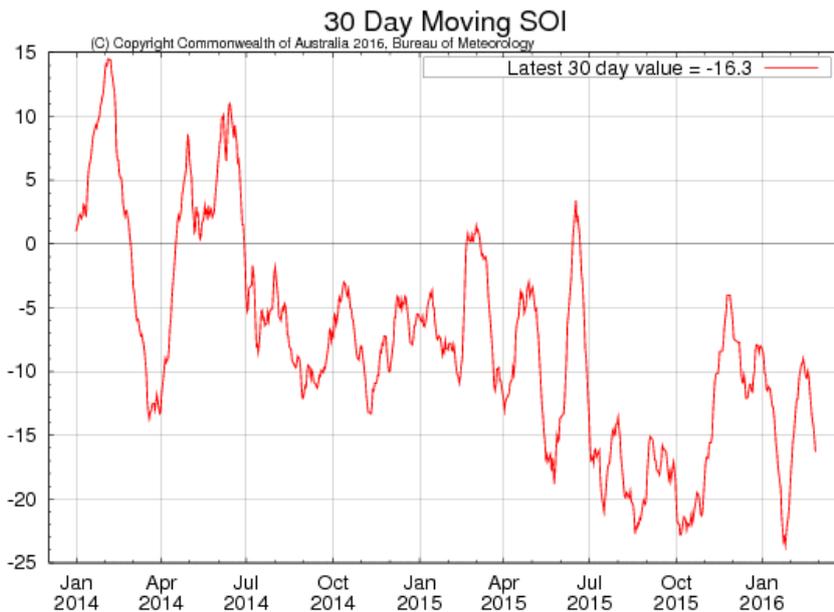
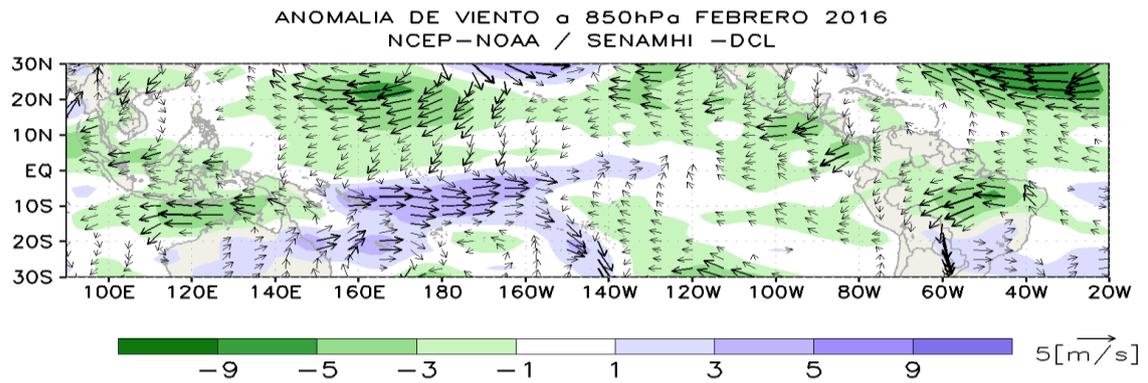


Figura 2.5.2. Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

a)



b)

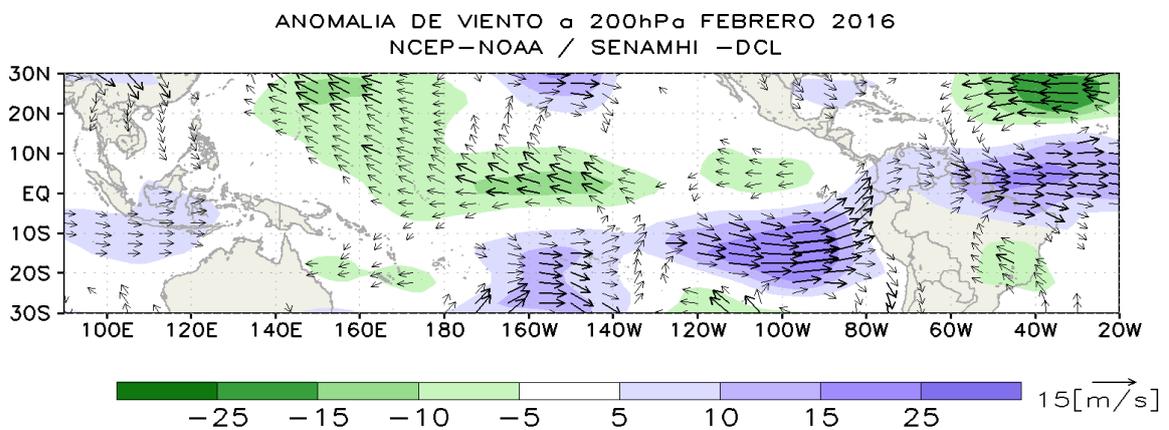


Figura 2.5.3. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de febrero del 2016. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL.

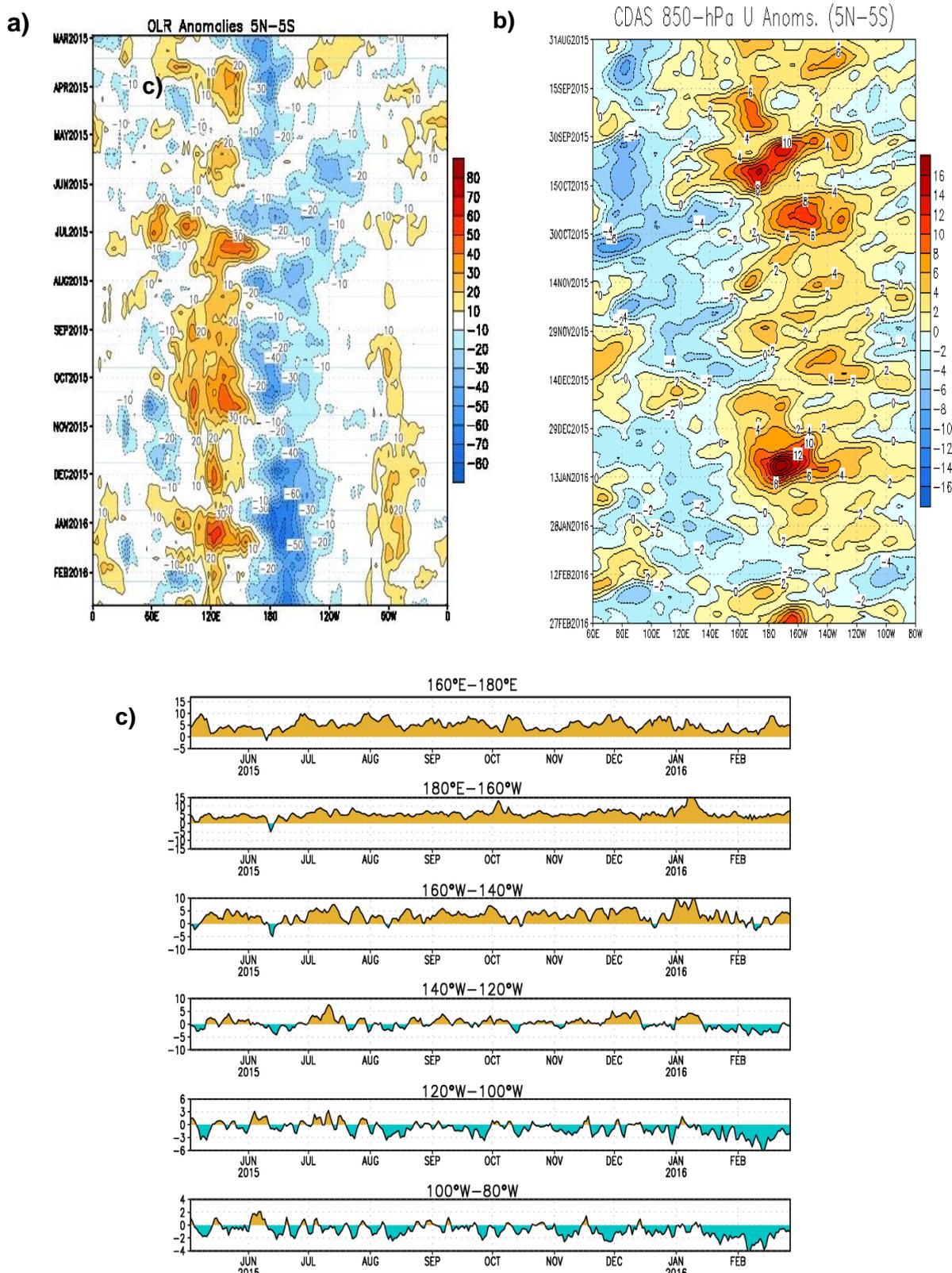


Figura 2.5.4. Hovmoller de anomalías de a) Radiación de onda larga - OLR (W/m²) desde el mes de marzo de 2015 hasta febrero de 2016. Datos: NCEP b) Viento zonal 850 hPa desde agosto de 2015 hasta febrero de 2016. Datos: CDAS. c) Anomalia del esfuerzo de viento zonal promediado entre 5°S-5°N a lo largo del Pacífico (10⁻²Nm⁻²), Datos: ASCAT, procesamiento: IGP.

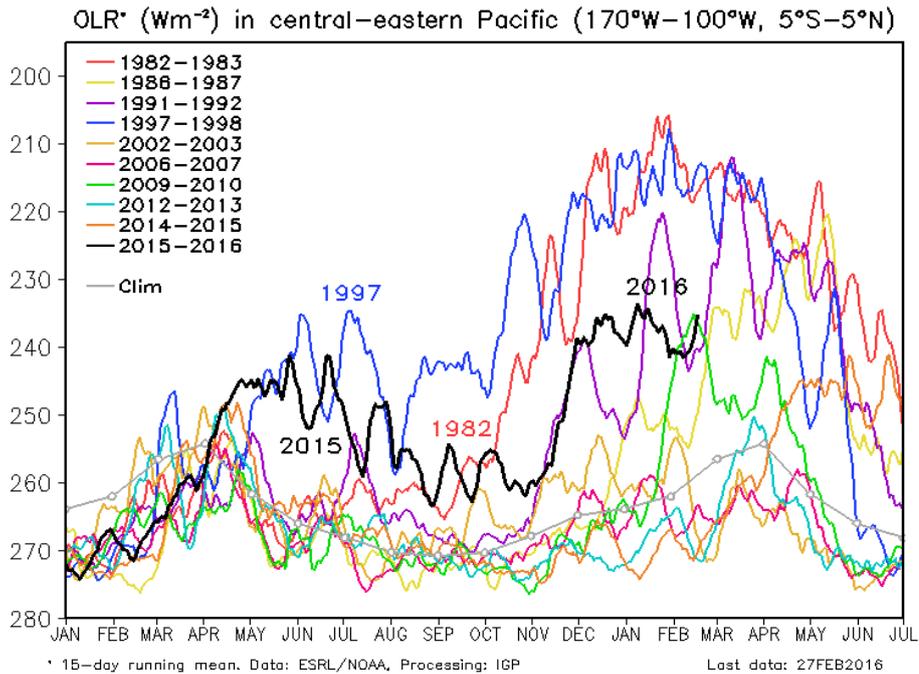


Figura 2.5.5. Radiación de onda larga - OLR (W/m^2) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}W-100^{\circ}W$, $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) desde el mes de enero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

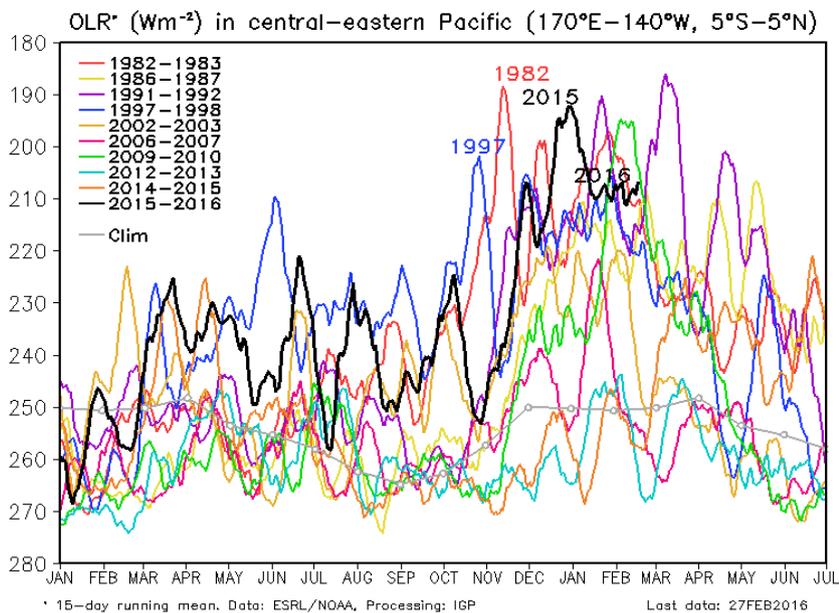


Figura 2.5.6. Radiación de onda larga - OLR (W/m^2) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}W-140^{\circ}W$, $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) desde el mes de enero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

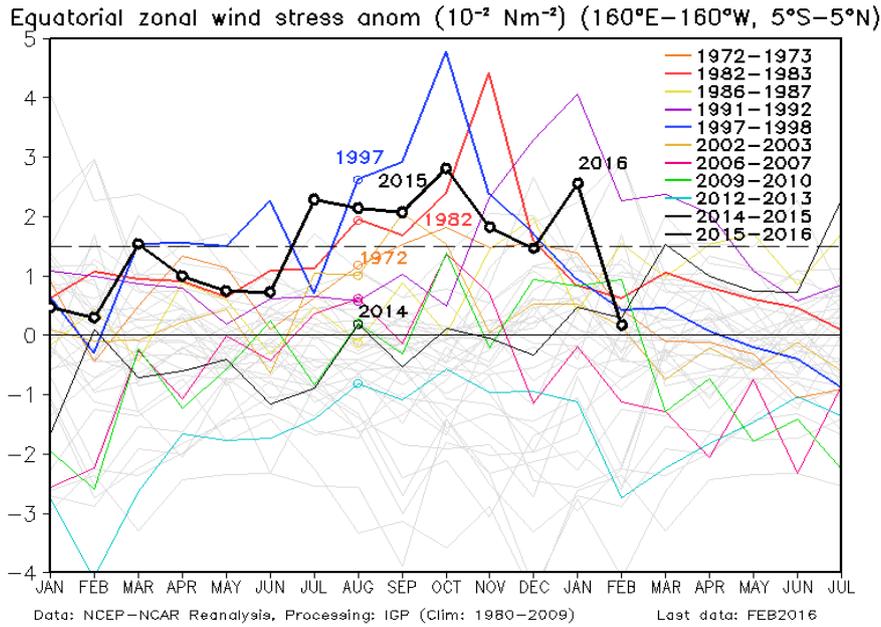


Figura 2.5.7. Anomalia del esfuerzo del viento zonal (10^{-2} Nm^{-2}) en el Pacífico central-oriental ($160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) desde el mes de febrero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: NCEP-NCAR, Procesamiento: IGP.

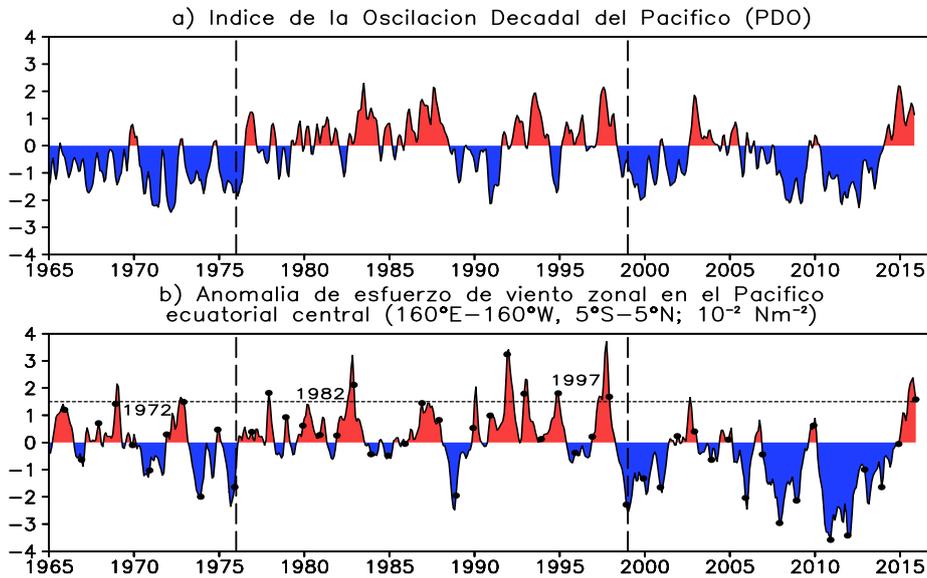


Figura 2.5.8. a. Índice de la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y b. Anomalia de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico ecuatorial central ($160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$; 10^{-2} Nm^{-2}). Datos: JISAO/UW Y NCEP/NCA, Procesamiento: IGP.

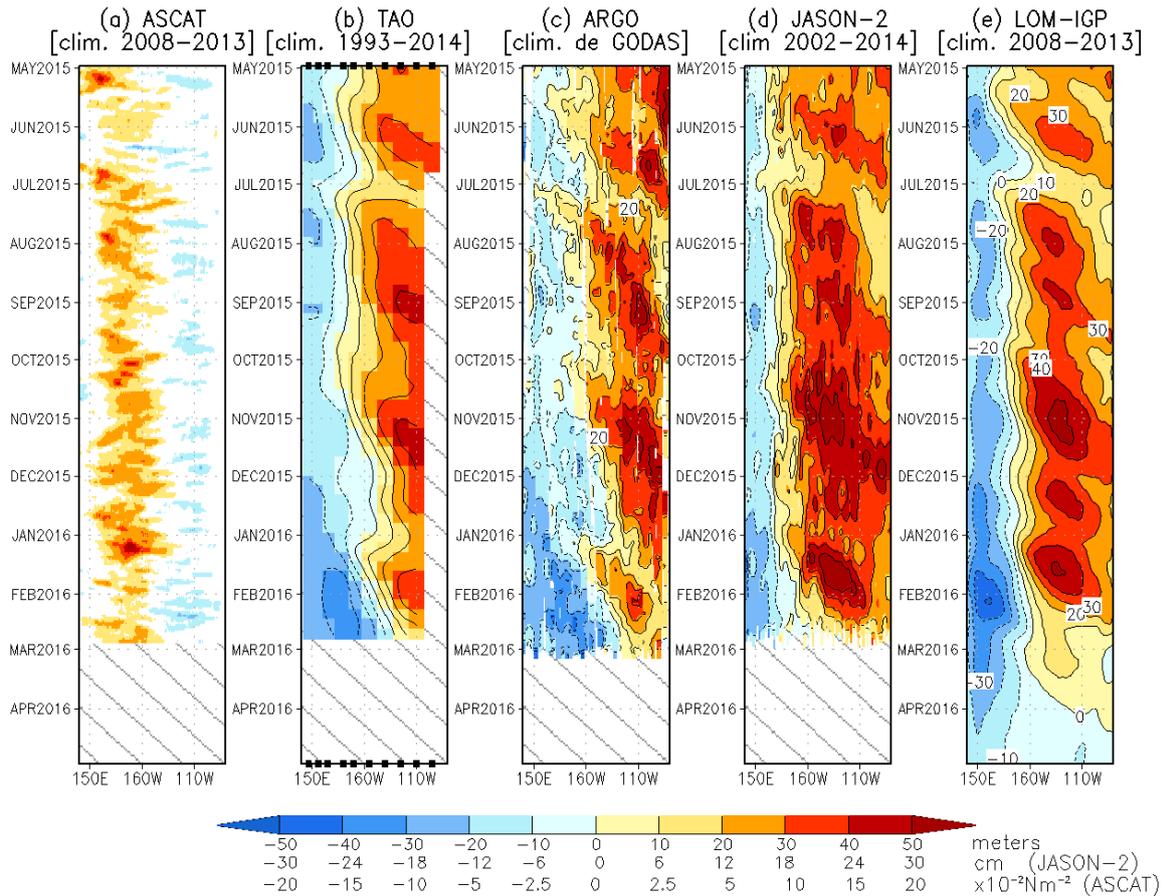


Figura 2.6.1. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Finalmente en (e) se muestra la anomalía de la profundidad de la termoclina calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y $\tau_{\text{aux}}=0$ para el pronóstico). Las líneas diagonales plumas representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.7 m/s para la onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, TAO/TRITON, Argo, JASON-2. Procesamiento: IGP.

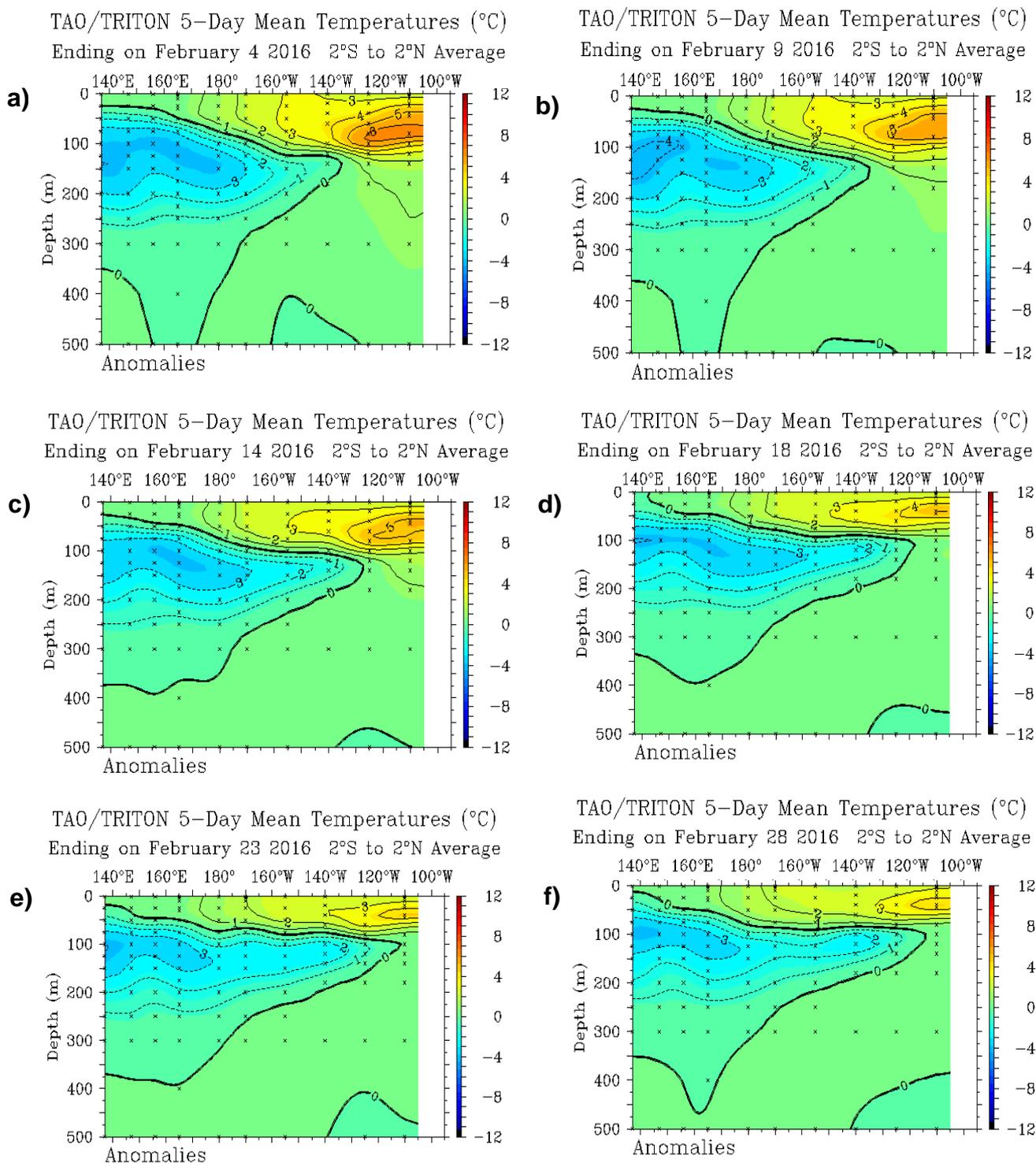


Figura 2.6.2. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 4 de febrero, b) 9 de febrero, c) 14 de febrero, d) 18 de febrero, e) 23 de febrero y f) 28 de febrero de 2016. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

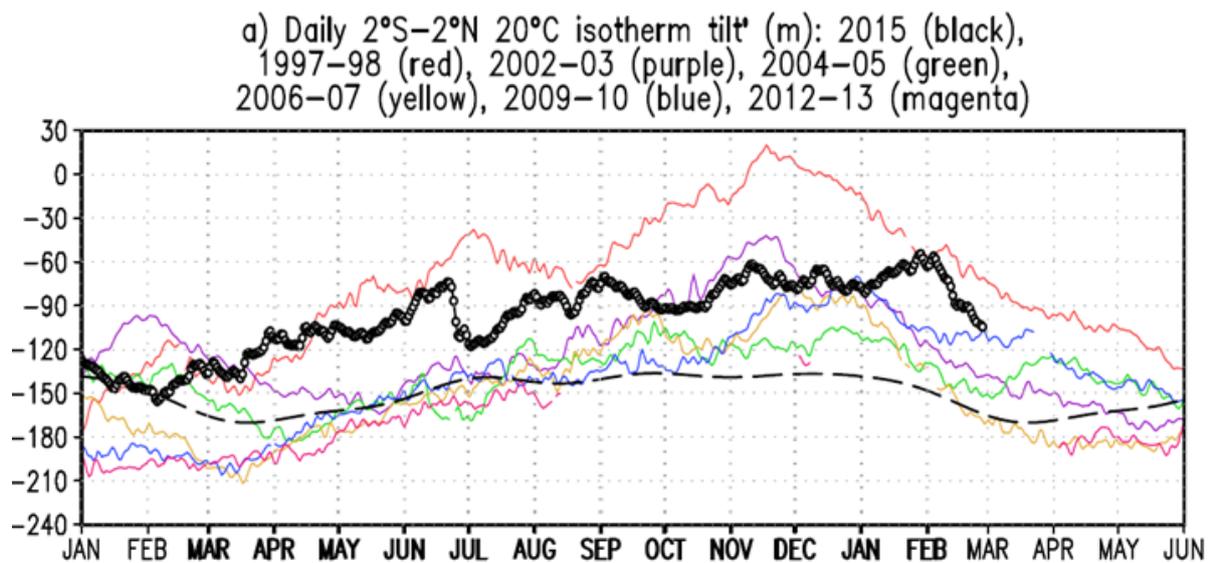


Figura 2.6.3. a) Inclinación de la termoclina, diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado).
Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP

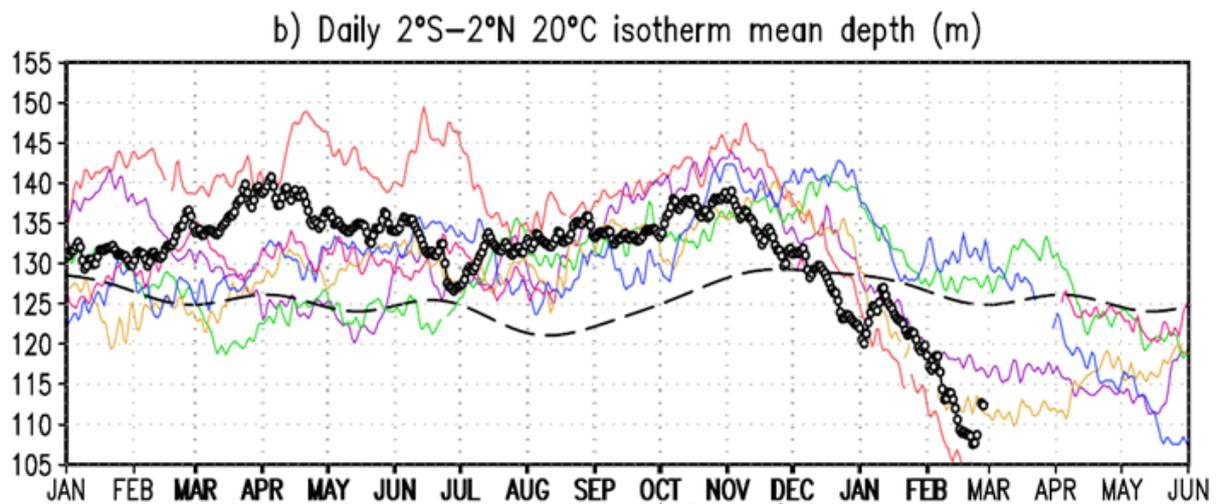


Figura 2.6.3. b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S).
Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP

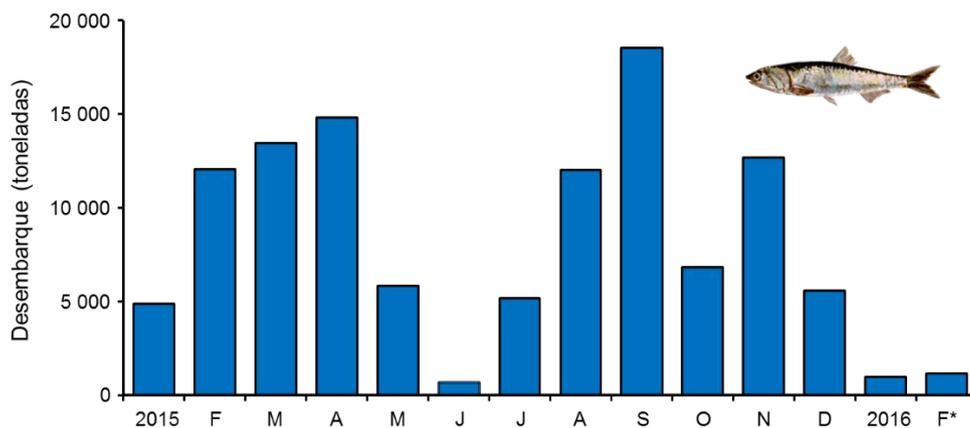


Figura 2.7.1. Desembarque mensual de anchoveta (t) proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal. **Fuente:** AFIRNP/IMARPE

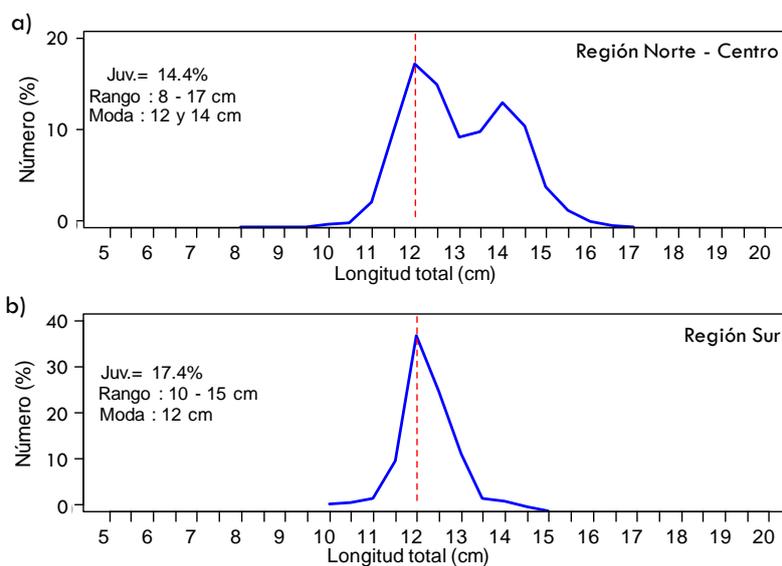


Figura 2.7.2. Estructura mensual de tallas de anchoveta según región, a) norte – centro, proveniente de la flota de menor escala y/o artesanal y b) región sur, proveniente de la flota de menor Desembarque mensual de anchoveta (miles de t) proveniente de la flota de industrial.

Fuente: AFIRNP/IMARPE

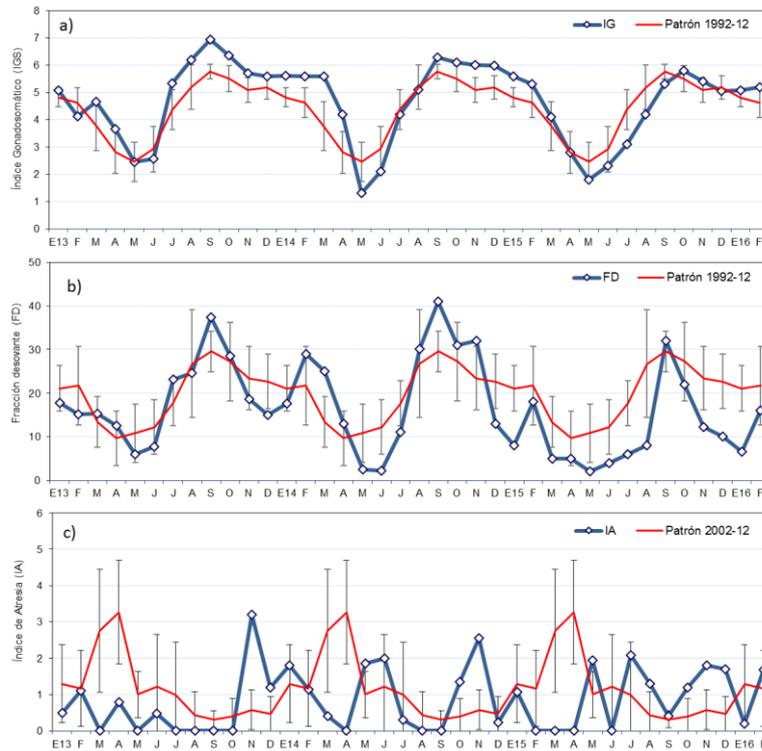


Figura 2.7.3. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IG), b) Fracción Desovante (FD) y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2014 – febrero 2016. **Fuente:** LBR/IMARPE.

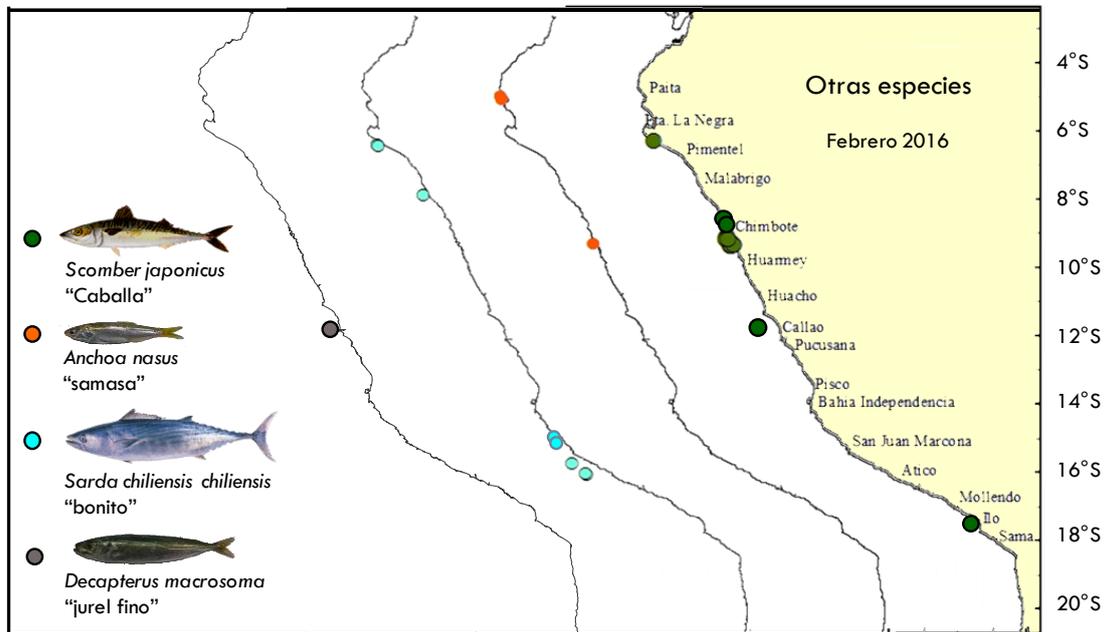


Figura 2.7.4. Distribución de especie indicadoras del ingreso de aguas cálidas provenientes de la zona Panameña y Oceánica. **Fuente:** IMARPE - Programa Bitácoras de Pesca y Seguimiento de la Pesquería Pelágica. **Periodo:** febrero 2016.

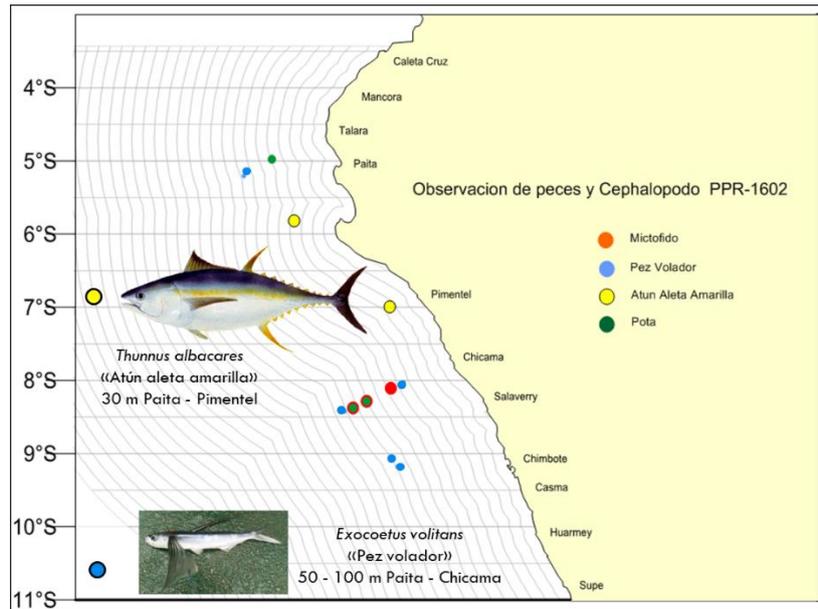


Figura 2.7.5. Distribución de especie indicadoras del ingreso de aguas cálidas observadas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama- Paita – PpR 1602. **Periodo:** 10 – 17 Febrero 2016.

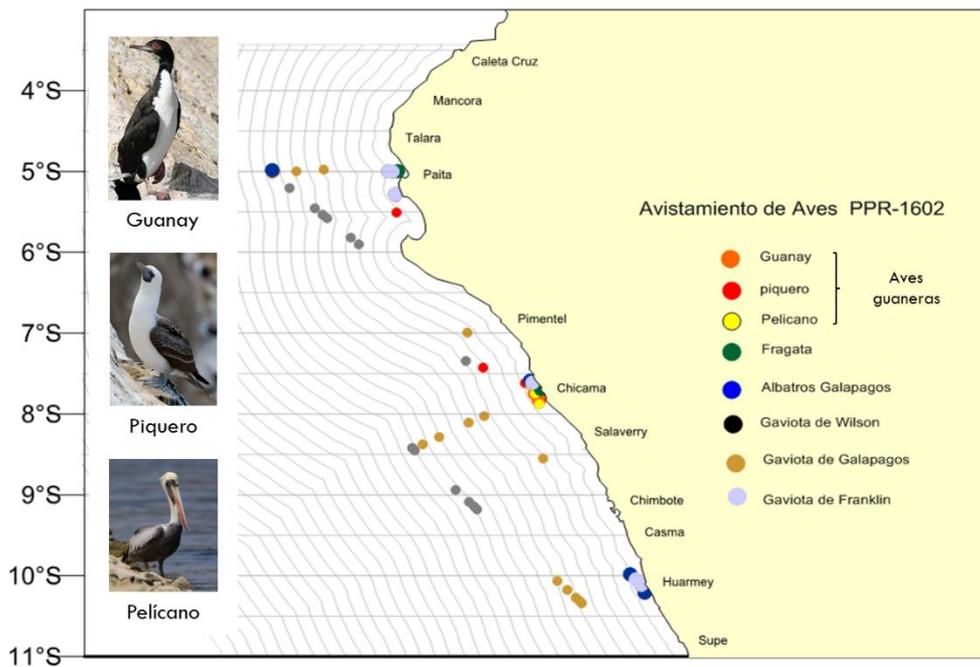


Figura 2.7.6. Distribución de aves guaneras observadas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama-Paita – PpR 1602. **Periodo:** 10 – 17 Febrero 2016

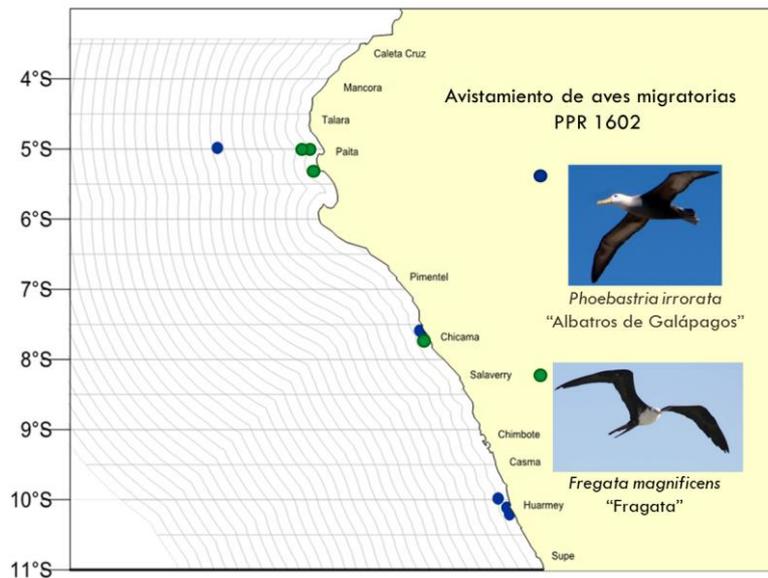


Figura 2.7.7. Distribución de aves migratorias indicadoras del ingreso de aguas cálidas provenientes de la zona Panameña y Oceánica observadas durante la Prospección de Monitoreo Oceanográfico Chicama- Paita – PpR 1602. **Periodo:** 10 – 17 Febrero 201

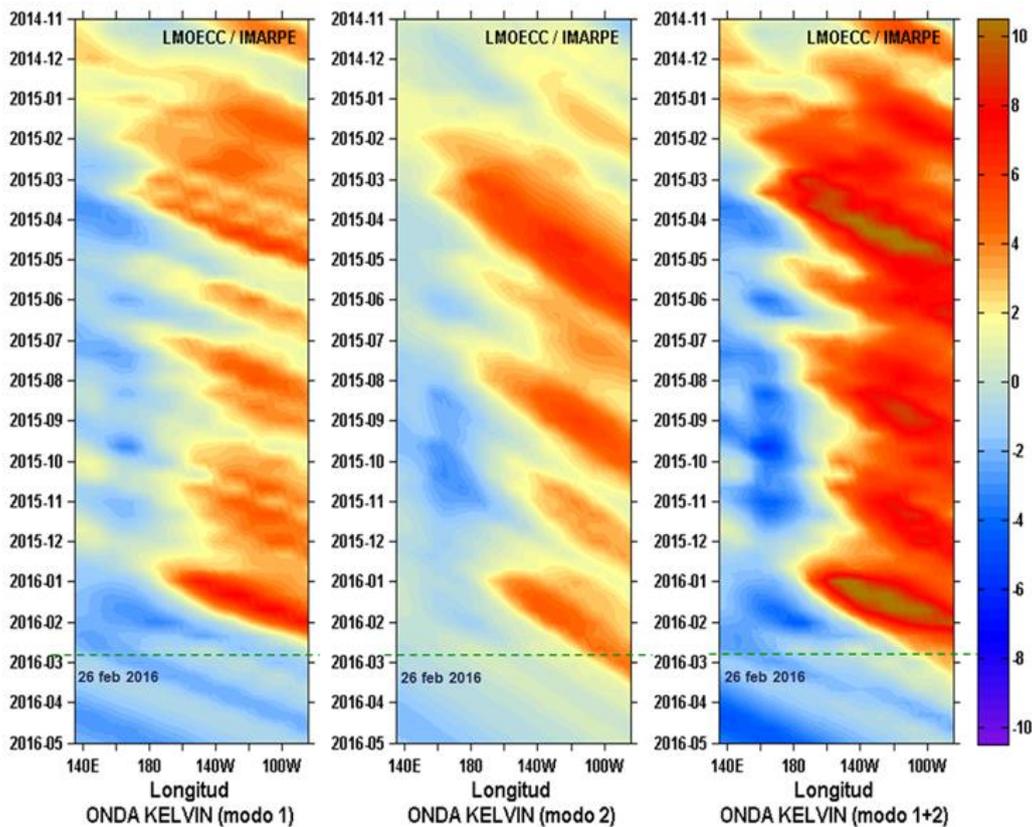


Figura 3.1.1. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2 de la isoterma de 20 C (m) en la Pacifico Ecuatorial (2°S y 2°N). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

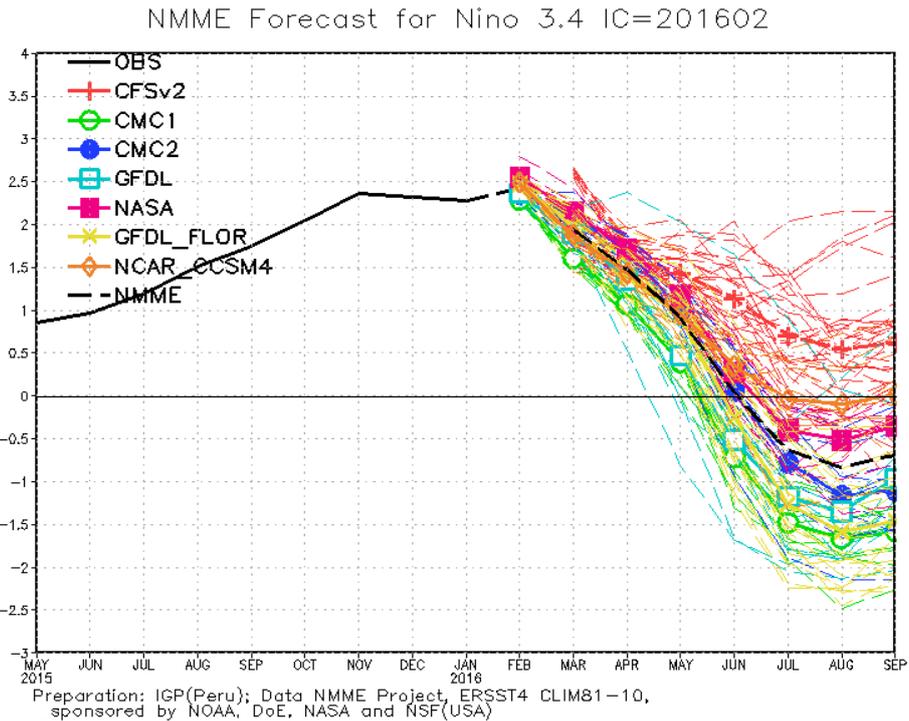


Figura 3.2.1. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

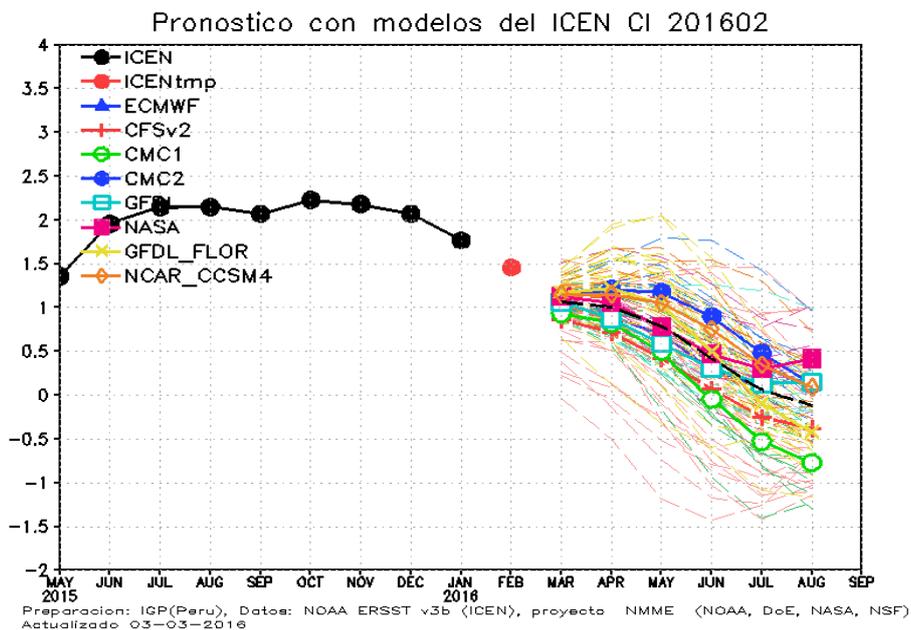


Figura 3.2.2. Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENtmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, NCAR y el modelo ECMWF tienen como condición inicial el mes de febrero de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.

7. TABLAS

Tabla 2.1.1. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de octubre de 2015 a febrero de 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	Anomalías de la TSM (°C)					Anomalías de la NMM (cm)				
	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
Talara	3.2	3.0	3.1	1.3	-0.8	13	18	19	5	8
Paita	3.2	2.8	4.6	1.6	-0.1	15	19	21	8	10
Isla Lobos de Afuera	2.4	1.7	2.7	2.4	0.5	9	13	15	7	7
Chimbote	2.0	1.3	1.5	2.7	2.4	9	13	15	5	11
Callao	2.1	2.2	3.1	3.5	2.9	6	9	9	2	7
San Juan	1.1	1.7	1.7	2.0	1.8	11	11	12	6	9
Mollendo	1.6	1.0	1.2	2.3	2.4	-	-	-	-	-
Matarani	-	-	-	-	-	9	12	12	7	10
Ilo	1.5	1.1	1.7	2.0	2.5	-	-	-	-	-

Tabla 2.1.2. Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de mayo de 2015 a enero de 2016. Fuente: IGP

Mes	ICEN	Categoría
05/2015	1.36	Cálida Moderada
06/2015	1.96	Cálida Fuerte
07/2015	2.15	Cálida Fuerte
08/2015	2.15	Cálida Fuerte
09/2015	2.07	Cálida Fuerte
10/2015	2.23	Cálida Fuerte
11/2015	2.18	Cálida Fuerte
12/2015	2.07	Cálida Fuerte
01/2016	1.77	Cálida Fuerte

Mes	ICENtmp	Categoría
02/2016	1.45 *	Cálida Moderada
03/2016	1.16**	Cálida Moderada

* Se usaron los datos de (Ene, Feb. 2016) ERSST3v, (Mar. 2016) NMME

** Se usaron los datos de (Feb. 2016) ERSST3v, (Mar, Abr. 2016) NMME

Tabla 2.2.1. Volumen de agua almacenado (hm³) en los principales reservorios.
Fuente: ANA

Zona	Nombre del Reservorio	Fecha del dato	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica
				Útil	Almacenada	Almacenada (%)
Costa - Norte	POECHOS	29-feb	Piura	396.1	281.5	71.1
Costa - Norte	SAN LORENZO	29-feb	Piura	193	90	46.6
Costa - Norte	TINAJONES	29-feb	Lambayeque	319	93	29.2
Costa - Norte	GALLITO CIEGO	29-feb	Cajamarca	366	79.8	21.8
Costa - Centro	VICONGA	14-feb	Lima	30	8.3	27.7
Costa - Sur	CHOCLOCOCHA	29-feb	Huancavelica	131.1	53.7	40.9
Costa - Sur	CONDOROMA	26-feb	Arequipa	259	178.3	68.8
Costa - Sur	EL PAÑE	26-feb	Cusco	99.6	48.9	49
Costa - Sur	LOS ESPAÑOLES	26-feb	Arequipa	9.1	9	99.2
Costa - Sur	PILLONES	26-feb	Arequipa	76.9	46.5	60.4
Costa - Sur	EL FRAYLE	26-feb	Arequipa	127.2	104.7	82.3
Costa - Sur	AGUADA BLANCA	26-feb	Arequipa	30.4	30.9	100
Costa - Sur	CHALHUANCA	26-feb	Arequipa	25.2	12.8	50.9
Costa - Sur	BAMPUTAÑE	26-feb	Puno	40	19.3	48.2
Costa - Sur	PASTO GRANDE	26-feb	Moquegua	175	86.8	49.6
Costa - Sur	PAUCARANI	26-feb	Tacna	8.5	5.1	59.7
Costa - Sur	ARICOTA	26-feb	Tacna	260	196.3	75.5
Costa - Sur	JARUMAS	15-feb	Tacna	12.5	7.3	58.4
Sierra - Centro	CUCHOQUESERA	29-feb	Ayacucho	60	37.3	62.1
Sierra - Sur	LAGUNILLAS	29-feb	Puno	500	417	83.4
Situación Nacional		-	-	3118.6	1806.5	57.9

Tabla 2.5.1. Anomalías semanales centradas en los días 03, 10, 17 y 24 de enero 2016 y mensuales (de octubre de 2014 hasta febrero de 2016) de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño. Fuente: NCEP/NOAA.

Regiones Niño	Anomalías de TSM semanales - 2015			
	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
03 Feb. 2015	1.2	2.2	2.6	1.5
10 Feb. 2015	0.7	2.0	2.5	1.5
17 Feb. 2015	0.5	1.9	2.4	1.4
24 Feb. 2015	0.9	1.8	2.1	1.4

Regiones Niño	Anomalías de TSM mensuales - 2014-2016			
	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Oct. 2014	0.75	0.66	0.49	0.64
Nov. 2014	0.74	0.91	0.85	0.88
Dic. 2014	0.08	0.80	0.78	0.91
Ene. 2015	-0.39	0.36	0.53	0.86
Feb. 2015	-0.55	0.18	0.56	1.02
Mar. 2015	0.06	0.15	0.58	1.13
Abr. 2015	1.35	0.67	1.23	0.78
May. 2015	2.43	1.19	1.03	1.09
Jun. 2015	2.54	1.66	1.32	1.09
Jul. 2015	2.87	2.17	1.60	1.00
Ago. 2015	2.29	2.34	2.06	0.98
Set. 2015	2.57	2.63	2.28	1.04
Oct 2015	2.43	2.70	2.50	1.20
Nov 2015	2.15	2.95	2.98	1.78
Dec 2015	2.2	2.9	2.8	1.6
Ene 2016	1.4	2.6	2.5	1.4
P.T. Feb 2016	0.83	1.98	2.4	1.45

PT= Promedio Temporal

Tabla 2.7.1. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial (01 enero - 29 febrero 2016). Fuente: AFIRNP/IMARPE.

Especie \ Flota \ Región		Año Calendario (01 Ene. al 29 Feb. 2016)					
		Norte	Centro	N+C	Sur	Total	%
Anchoveta	FI Acero	116 608	90 311	206 919	129	207 048	75.46
	FI Madera	56 167	8 872	65 039	29	65 068	23.71
Sub-total		172 775	99 183	271 958	158	272 116	99.17
%		63.49	36.45	99.94	0.06	100.00	
Sardina		0	0	0	0	0	0.00
Jurel		0	0	0	0	0	0.00
Caballa		20	48	68	0	68	0.02
Samasa		1 180	0	1 180	0	1 180	0.43
*Otros		42	988	1 030	0	1 030	0.38
Total		174 017	100 219	274 236	158	274 394	100.00
%		63.42	36.52	99.94	0.06	100.00	

Tabla 2.7.2. Desembarque (t) de anchoveta según puertos en la Región Sur al 29 de febrero durante la Primera Temporada de Pesca de anchoveta en la Región Sur (R.M N° 017-2016-PRODUCE)

Fuente: AFIRNP/IMARPE.

Especie \ Flota \ Puerto		Añico	Planchada	Quilca	Mollendo	Ilo	Total	%
Anchoveta	FI Acero	0	0	0	0	129	129	81.65
	FI Madera	29	0	0	0	0	29	18.35
Total		29	0	0	0	129	158	100.00
%		18.35	0.00	0.00	0.00	81.65	100.00	
<i>CUOTA (380 000 t) en la región SUR</i>				<i>0.04% de la cuota total</i>				