

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 2 N°4

Abril 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)

Gral. de Div (R) Alfredo Murgueytio Espinoza

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Comité Técnico Enfen

Coordinador: Dimitri Gutiérrez (IMARPE)

IMARPE: Marilú Bouchón, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Cecilia Peña, Octavio Morón,
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

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° 4, abril de 2016, **49 p.**

El Informe Técnico Enfen de abril 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 **Abril 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

ÍNDICE

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	11
2. MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1. VARIABLES	12
2.2. ÍNDICES.....	12
2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO	12
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN MARZO	14
3.1. CONDICIONES A MACROESCALA	14
3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial/	14
3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial.....	15
3.2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL	15
3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental y temperatura del aire	15
3.2.2. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico.....	16
3.2.3. Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana	16
3.2.4. Temperaturas subsuperficiales en el litoral peruano	17
3.2.5. Oxígeno, Nutrientes y Productividad en la costa peruana	18
3.2.6. Recursos pesqueros e indicadores biológico	19
4. ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS	19
4.1. DISCUSIÓN	19
4.2. PRONÓSTICO	20
4.2.1. A corto plazo (semanas).....	20
4.2.2. A mediano plazo (hasta 3 meses)	20
4.2.3. A largo plazo (más de 3 meses).....	21
5. CONCLUSIONES	21
6. REFERENCIAS	22
7. FIGURAS	24
8. TABLAS	48

Figuras:

3.1.1.1	Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico Oriental para los días a) 5 de abril, b) 10 de abril, c) 20 de abril, y e) 01 de mayo de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.	24
3.1.1.2	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 3.4 (a) y en la región 1 + 2 (b).Procesamiento: IGP.	24
3.1.1.3	Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de febrero de 2015 a abril de 2016. Fuente: NCEP/NOAA.	25
3.1.1.4	Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.	25
3.1.1.5	Hovmöller de anomalías de a) Radiación de Onda Larga - OLR (W/m ²) desde el mes de abril de 2105 hasta marzo de 2016. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de abril de 2016. Datos: TRMM. Procesamiento: IGP/SENAMHI.	26
3.1.1.6	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.	26
3.1.1.7	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.	27
3.1.1.8	Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de abril del 2016. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL.	27
3.1.1.9	Anomalía del esfuerzo del viento zonal (10 ⁻² Nm ⁻²) en el Pacífico central-oriental (90°W-80°W, 25°S-15°S) desde el mes de febrero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: NCEP-NCAR, Procesamiento: IGP.	28
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 con datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c),datos del nivel del mar de JASON-2 (d). 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.	28
3.1.1.11	Análisis de la Circulación Atmosférica Ecuatorial de este a oeste para a) promedio del mes y b) anomalía del mes de abril 2016. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.	29
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) 7 de abril, b) 12 de abril, c) 17 de abril, d) 21 de abril , e) 26 de abril y f) 1 de mayo de 2016. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	29
3.1.2.2.	a) Inclínación 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). b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP.	30
3.2.1.1	Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para abril 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.	30
3.2.1.2	a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de octubre de 2015 al 30 de abril del 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.	31
3.2.1.3	Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2015 a abril de 2016. Temperatura máxima (panel izquierdo) y Temperatura mínima (panel derecho). Fuente: SENAMHI.	31
3.2.2.1	Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento promedio, correspondientes a mediados de abril, a) valores absolutos de precipitación, b) anomalía de precipitación, c) valores absolutos de TSM asociados al esfuerzo de vientos, d) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifremer // Procesamiento IGP.	32

3.2.2.2.	Series de tiempo de los caudales promedios diarios (m ³ /s) de los principales ríos del Perú, entre setiembre-2015 a abril-2016: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rímac, e) Majes, f) Chili de la vertiente del Pacífico y, g) Huancané, h) Ramis, del Titicaca. Líneas azules: caudales de setiembre-2015 a abril-2016; rojas: promedio histórico; celeste: promedio años húmedos; gris: promedio años secos. Fuente: ANA.	33
3.2.2.3	Estado del volumen de agua almacenado (hm ²) en los principales reservorios en la costa norte, centro y sur de Perú, en abril del 2016. Fuente ANA.	34
3.2.3.1	Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015 (negro). Fuente IGP.	34
3.2.3.2	Series diarias de Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en estaciones del litoral costero de Perú, a) registradas en marzo y abril por la DHN y, b) registradas durante febrero, marzo y abril del 2016 por IMARPE.	35
3.2.3.3	Comparación de Anomalías de Temperatura Superficial del Mar, en el periodo de dos años. Líneas rojas 1982-83, líneas azules 1997-98, línea negra 2015-16, línea verde climatología mensual de TSM, en estaciones del litoral peruano. a) Paita, b) Chimbote, c) Callao, d) Ilo. Fuente DHN.	36
3.2.3.4	Anomalías de la altura del nivel del mar, actualizados a abril de 2016. (a) Series diarias y (b) Hovmöller de las estaciones costeras de la DHN. c) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2016. AVISO - IMARPE.	37
3.2.4.1	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 3 y 4 de abril de 2016. Fuente: IMARPE.	38
3.2.4.2	Distribución vertical de: a) temperatura y b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama, realizada durante el 9 y 10 de abril de 2016. Fuente: IMARPE.	38
3.2.4.3	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), d) oxígeno (mL/L), e) Silicatos (µM) y f) Clorofila (µg/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 25 de abril de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.	39
3.2.4.4	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L) y d) Clorofila (µg/L), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 29 de abril de 2016. Fuente: IMARPE.	40
3.2.4.5	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), d) oxígeno (mL/L) y e) Clorofila (µg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 29 de abril de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.	41
3.2.5.1	Secciones verticales de las estaciones fijas de Paita entre el 3 al 4 de abril (a) y Chicama entre el 9 al 10 de abril (b) provenientes de IMARPE para las variables de Clorofila, Oxígeno disuelto, nitratos, silicatos y fosfatos en el mes de abril.	42
3.2.5.2	Clorofila satelital promedio para el mes de marzo del satélite MODIS frente a Perú (a). Diagrama Hovmöller latitud-tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital a lo largo de la costa peruana (b) y series de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los 4°S-16°S y de 0 a 100km de la costa) provenientes del satélite MODIS.	43
3.2.6.1	Estructura mensual de tallas de anchoveta en los puertos de la región norte (Paita, Chimbote, Callao y Pisco) y la región sur. Fuente: AFIRNP/IMARPE.	44
3.2.6.2	Indicadores reproductivos, a) Fracción Desovante (FD), b) Índice Gonadosomático (IGS) y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2014 – abril 2016. Fuente: LBR/IMARPE	45
4.2.1.1	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).	46
4.2.2.1	Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.	47

4.2.2.2	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 abril de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.	48
---------	---	----

Tablas

Tabla 3.2.3.1	Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2015 a marzo de 2016 y el estimado (ICENtmp) para abril 2016 (usando ERSST v3b para marzo y abril, y pronóstico con modelos NMME para mayo). Fuente IGP.	48
Tabla 3.2.3.2	Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de diciembre de 2015 a abril de 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	49
Tabla 4.2.2.1	Pronósticos de ICEN (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2) por modelos de NMME inicializados en abril 2016. Para MAM en los modelos se tomó como complemento la anomalía de ERSSTv3 de marzo. La media corrida MAM de CFS2 fue con ERSST marzo y pronóstico de mayo (no hay dato para abril).	49

RESUMEN

El Comité encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) se reunió para analizar y actualizar la información de las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas correspondiente al mes de abril del 2016 y sus perspectivas.

En la región del Pacífico Ecuatorial Central (Niño 3.4), la anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) fue $+1,1^{\circ}\text{C}$, disminuyendo aproximadamente $0,6^{\circ}\text{C}$ respecto al mes anterior, siendo similar a las observadas en 1998 y 1983. Asimismo, la actividad convectiva, la anomalía del viento del oeste y el contenido de calor en el interior del océano continuaron reducidas significativamente en esta región. La onda Kelvin fría alcanzó la costa sudamericana y contribuyó a la normalización de la TSM y del nivel medio del mar en la costa norte del Perú.

En el Pacífico Ecuatorial Oriental (región Niño 1+2), la TSM disminuyó a $25,5^{\circ}\text{C}$ en promedio para el mes, mientras que su anomalía bajó a $+0,1^{\circ}\text{C}$. El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para marzo es $1,07^{\circ}\text{C}$ (Condición Cálida Moderada), lo cual confirma que el evento El Niño costero si bien presentó una magnitud fuerte en el invierno y primavera del 2015 alcanzó una magnitud moderada para el verano 2016. El valor estimado del ICEN para abril (ICENTmp) es $+0,65^{\circ}\text{C}$ (Condición Cálida Débil).

Durante la mayor parte del mes, los vientos costeros mostraron un comportamiento variable, con velocidades normales en la costa centro-norte y velocidades por debajo del promedio frente a la costa sur. Hacia fines del mes el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) se intensificó, acentuando los vientos en la región costera central y sur, produciendo un nuevo episodio de vientos Paracas.

Las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa norte y central continuaron presentando valores por encima de lo normal con anomalías de $+1,5^{\circ}\text{C}$ para la temperatura máxima y $+1,4^{\circ}\text{C}$ para la temperatura mínima.

En cuanto a las anomalías de la TSM en el litoral, éstas presentaron en promedio para el mes de abril valores de $+0,7^{\circ}\text{C}$ en la costa norte, $+1,7^{\circ}\text{C}$ en la costa central y $+0,8^{\circ}\text{C}$ en la costa sur. Las temperaturas se normalizaron hacia fin de mes. Por otro lado, se mantiene la presencia de aguas oceánicas de alta salinidad hasta una distancia de 10 a 20 mn, principalmente frente a la costa central.

En la Estación Fija Paita, localizada a siete millas náuticas (mn) de la costa, la columna de agua mostró anomalías de -1°C en los primeros 40 m de la columna de agua y anomalías de $+1^{\circ}\text{C}$ entre los 60 y 100 m de profundidad. Dentro de las 100 mn de la costa, desde Chicama a Pisco, se registraron anomalías positivas de temperatura de 1°C en promedio sobre los primeros 100 m, mientras que frente a San Juan, solamente sobre los 50 m y fuera de las 20 mn.

En la última semana del mes, se registraron precipitaciones aisladas de ligera a moderada intensidad entre Tumbes y Piura, debido a la invasión de humedad por trasvase.

Los caudales de los ríos del país se presentaron por debajo de su normal, con una tendencia decreciente propia del período de transición a la temporada seca. Los reservorios en la costa norte y sur alcanzaron en promedio 80% y 64% de su capacidad hidráulica.

Los nutrientes químicos en la capa superficial del mar continúan exhibiendo una tendencia a aumentar en la zona costera desde Paita hasta la costa sur. La clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton que es base de la cadena alimenticia en el mar, continuó incrementándose, alcanzando anomalías positivas a lo largo de toda la franja costera.

La anchoveta se encontró replegada a la zona costera; en la región norte-centro, entre Chimbote y Pisco, mientras que al sur, entre Atico e Ilo se presentó dentro de las 10 mn. Los indicadores de la actividad reproductiva de la anchoveta muestran la culminación del desove de la especie. En la primera quincena de abril se registró la presencia de especies de aguas cálidas como barrilete, samasa y caballa, dentro de las 40 mn entre Chimbote y Callao, mientras que en la segunda quincena se registró la presencia de múnida, especie asociada a aguas frías, frente al Callao dentro de las 10 mn.

1. INTRODUCCIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS), es uno de los procesos más importantes que influyen en la variación de condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del Océano Pacífico, que en condiciones extremas es conocido como El Niño o La Niña. Debido a los diversos efectos de este proceso en los ecosistemas, que a su vez repercute en sistemas socioeconómicos, se ha generado un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen tanto en su desarrollo, como en la anticipación al desenlace de posibles impactos extremos, constituyéndose en un principal propósito el poder generar alertas tempranas para mitigar daños.

En este contexto, el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional 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 que definen el estado ENOS, a corto, mediano y largo plazo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

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 ICENtmp, que se calcula igual que el ICEN, pero reemplazando, en general, los datos mensuales faltantes con datos de pronósticos mensuales consensuados por el Comité Técnico del ENFEN. Se pueden ver más detalles en ENFEN (2012) y Takahashi, et al. (2014).

2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP): Es un modelo oceánico lineal, que asume que toda la dinámica superior del océano se puede representar con un modelo de una capa de profundidad H , cuyo límite inferior es la profundidad de la termoclina. Posee una línea de costa realista y su resolución horizontal es de 1° y $0,5^\circ$ 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). El lector es referido a Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014) para mayores detalles sobre este modelo oceánico. Para realizar el pronóstico de la propagación de las ondas Kelvin, se asumen, en general, dos escenarios del esfuerzo de viento para los siguientes tres meses: 1) que no existen anomalías, es decir que el comportamiento de los vientos es climatológico 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.

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											X											IGP. Climatología 2001-2014
	Radiación de Onda Larga												X										IGP
	Presión Atmosférica													X									SENAMHI
	Vientos													X	X								IMARPE
														X									IGP, SENAMHI
VARIABLES OCEANOGRÁFICAS																							
Físicas	Temperatura del Mar		X				X	X						X		X							DHN
				X		X	X																IMARPE
								X	X					X		X	X						IGP
	Nivel medio del Mar		X																				DHN
				X																X			IMARPE
																			X				IGP
	Salinidad								X													X	DHN
Biogeoquímicas	Oxígeno y Nutrientes			X		X	X																IMARPE
				X		X	X															IMARPE	
	Clorofila			X		X	X																IMARPE
																					X		IMARPE, climatología 2002-2014
Pesqueras	Desembarques								X	X													IMARPE
	índices reproductivos										X												IMARPE
VARIABLES HIDROLÓGICAS																							
	Caudal de ríos				X																		ANA
	Capacidad Hidráulica de reservorios				X																		ANA

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN ABRIL

3.1 CONDICIONES A MACROESCALA

3.1.1 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

En el último mes, las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial continuaron disminuyendo, apareciendo inclusive anomalías negativas en el extremo del Pacífico Oriental en las últimas semanas (Figura 3.1.1.1). Respecto a meses anteriores, se sostiene una tendencia de disminución de las anomalías de TSM en el Pacífico Ecuatorial Central (Figura 3.1.1.2.a), aunque los valores de las anomalías positivas continuaron siendo superiores a las observadas en los años 1983 y 1998 en el mismo período. En el Pacífico Ecuatorial Oriental (Niño 1+2) las anomalías de TSM disminuyeron hasta alcanzar valores negativos (Figura 3.1.1.2 b, Figura 3.1.1.3, Tabla 3.1.1.1).

El promedio del IOS, calculado desde el 1 de abril al 30 de abril, es de -22 (Figura 3.1.1.4), aún por debajo del rango normal (± 7), asociado a condiciones favorables a El Niño. Respecto a la actividad convectiva en el Pacífico Ecuatorial, un indicador clave del acoplamiento océano-atmósfera, la Radiación de Onda Larga (ROL) en la región $170^\circ \text{ W} - 100^\circ \text{ W}$ y $5^\circ \text{ S} - 5^\circ \text{ N}$ ha disminuido respecto al mes anterior; siendo este valor menor a los años 1983 y 1998 para el mismo período (Figura 3.1.1.5 y Figura 3.1.1.6). En la región del Pacífico Central ($170^\circ \text{ W} - 140^\circ \text{ W}$ y $5^\circ \text{ S} - 5^\circ \text{ N}$) la convección sigue activa, incrementándose ligeramente durante este mes, con valores de ROL muy próximos a los alcanzados en los años 1983, 1992 y 2010 (Figura 3.1.1.6 y Figura 3.1.1.7).

En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), anomalías ligeras de viento del oeste en el Pacífico Occidental, se extienden hacia el sur del Pacífico Central (Figura 3.1.1.8.a). Además, de una intensificación de los vientos del Este. En el Pacífico Sudoriental ($90^\circ \text{ W} - 80^\circ \text{ W}$, $25^\circ \text{ S} - 15^\circ \text{ S}$), el esfuerzo del viento exhibió anomalías positivas, indicando un fortalecimiento de los vientos del sudeste (Figura 3.1.1.9). Con respecto a los vientos calculados del satélite ASCAT, se ha observado la presencia de pulsos débiles entre los 180° W y 150° W del Pacífico Ecuatorial, cuya intensidad es aproximadamente de $+10 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-2}$ (Figura 3.1.1.10 a).

En los niveles altos (200 hPa), se observaron anomalías de vientos del Este sobre la región del Pacífico Occidental y anomalías de viento del Oeste sobre la región peruana (Figura 3.1.1.8.b). Estos vientos del Oeste estarían suprimiendo la ocurrencia de precipitaciones sobre la región centro y sur del país.

Por otra parte, durante este mes los movimientos ascendentes presentaron una disminución sobre el Pacífico Ecuatorial centro-occidental en comparación al mes anterior. Este debilitamiento de la convectividad responde al enfriamiento estacional de la TSM en esta región. Sin embargo, aún se encuentran anomalías positivas entre las longitudes 160° E y 160° W (Figura 3.1.1.11).

3.1.2 Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial

Durante este mes los datos in situ de las boyas TAO/TRITON y ARGO de la zona oriental muestran la elevación de la isoterma de 20°C, es decir ubicada a menos profundidad respecto a su normal. En la primera semana se ubicó 10 m menos profunda, aumentando gradualmente a 20 m. En tanto que, en la región central la isoterma se ubicó en 40 m menos profunda respecto a su profundidad normal (Figura 3.1.1.10 b y Figura 3.1.1.10 C).

Asimismo, la información de las boyas TAO/TRITON muestra en la franja ecuatorial anomalías negativas distribuidas dentro de la termoclina. La máxima anomalía, -3°C, aumentó su cobertura espacial de manera gradual, extendiéndose hacia el Este (120°W) (Figura 3.1.2.1). Además, la información muestra la continuidad de tendencia decreciente de la inclinación de la termoclina, presentando al final del mes valores cercanos a lo normal (Figura 3.1.2.2). Por otro lado, en la zona oriental, dentro de los primeros 30 m de profundidad, el calentamiento desarrollado en meses anteriores por la presencia de El Niño, se disipó durante la primera semana de abril, manifestando condiciones normales a ligeramente frías. (Figura 3.1.2.1)

Con relación al nivel medio del mar, en la franja ecuatorial de 180°W a 090° W, los datos de altimetría satelital (Jason 2) muestran anomalías positivas hasta 10 cm (Figura 3.1.1.10.d)

3.2 CONDICIONES A ESCALA REGIONAL

3.2.1 Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental y temperatura del aire.

El campo de presiones frente al litoral costero, no mostró anomalías negativas importantes (Figuras 3.2.1.1). Asimismo, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), presentó una configuración zonal, mostrando un núcleo definido con magnitud de alrededor de 1020 hPa y de mayor expansión espacial con respecto a su climatología.

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 6 m/s, durante casi todo el mes. Respecto a la dirección del viento, al norte de los 5° S, se registraron vientos de dirección sur sureste (SSE), 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 3.2.1.2 a). En cuanto a las anomalías de viento, estas oscilaron entre -1,5 m/s y +2 m/s, predominando anomalías positivas entre -1 m/s y +1,5 m/s en gran parte de la costa peruana (Figura 3.2.1.2 b).

Los registros de la temperatura del aire a nivel de superficie en el litoral norte y centro mostraron anomalías positivas. La temperatura máxima, con valores de hasta +2,7°C en la estación Puerto Pizarro (Tumbes), +2,1 °C en la estación Campo de Marte (Lima) y +1,8 °C en la estación San Miguel (Piura). La temperatura mínima alcanzó los +2,7 °C en la estación Huarmey (Anchash), +2,3 °C en la estación Fonago (Ica) y +1,7 °C en la estación Trujillo (La Libertad) (Figura 3.2.1.3).

3.2.2 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

Durante el mes de abril, se desarrollaron mayores precipitaciones en el Pacífico Central, debido a la continuidad de condiciones cálidas del océano, así como a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que presentó sus dos bandas sobre el Pacífico Oriental, donde la banda en posición más austral se mostró alejada del continente y de menor intensidad que el mes de marzo. En el territorio nacional, las mayores precipitaciones se dieron a lo largo de la región andina oriental y selva norte (Figura 3.2.2.1 a, b),

Al concluir abril, los principales ríos de la cuenca del Pacífico, ubicados en la costa norte, centro y sur, así como los de la cuenca del Titicaca, evidenciaron el inicio del período de transición hacia el estiaje, presentando hidrogramas de tipo descendentes y en general caudales diarios por debajo a los promedios históricos (Figura 3.2.2.2).

Las reservas hídricas en la costa norte presentaron en promedio el 80 % respecto a la capacidad hidráulica de los principales embalses, aumentando en relación al reporte anterior. El sistema hidráulico del Rímac mantuvo su recuperación, con un estado al 29 de abril, del 61 % de su capacidad hidráulica, manteniendo una recuperación. En el sur, el sistema hidráulico Colca-Chili (Arequipa) operó en promedio al 64 %, mostrando hidrogramas descendentes. En Pasto Grande (Moquegua), se incrementó hasta el 51 %. Los de Tacna (Aricota, Jarumas y Paucarani) estuvieron al 70 % de su capacidad hidráulica, definiendo una ligera disminución. En la costa sur los embalses mostraron una tendencia ligeramente decreciente, operando en promedio al 63 % de su capacidad hidráulica útil (Figura 3.2.2.3).

3.2.3 Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana

Las series temporales de TSM y sus anomalías hasta abril del 2016, comparadas con los años, 1972-73, 1982-83, 1991-92 y 1997-98 (Figura 3.1.1.2), muestran que en la región Niño 1+2, las condiciones térmicas de abril estuvieron por debajo de lo que sucedió en los años de 1983 y 1998.

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 +1,07 °C para marzo del año 2016, que correspondió a una condición Cálida Moderada (ENFEN, 2012). Los valores temporales del ICEN (ICENTmp), basados parcialmente en los pronósticos de los modelos numéricos, para abril fue de +0,65°C, indicando una condición Cálida Débil (Figura 3.2.3.1 y Tabla 3.2.3.1).

Durante la primera semana del mes, frente a la costa peruana las anomalías positivas de TSM se disiparon rápidamente, cambiando el escenario con anomalías negativas de hasta -2 °C, dentro de las 60 mn aproximadamente. Después de la segunda semana de abril estas anomalías disminuyeron, predominando espacialmente condiciones térmicas neutras (Figura 3.1.1.1).

Los registros de temperatura de las estaciones costeras de la DHN, de norte a sur, muestran en general la tendencia negativa de las anomalías de la TSM. Las dos primeras semanas del mes la temperatura se mantuvo sobre su valor normal, manifestando ligero calentamiento con anomalías positivas, sin embargo, desde la tercera semana, de Talara a Chimbote la temperatura disminuyó rápidamente, tomando valores por debajo de su normal. Esta tendencia y cambios de la TSM son similares a los registros de temperatura de las estaciones costeras del IMARPE. (Figura 3.2.3.2).

Las anomalías de TSM registradas por la DHN, durante el mes de abril, en el litoral de Paita, Chimbote, Callao e Ilo, mostraron condiciones medias menores, respecto a los eventos EN 82-83 y 97-98 (Figura 3.2.3.3).

Los registros del nivel del mar de las estaciones mareográficas de la DHN muestran el descenso de las Anomalías del Nivel Medio del Mar (ANMM) tomando valores negativos, después que en la primera semana de abril en que éstas fueron positivas. El NMM mensual de Chimbote fue de -6 cm, mientras que en el resto de las estaciones mareográficas, el NMM de abril estuvo cerca de su valor normal (Figura 3.2.3.4a). Con esta misma información, a través de la figura hovmoller diaria se evidencia el paso de la onda de norte a sur durante este mes de abril (Figura 3.2.3.4 b); asimismo, esto se evidencia a través de la información de altimetría satelital en la franja de 100 Km frente al litoral (Figura 3.2.3.4 c).

3.2.4 Temperaturas subsuperficiales en el litoral peruano

Los datos de las secciones del crucero oceanográfico (IMARPE-BIC Olaya) muestran dentro de las 100 mn de Paita (3 y 4 de abril) temperaturas hasta 23°C, 1°C (en promedio mayor) respecto al mes anterior. Asimismo, los datos muestran a la termoclina entre los 10 m y 20 m de profundidad, mientras que la isoterma de 15 °C entre los 150 m y 170 m de profundidad (Figura 3.2.4.1 a). Esta estructura vertical de temperatura muestra anomalías superiores de +2°C en los primeros 110 m de profundidad, y anomalías alrededor de -1°C entre los 200 m y 400 m de profundidad (Figura 3.2.4.1 b). La distribución vertical de la salinidad muestra Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), caracterizadas por salinidades mayores a 35,1 ups, sobre los 70 m de profundidad aproximadamente (Figura 3.2.4.1 c) con anomalías hasta +0,2 ups sobre los 50 m de profundidad (Figura 3.2.4.1 d).

Con respecto a la sección de Chicama (9 y 10 de abril), se presentaron TSM entre 20°C y 24°C y una termoclina alrededor de los 30 m, más intensa por fuera de las 60 mn, mientras que la isoterma de 15°C se localizó entre los 100 y 130 m de profundidad (Figura 3.2.4.2 a). Esto ocasionó anomalías térmicas alrededor de +1°C sobre los 120 m de profundidad (Figura 3.2.4.2 b). La distribución de salinidad mostró ASS sobre los 75 m de profundidad, llegando hasta 35,2 ups por fuera de los 70 mn (Figura 3.2.4.2 c), lo cual produjo anomalías hasta de +0,1 ups sobre los 75 m de profundidad (Figura 3.2.4.2 d).

La variación de la estructura térmica en la Estación Fija Paita, localizada a siete millas náuticas frente a la costa, mostró temperaturas entre 15° y 21°C sobre los 100 m de profundidad, con un ascenso de las isotermas durante el mes (Figura 3.2.4.3 a). En la primera quincena se registraron anomalías positivas de hasta +2°C en toda la columna de agua.

Durante la última semana, luego de una disminución de las anomalías térmicas, se presentaron condiciones neutras hasta los 50 m y anomalías alrededor de +1 °C en los últimos 80 m de profundidad (Figura 3.2.4.3 b). La distribución halina (Figura 3.2.4.3 c), mostró valores de salinidad de alrededor de 35,0 ups durante todo el mes, indicando la presencia de aguas de mezcla en toda la columna de agua.

Con respecto a las variables oceanográficas medidas en la Estación Fija Chicama, localizada a doce millas náuticas frente a la costa, la temperatura mostró valores entre 16° y 21°C en la columna de agua durante el mes, mostrándose un ascenso de las isotermas (Figura 3.2.4.4 a).

El comportamiento halino mostró salinidades mayores a 35,1 ups durante todo el mes, que fue disminuyendo a valores de 35,0 ups a finales del mes (Figura 3.2.4.4 b), lo cual indicó la presencia de ASS y aguas de mezcla.

En la Estación Fija Callao, localizada a ocho millas náuticas frente a la costa, la temperatura mostró valores en el rango de 15° a 19°C sobre los 90 m de profundidad (Figura 3.2.4.5 a). Las anomalías de temperatura mostraron valores de +1°C y +2°C en toda la columna de agua, sin embargo en la última semana mostraron una tendencia hacia condiciones neutras (Figura 3.2.4.5 b). La estructura vertical halina muestra la predominancia de ASS durante todo el mes, sin embargo en la última semana de abril se apreció mayor presencia de aguas de mezcla (Figura 3.2.4.5 c).

3.2.5 Oxígeno, Nutrientes y Productividad en la costa peruana

En cuanto al oxígeno disuelto (OD), las secciones oceanográficas de IMARPE mostraron un decrecimiento de las concentraciones de oxígeno para el mes de abril en la columna con un ascenso a la superficie de la oxiclina respecto a los meses anteriores. En el presente mes, la profundidad de la iso-oxígena de 0,5 mL⁻¹, que marca el límite superior de la Zona de Mínima de Oxígeno (ZMO), estuvo ubicada a los ~80 metros de profundidad en Paita (Figura 3.2.4.3 d) y a ~20 metros de profundidad en Chicama (Figura 3.2.4.4 c) y Callao (Figura 3.2.4.5 d). Las secciones verticales durante los primeros días de abril mostraron una ZMO más intensa y somera en la sección vertical de Chicama respecto a Paita (Figura 3.2.5.1).

Respecto a los nutrientes, la información de la Estación Fija Paita mostró una profundización de la isolínea de silicatos de 10 µmol/L (~50 metros) en las primeras semanas y un ascenso a la superficie de la misma en las últimas semanas (~20 metros). Los silicatos, nitratos y fosfatos en la sección vertical de Paita en los primeros días de abril mostraron mayores concentraciones cerca de la costa a excepción de los fosfatos (Figura 3.2.5.1 a).

Las secciones verticales de Paita y Chicama mostraron las mayores concentraciones (>2 µg/L) de clorofila-a a los 20 km de distancia a la costa (Figura 3.2.5.1). Las estaciones fijas Paita (Figura 3.2.4.3 f), Chicama (Figura 3.2.4.3 d) y Callao (Figura 3.2.4.3 e) mostraron un incremento en las concentraciones de clorofila-a (>0,05 µg/L) en la columna de agua respecto a las últimas semanas del mes de marzo; sin embargo, en la estación Callao en la primera quincena de abril se observó una disminución a hasta ~0,02 µg/l en promedio en los primeros 20 metros de profundidad.

Por otro lado, la clorofila-a superficial satelital mostró dos núcleos con altas concentraciones de clorofila ($>10 \mu\text{g/L}$) a los 8°S y entre los 12°S - 14°S (Figura 3.2.5.2 a). Además, se observó un incremento de las anomalías positivas en la últimas semanas a lo largo de casi toda la costa peruana ($\sim+6 \text{ mg/m}^3$) (Figura 3.2.5.2 b). La anomalía promedio de clorofila-a también se incrementó en las últimas semanas de abril ($\sim+4 \text{ mg/m}^3$) (Figura 3.2.5.2 c).

3.2.6 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

Respecto a la flota industrial, en la zona sur al 30 de abril se han desembarcado un total de 19 227 t entre Ático, Planchada y Mollendo. Esta descarga correspondió a un avance del 5,03 % de la cuota establecida (380 mil t).

En la región norte-centro la principal zona de pesca proveniente de la flota artesanal se ubicó frente a Paita, Chimbote, Callao y Pisco. El valor acumulado del desembarque de anchoveta para este tipo de embarcaciones para abril fue de $\sim 2000 \text{ t}$, siendo $\sim 80 \%$ menor a lo registrado en abril del 2015.

La estructura de tallas de la anchoveta en la zona norte-centro y sur presentó un comportamiento unimodal de ejemplares adultos ($>12 \text{ cm}$) en todos los puertos; sin embargo en el puerto de Pisco y la región sur se observó incidencia de juveniles (29,8 % y 40,6 % respectivamente) en la estructura de tallas (figura 3.2.6.1).

Los indicadores reproductivos, de la anchoveta del stock norte-centro, como la Fracción Desovante (FD) y el Índice Gonadosomático (IGS) que reflejan el desove y la maduración respectivamente, en el mes de abril mostraron niveles por encima del patrón histórico pero menores a los del mes de marzo, indicando que el proceso de desove continuó. Además, el Índice de Atresia (IA), mostró valores por debajo del patrón histórico, indicando que los ovocitos se desarrollaron sin alteraciones (Figura 3.2.6.2).

En relación a otras especies detectadas por la pesca, la caballa se presentó entre Chimbote y Callao, dentro de las 40 mn de la costa. La samasa se presentó frente a Paita, Chimbote y Pisco, dentro de las 10 mn. También se registró barrilete, frente al Callao a 40 mn de la costa. Además, hubo presencia de munida frente al Callao, dentro de 10 mn.

4. ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS

4.1 DISCUSIÓN

Durante el mes de abril, en el Pacífico Centro-Occidental se presentaron anomalías de vientos del oeste de menor intensidad respecto a marzo, debido a una mayor convección alrededor de los 180°W . El reforzamiento de la convección mencionada, es debido a la persistencia de las condiciones cálidas de la TSM en esa región. En niveles medios, se observó una circulación anticiclónica ubicada al sur-oeste del Perú, promoviendo advección de humedad desde el Este hacia el centro y norte del país. Asimismo, flujos del Oeste sobre la sierra sur occidental, han suprimido la ocurrencia de precipitaciones importantes sobre este sector.

A lo largo de la costa, los vientos menores a 6 m/s estuvieron asociados al debilitamiento del APS. Además, el APS presentó repliegues hacia el continente sudamericano ocasionando incrementos esporádicos de los vientos en el litoral.

La TSM fue mayor en el Pacífico Central que en el Pacífico Oriental, ocasionando que la ZCIT se mantuviera en el Pacífico Central. Debido a esto la ZCIT tuvo una menor influencia en las precipitaciones cercanas a la zona continental.

Abril marcó una transición al inicio del periodo de estiaje, el cual fue más notorio en la zona sur que en la zona norte. Las esporádicas precipitaciones que se presentaron en la región norte se debieron a la contribución de vientos del Este provenientes de la Amazonía en los niveles medios. Las esporádicas precipitaciones en la zona norte influyeron a que los embalses de dicha zona mantengan su capacidad hidráulica, mientras que los embalses de la zona sur presentaron una ligera tendencia decreciente.

Continuó la disminución de la TSM en la región Niño 3.4 y Niño 1+2; sin embargo, frente a la costa centro-norte de Perú, durante la primera quincena se mantuvieron las anomalías térmicas positivas. No obstante, durante la última quincena frente a la costa peruana, las anomalías de la TSM decrecieron hasta alcanzar valores negativos debido al paso de una Onda Kelvin fría. Así mismo, esta Onda Kelvin generó el descenso del nivel medio del mar alcanzando anomalías negativas.

En las secciones verticales de Paita y Chicama, el descenso de las anomalías de la temperatura y la tendencia a la superficie de la termoclina respecto a marzo, también están relacionadas al arribo de la Onda Kelvin fría a finales del mes.

El incremento de las concentraciones de nutrientes, la tendencia a la superficie de la oxiclina y las altas anomalías positivas de clorofila-a superficial frente a la costa peruana en las últimas semanas de abril, se debería a la normalización de las condiciones oceanográficas (asociado a la estacionalidad) y al arribo de una Onda Kelvin fría frente a la costa peruana.

Los desembarques de anchoveta en la zona sur han aumentado debido a la normalización de las condiciones oceanográficas a lo largo del mar peruano, lo cual también habría permitido una mayor presencia y desembarque de anchoveta en la zona norte-centro, aunque sin alcanzar los niveles del año anterior. Los indicadores reproductivos de la anchoveta muestran que el proceso de desove continúa; sin embargo la disminución de los valores respecto del mes de marzo se debería a la estacionalidad del ciclo reproductivo.

4.2 PRONÓSTICO

4.2.1 A corto plazo (semanas)

Los modelos de simulación de las Ondas Kelvin, corridos por IGP e IMARPE, muestran que para el mes de mayo del 2016 no habrá la llegada de Ondas Kelvin de gran significancia a la costa peruana, sin embargo una Onda Kelvin fría generada a finales de abril en el Pacífico central continuaría su paso a través del Pacífico Ecuatorial (Figura 3.1.2.1e y Figura 4.2.1.1).

4.2.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)

Según la simulación, una onda Kelvin fría (modo 1) generada en abril 2016, debido a las anomalías de vientos del este en el Pacífico Ecuatorial Occidental, llegaría frente a las costas de Sudamérica en junio 2016.

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 4.2.2.1) y otros (compilación del International Research Institute for Climate and Society IRI), continúan indicando, en su mayoría, la declinación de El Niño. Para julio en adelante, los modelos predicen condiciones de La Niña.

Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), si bien la mayoría de modelos globales pronostica anomalías negativas de la TSM en los próximos meses, estas aún se encuentran en el rango de condiciones normales, tal como indica los pronósticos de los modelos climáticos dinámicos internacionales evaluados (del proyecto NMME y el European Center for Medium Range Weather Forecasting ECMWF). Además el pronóstico del ICEN indica que para los siguientes próximos tres meses se alcanzarán condiciones neutras con ligeras anomalías negativas (Figura 4.2.2.2).

4.2.3 A largo plazo (más de 3 meses)

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), todos los modelos dinámicos NMME considerados inicializados en abril, indican en promedio, que se presentarán anomalías de TSM negativas hasta primavera, alcanzando condiciones de La Niña débil a moderada (Figura 4.2.2.1).

Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), 7 de 8 modelos inicializados en abril pronostican hasta el trimestre setiembre-noviembre condiciones neutras y 1 de 8 modelos (CFSv2) indica condiciones de La Niña costera débil. Sin embargo, la mayoría de los modelos (7 de 8) pronostica anomalías negativas para el invierno (Tabla 4.2.2.1).

5. CONCLUSIONES

Durante el mes de abril las anomalías térmicas del Pacífico Ecuatorial Central (Niño 3.4) y el Pacífico Ecuatorial Oriental (Niño 1+2) continuaron su disminución. La mayor disminución fue registrada en la región Niño 1+2. El Índice Costero El Niño, de marzo presentó una condición Cálida Moderada con un valor de +1,07 °C.

Durante la primera quincena de abril se presentaron anomalías positivas de TSM y nivel medio del mar. Sin embargo, durante la segunda quincena, el arribo de una Onda Kelvin fría generó el desarrollo de anomalías negativas de la TSM. Además la Onda Kelvin fría habría favorecido la tendencia a la superficie de la oxiclina y nutriclina. El aumento de la fertilidad de las aguas costeras habría favorecido el incremento de la concentración de clorofila-a, alcanzando anomalías positivas en las últimas semanas.

Respecto al recurso anchoveta, los desembarques se han recuperado respecto al mes anterior y los indicadores de la actividad reproductiva mostraron que la anchoveta continuó desovando aunque en menor medida respecto al mes anterior.

En cuanto a las condiciones hidrológicas, se inició la transición al periodo de estiaje, aunque se presentaron esporádicas precipitaciones en la zona norte. En general los embalses en la zona norte mantuvieron su capacidad hidráulica y la zona sur presentó una ligera tendencia decreciente. La mayor parte de los ríos estuvieron por debajo de su caudal histórico.

Se prevé que una onda Kelvin fría (modo 1) generada en abril 2016, debido a las anomalías de vientos del este en el Pacífico Ecuatorial Occidental, arribaría a la costa peruana en junio 2016. En general para el Pacífico Central y el Pacífico Oriental la mayoría de modelos globales pronostican que para el mes de junio se alcanzarán condiciones neutras. A mayor plazo (primavera 2016), la mayoría de modelos globales pronostica condiciones de la Niña débil a moderada en el Pacífico Central y condiciones neutras en el Pacífico Oriental.

6. REFERENCIAS

Anculle, T., D. Gutiérrez, A. Chaigneau, F. Chávez, 2015: Anomalías del perfil vertical de temperatura del punto fijo Paíta como indicador de la propagación de Ondas Kelvin, Boletín Trimestral Oceanográfico “Estudio y Monitoreo de los Efectos del Fenómeno El Niño en el Ecosistema Marino Frente al Perú”, Instituto del Mar del Perú, 1 (1-4), 6-8.

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.

Boullanger, 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: On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. 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: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. 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

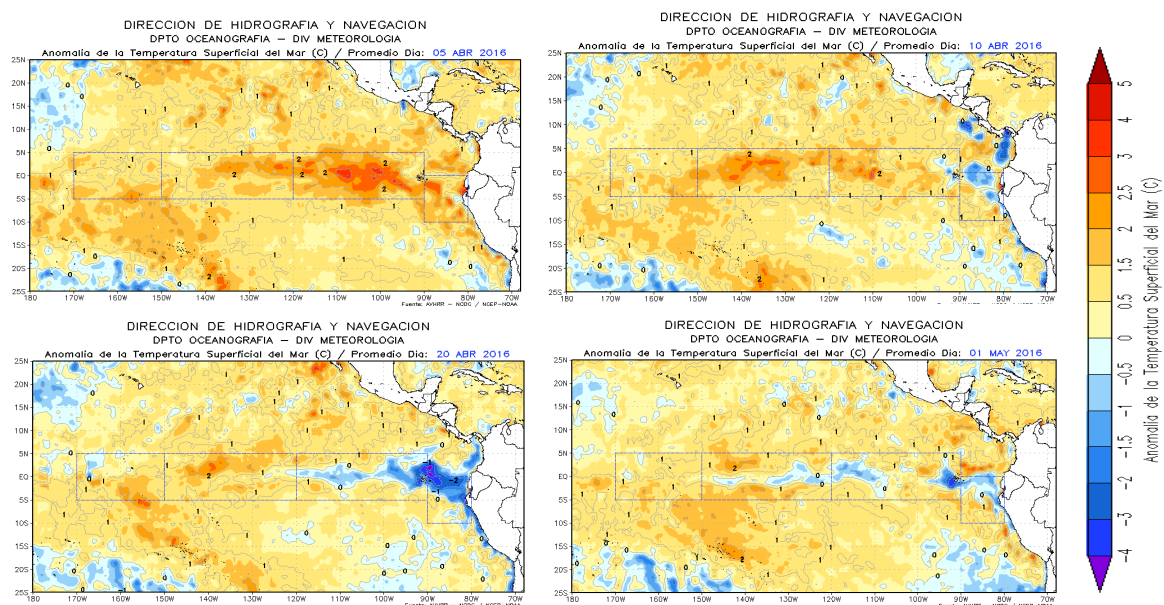


Figura 3.1.1.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico Oriental para los días a) 5 de abril, b) 10 de abril, c) 20 de abril, y e) 01 de mayo de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

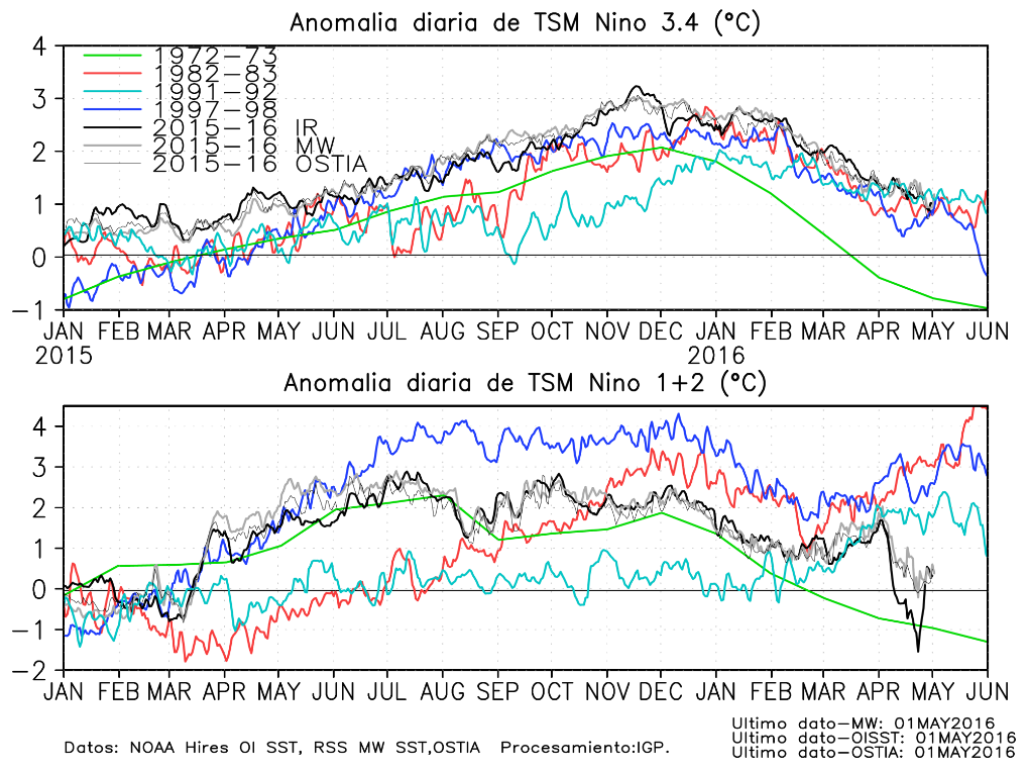


Figura 3.1.1.2 Anomalía de TSM (°C) durante el año 1982 (rojo), 1997 (azul) y 1972 (verde) según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), en la región 3.4 (a) y en la región 1 + 2 (b).Procesamiento: IGP.

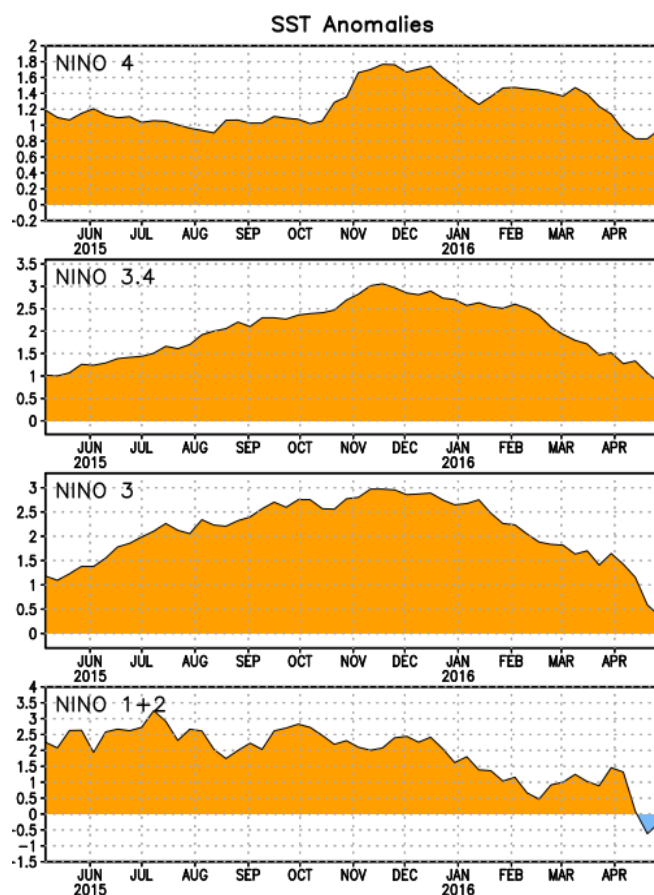


Figura 3.1.1.3 Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de febrero de 2015 a abril de 2016. Fuente: NCEP/NOAA.

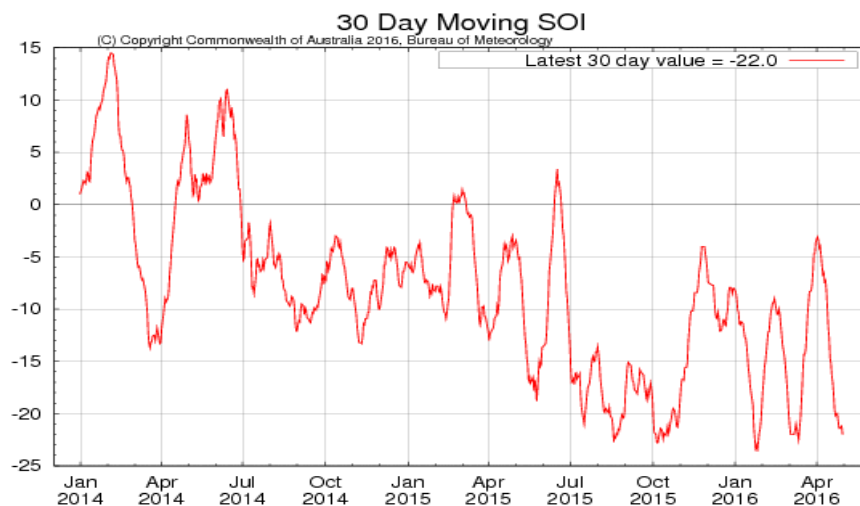


Figura 3.1.1.4 Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

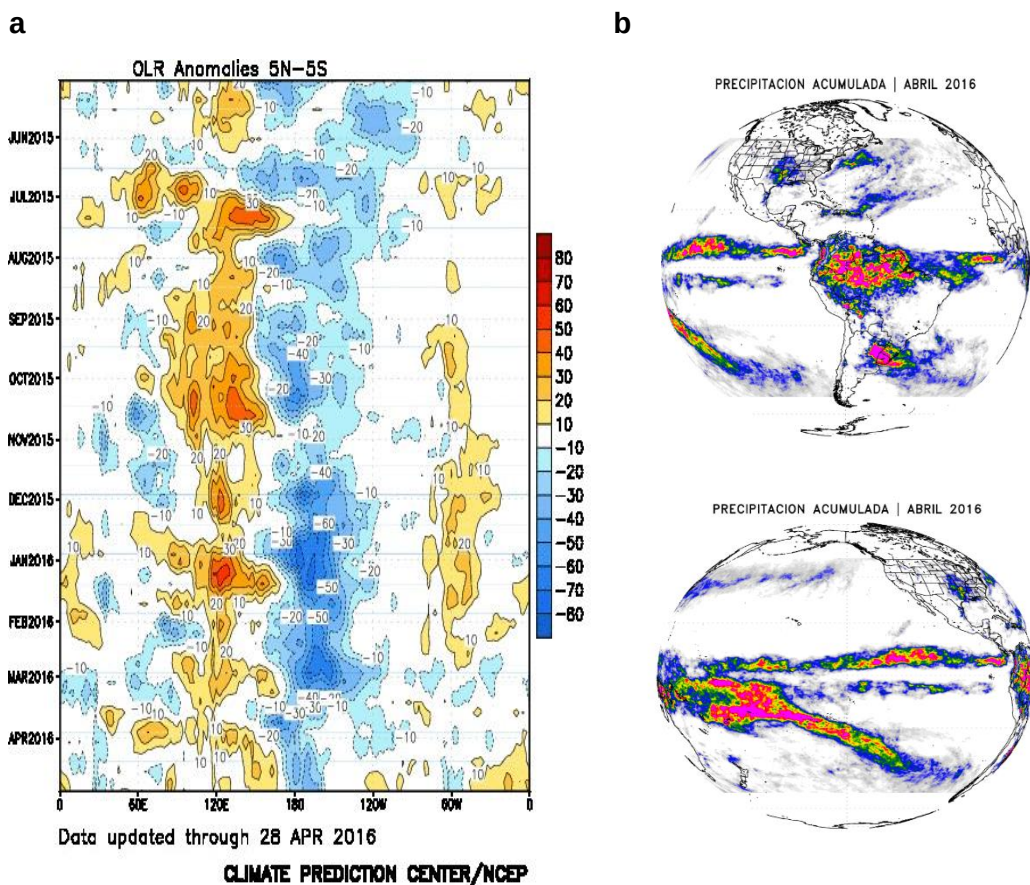


Figura 3.1.1.5. Hovmöller de anomalías de a) Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) desde el mes de mayo de 2015 hasta abril de 2016. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de abril de 2016. Datos: TRMM. Procesamiento: IGP/SENAMHI.

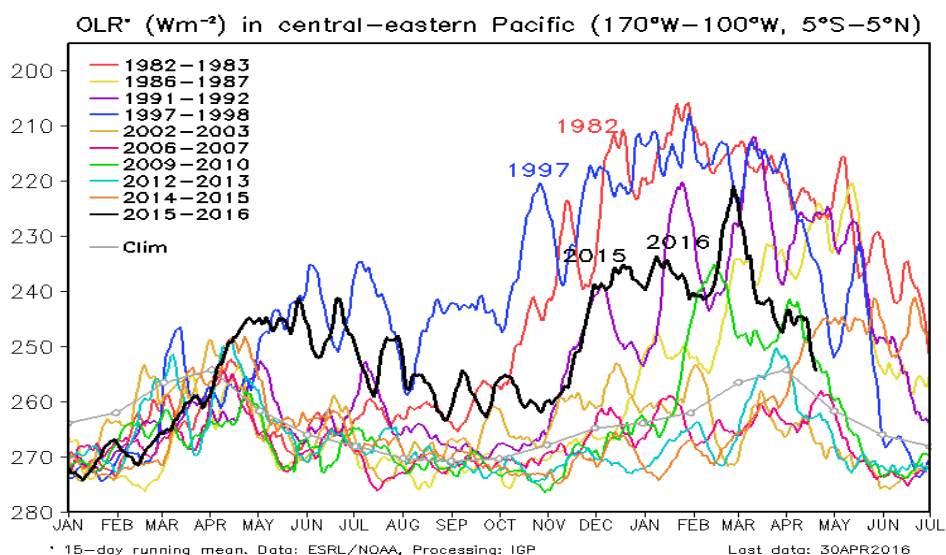
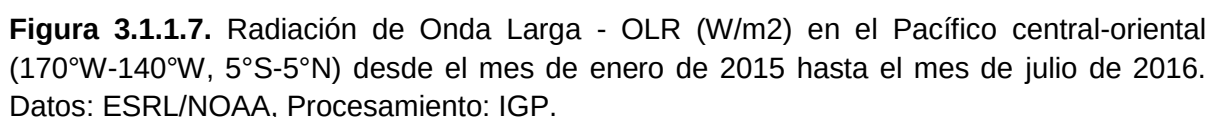
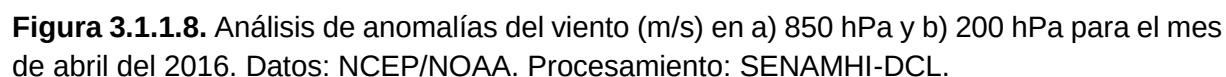


Figura 3.1.1.6. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero de 2015 hasta el mes de julio de 2016. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.



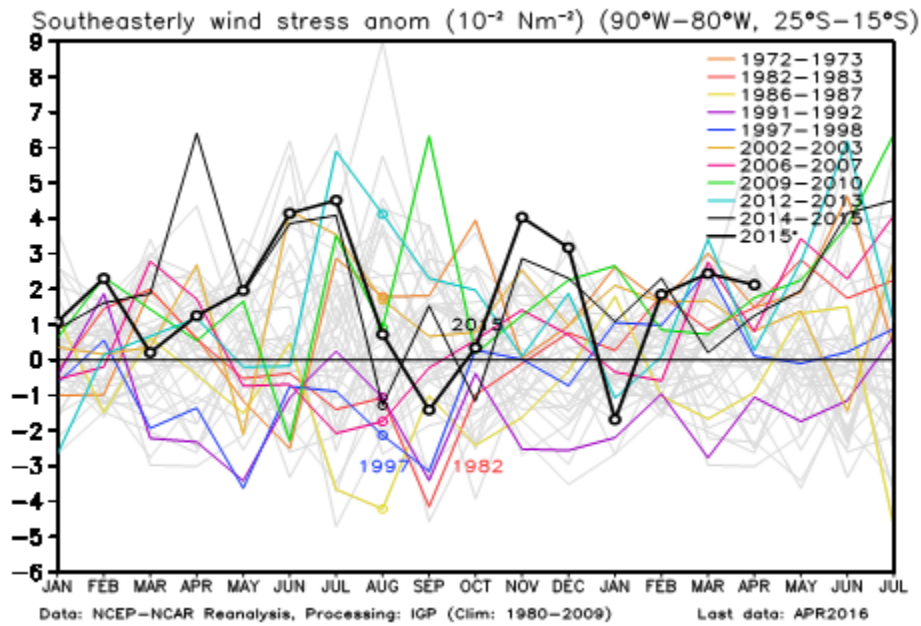


Figura 3.1.1.9. Anomalía del esfuerzo del viento zonal (10^{-2} Nm^{-2}) en el Pacífico central-oriental ($90^{\circ}\text{W}-80^{\circ}\text{W}$, $25^{\circ}\text{S}-15^{\circ}\text{S}$) desde el mes de febrero de 2015 hasta el mes de abril de 2016. Datos: NCEP-NCAR, Procesamiento: IGP.

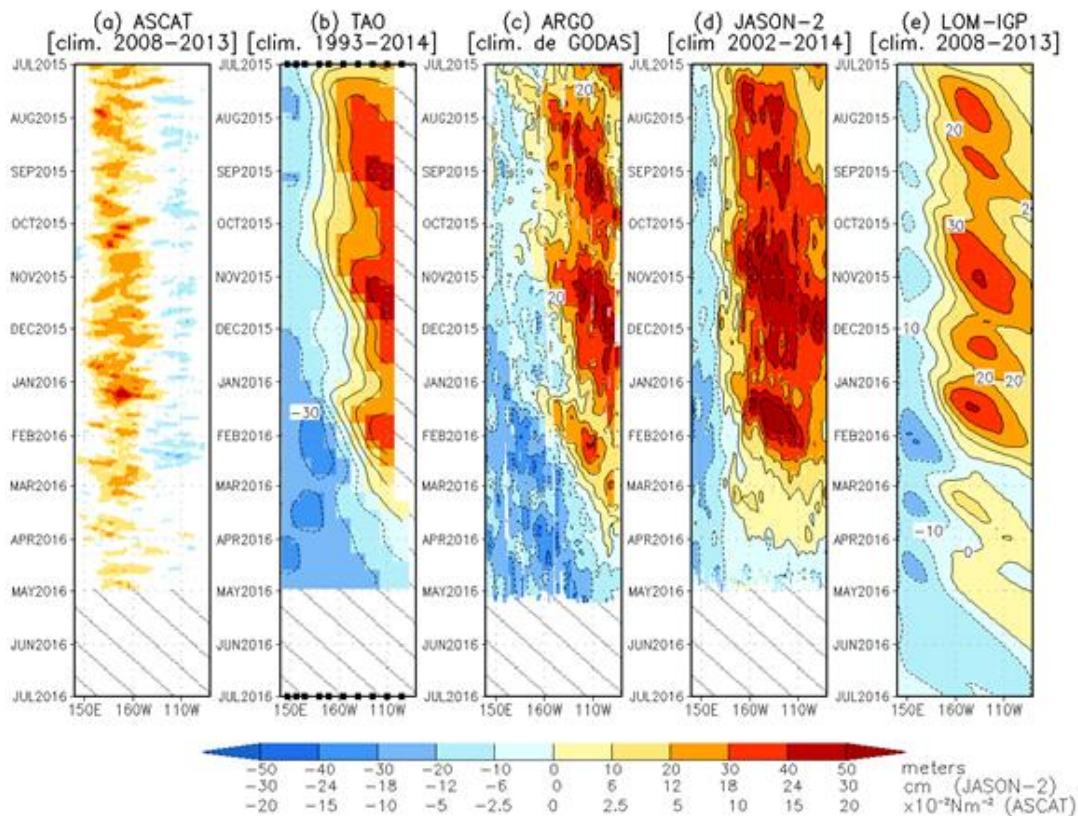


Figura 3.1.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Las líneas diagonales plomas representan una propagación hacia el este con velocidad de $2,7 \text{ m/s}$ para la Onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, TAO/TRITON, Argo, JASON-2. Procesamiento: IGP.

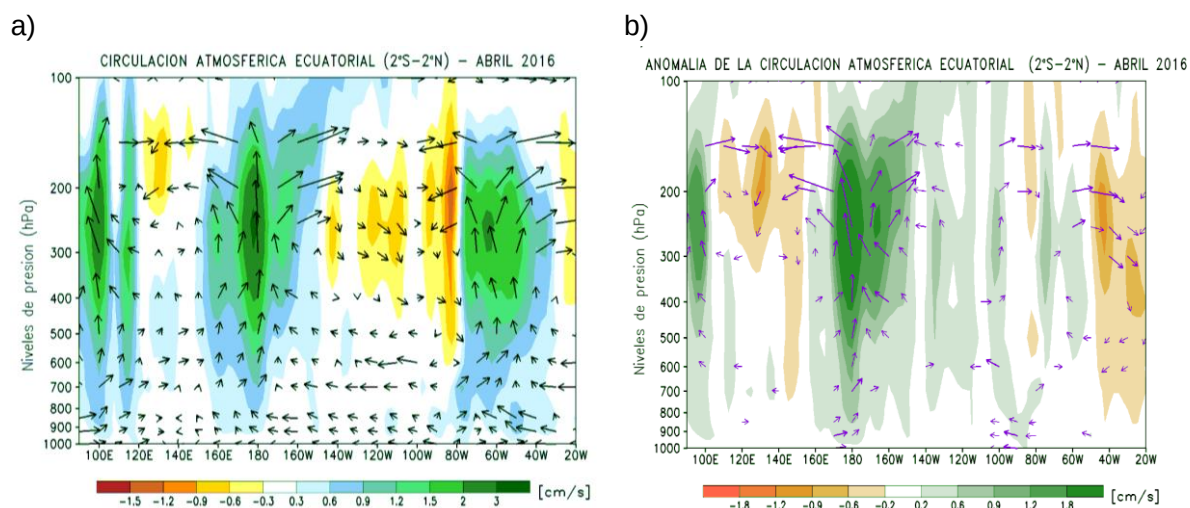


Figura 3.1.1.11. Análisis de la Circulación Atmosférica Ecuatorial de este a oeste para a) promedio del mes y b) anomalía del mes de abril 2016. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

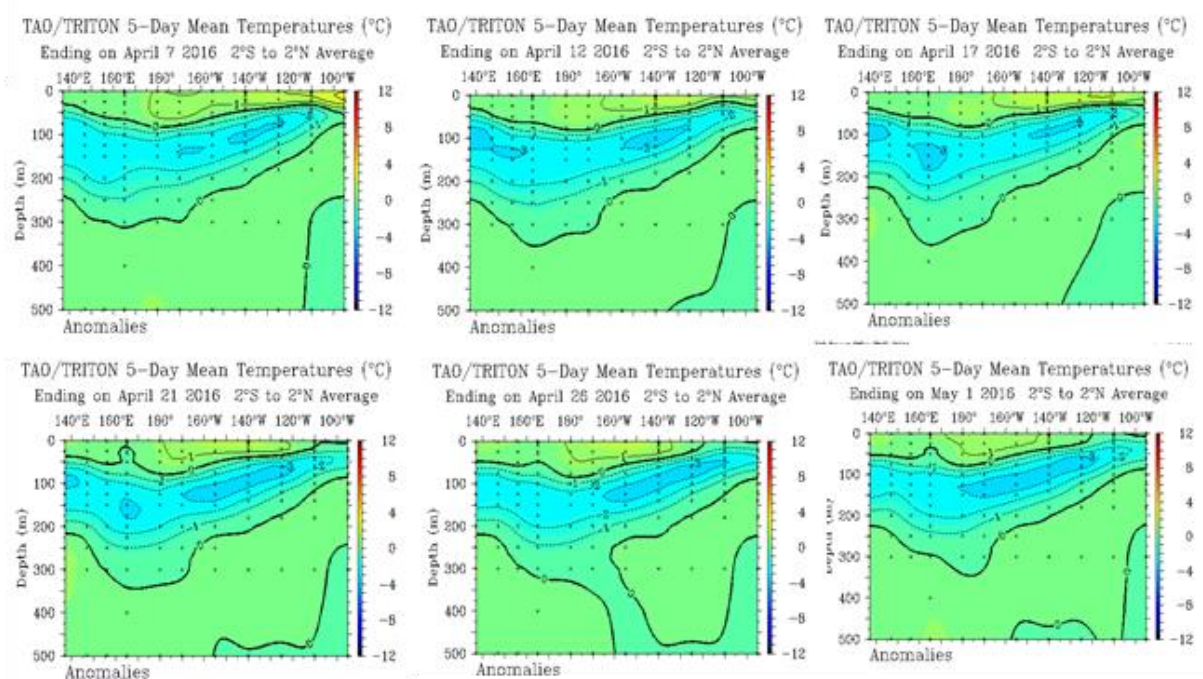


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 7 de abril, b) 12 de abril, c) 17 de abril, d) 21 de abril, e) 26 de abril y f) 1 de mayo de 2016. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

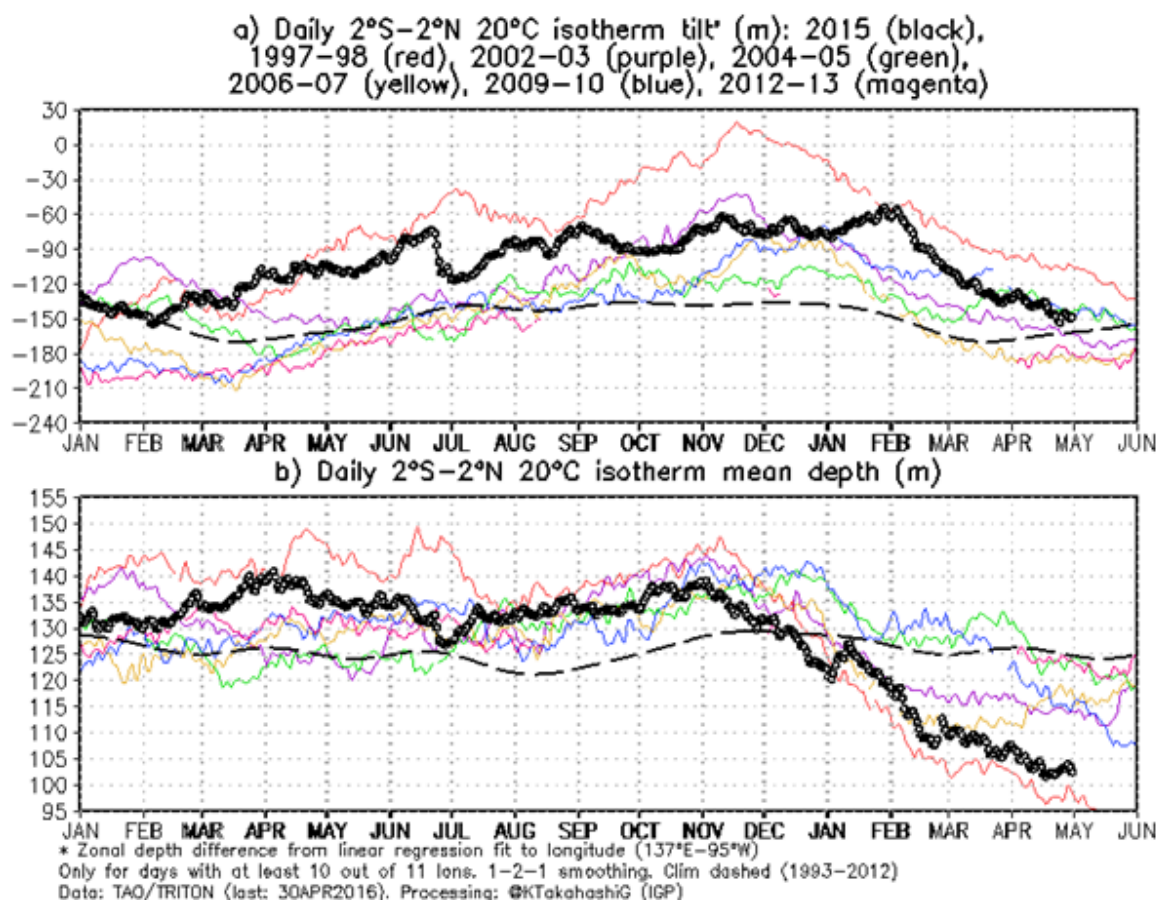


Figura 3.1.2.2. a) Inclínación de la termoclina, diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado). b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP.

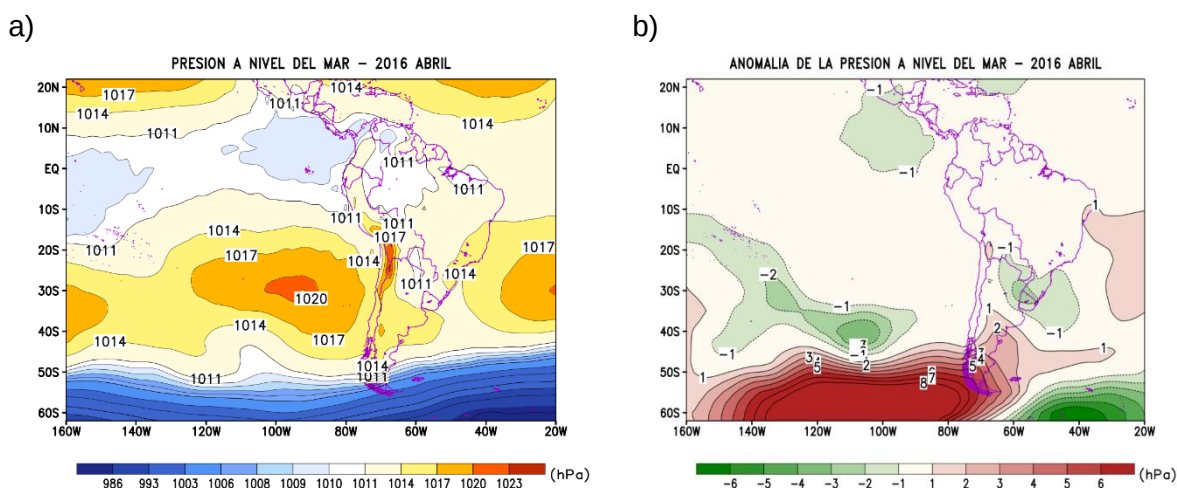
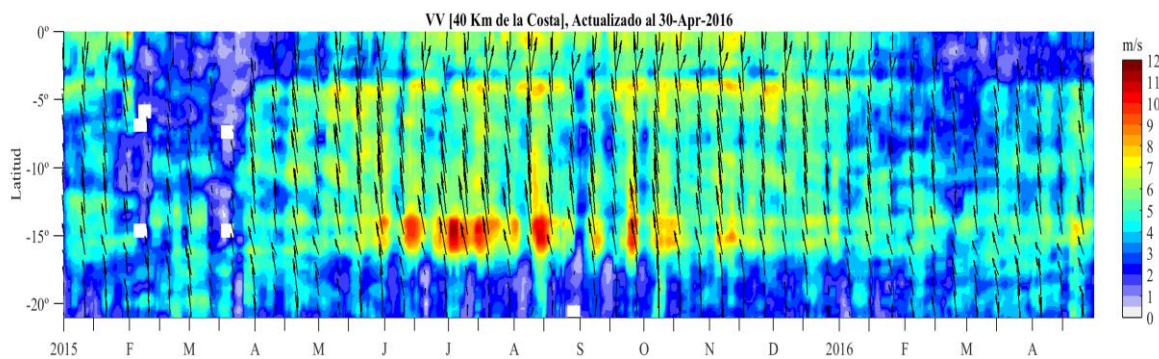


Figura 3.2.1.1 Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para abril del 2016. a) Promedio de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar, b) Anomalia de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI.

a)



b)

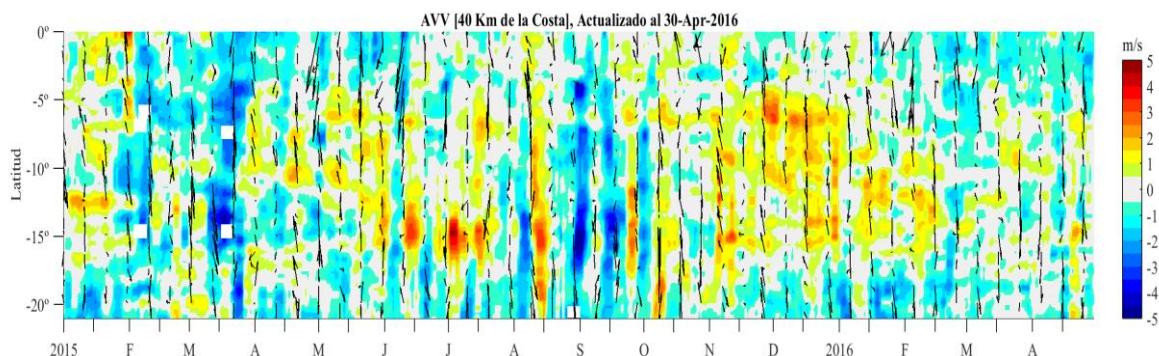


Figura 3.2.1.2. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de octubre de 2015 al 30 de abril del 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

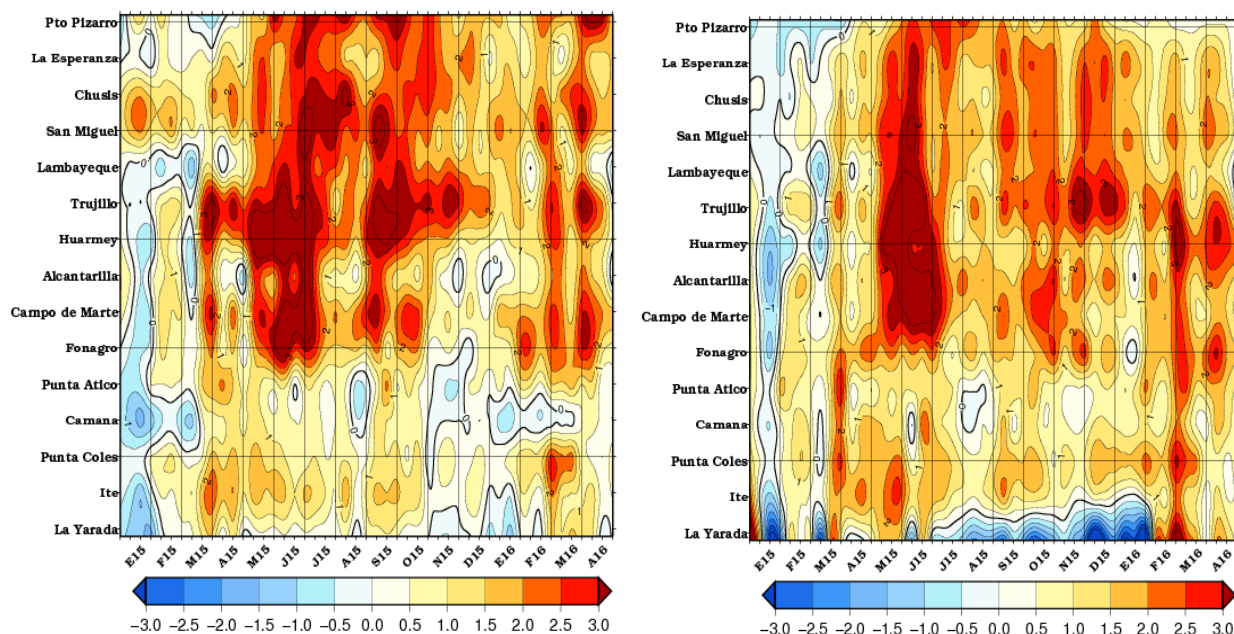


Figura 3.2.1.3. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2015 a abril de 2016. Temperatura máxima (panel izquierdo) y Temperatura mínima (panel derecho). Fuente: SENAMHI.

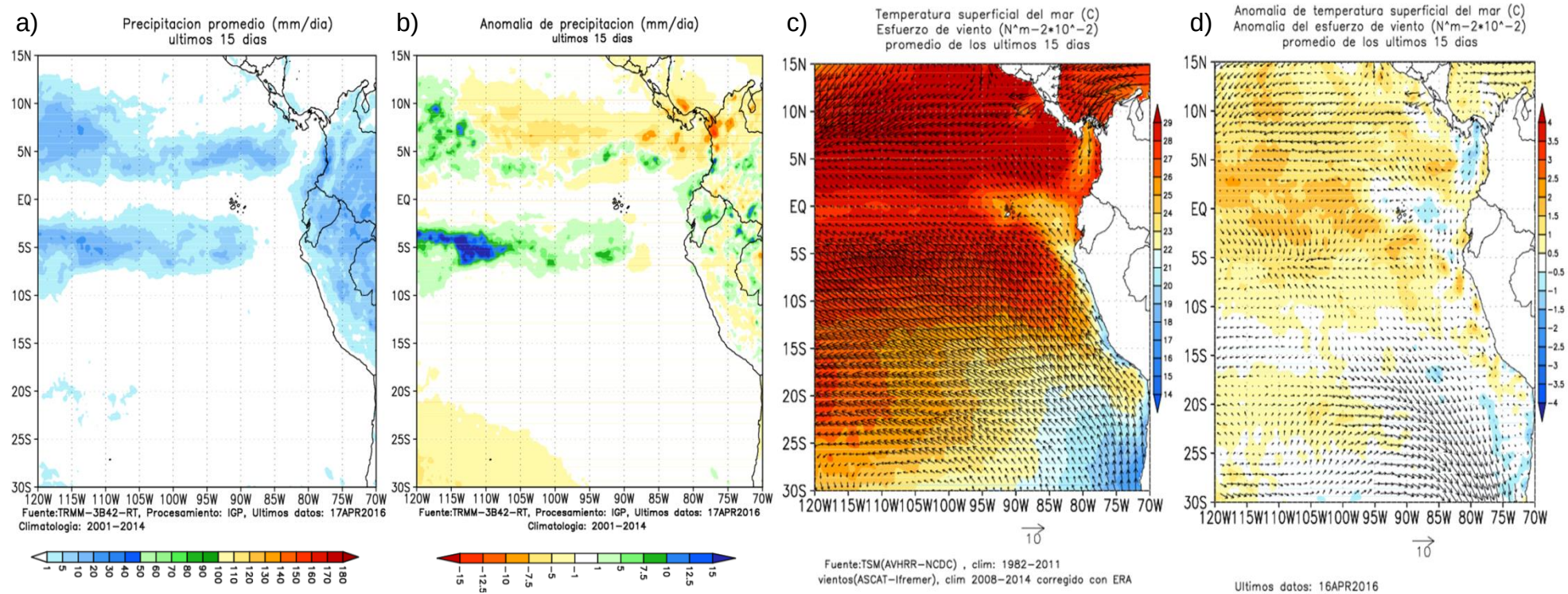


Figura 3.2.2.1. Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento promedio, correspondientes a mediados de abril, a) valores absolutos de precipitación, b) anomalía de precipitación, c) valores absolutos de TSM asociados al esfuerzo de vientos, d) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifrermer // Procesamiento IGP.

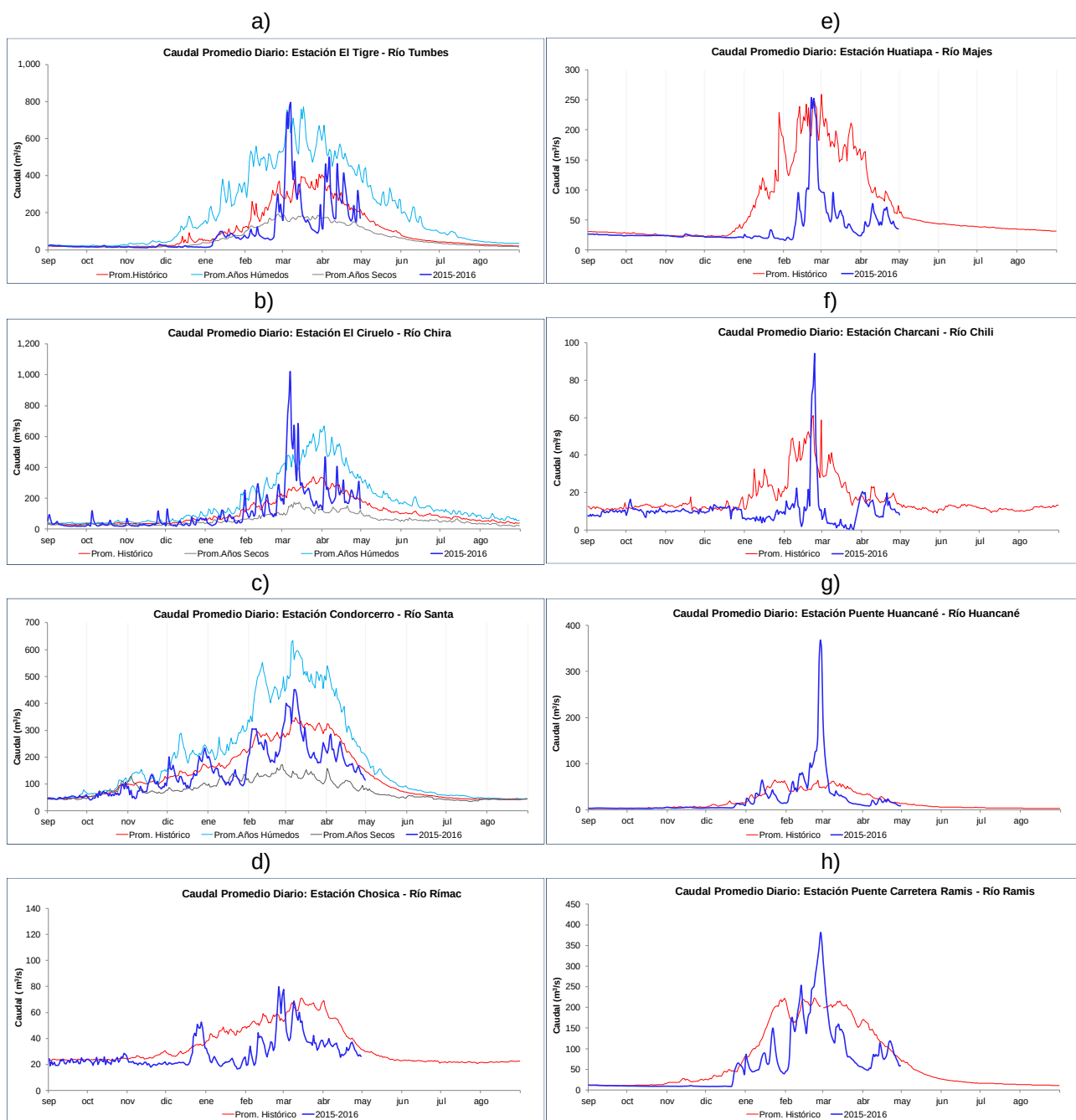


Figura 3.2.2.2. Series de tiempo de los caudales promedios diarios (m^3/s) de los principales ríos del Perú, entre setiembre-2015 a abril-2016: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rímac, e) Majes, f) Chili de la vertiente del Pacífico y, g) Huancané, h) Ramis, del Titicaca. Líneas azules: caudales de setiembre-2015 a abril-2016; rojas: promedio histórico; celeste: promedio años húmedos; gris: promedio años secos. Fuente: ANA.

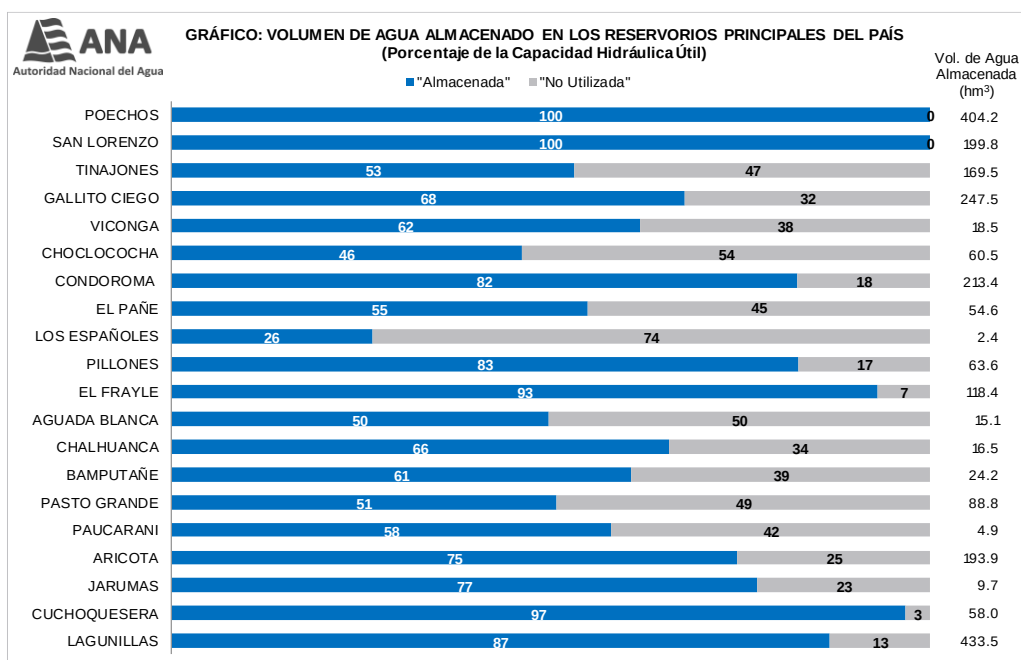


Figura 3.2.2.3. Estado del volumen de agua almacenado (hm³) en los principales reservorios en la costa norte, centro y sur de Perú, en abril del 2016. Fuente ANA.

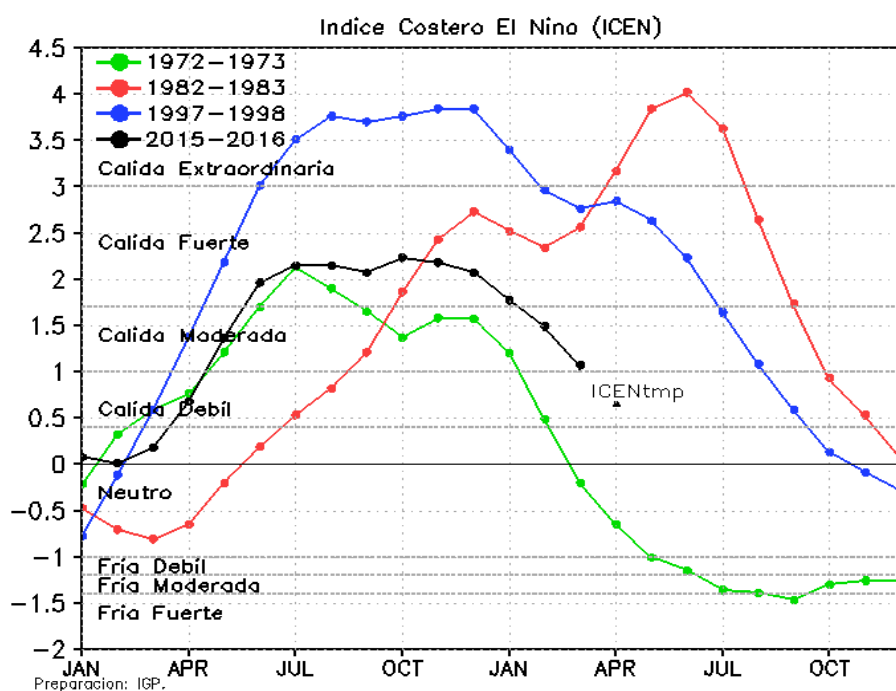
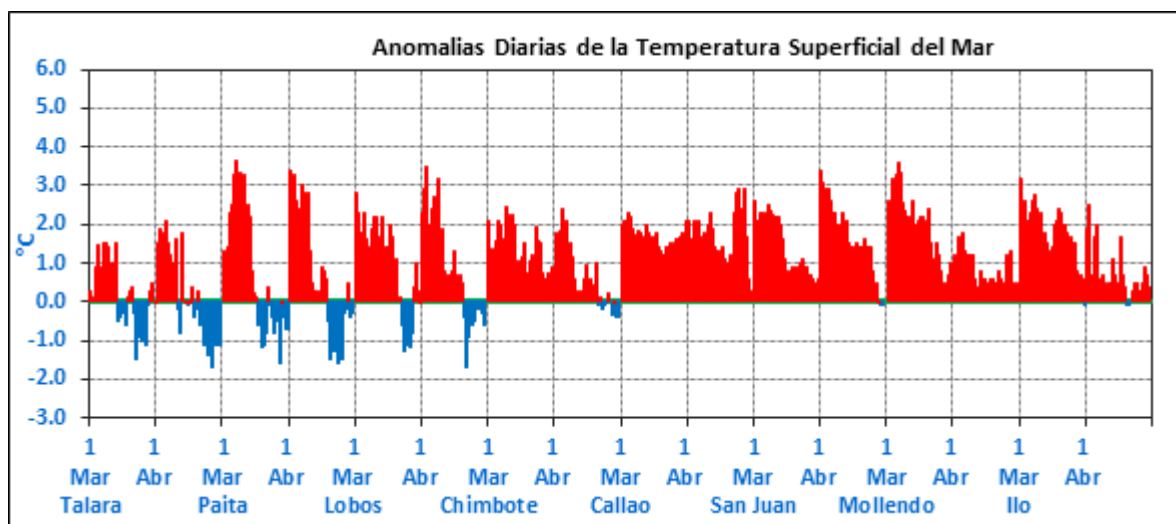


Figura 3.2.3.1. Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015 (negro). Fuente IGP.

a)



b)



Figura 3.2.3.2. Series diarias de Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM) en estaciones del litoral costero de Perú, a) registradas en marzo y abril por la DHN y, b) registradas durante febrero, marzo y abril del 2016 por IMARPE.

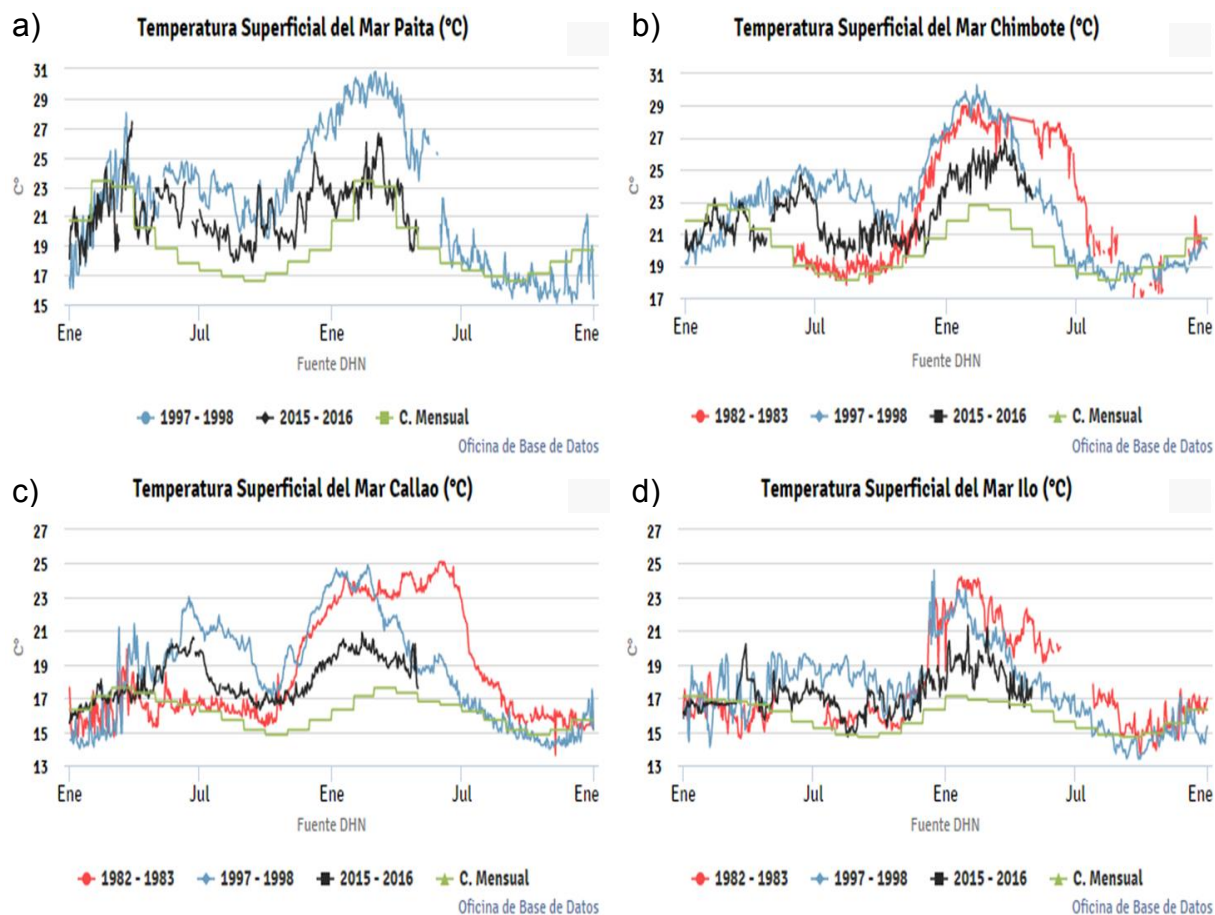


Figura 3.2.3.3. Comparación de Anomalías de Temperatura Superficial del Mar, en el periodo de dos años. Líneas rojas 1982-83, líneas azules 1997-98, línea negra 2015-16, línea verde climatología mensual de TSM, en estaciones del litoral peruano. a) Paita, b) Chimbote, c) Callao, d) Ilo. Fuente DHN.

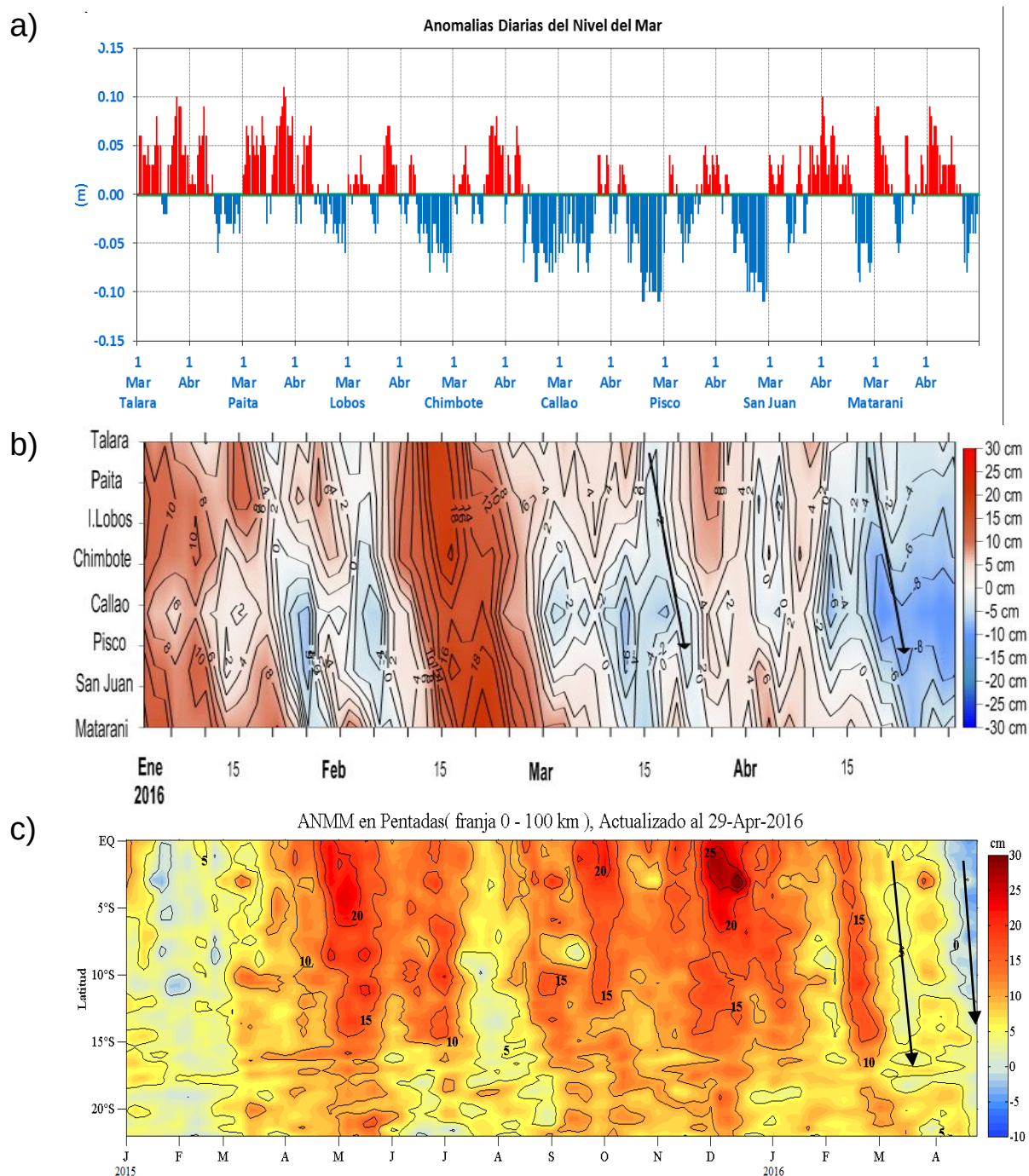


Figura 3.2.3.4. Anomalías de la altura del nivel del mar, actualizados a abril de 2016. (a) Series diarias y (b) Hovmöller de las estaciones costeras de la DHN. c) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2016. AVISO - IMARPE.

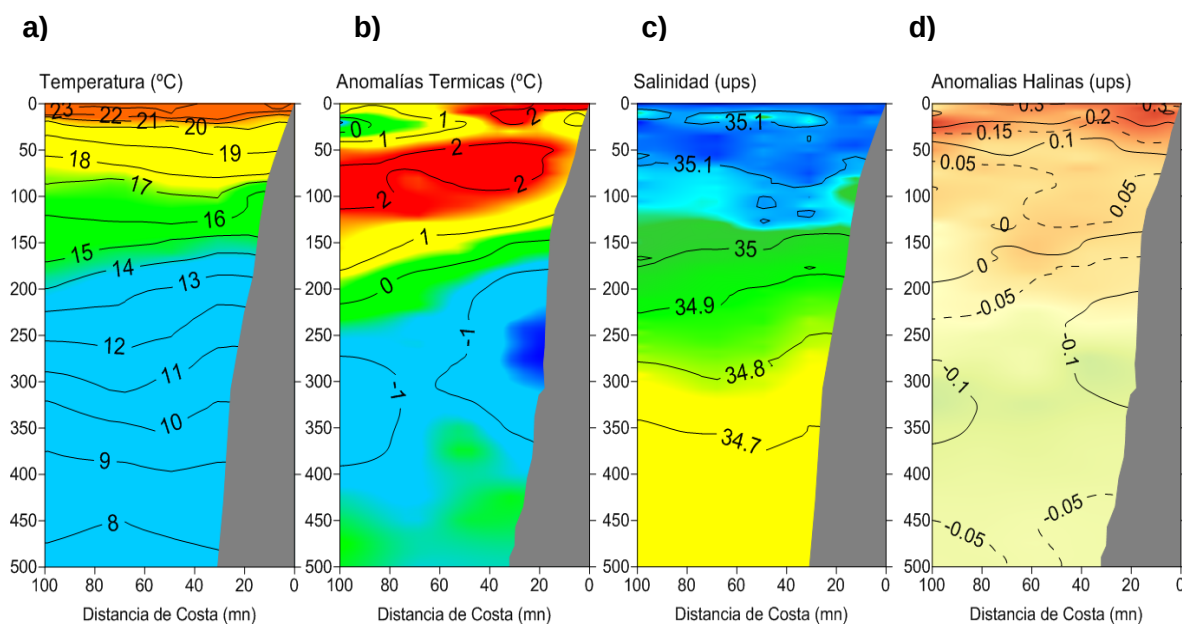


Figura 3.2.4.1 Distribución vertical de: a) temperatura y b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Paita. Operación BIC Flores, realizada durante el 3 y 4 de abril de 2016. Fuente: IMARPE.

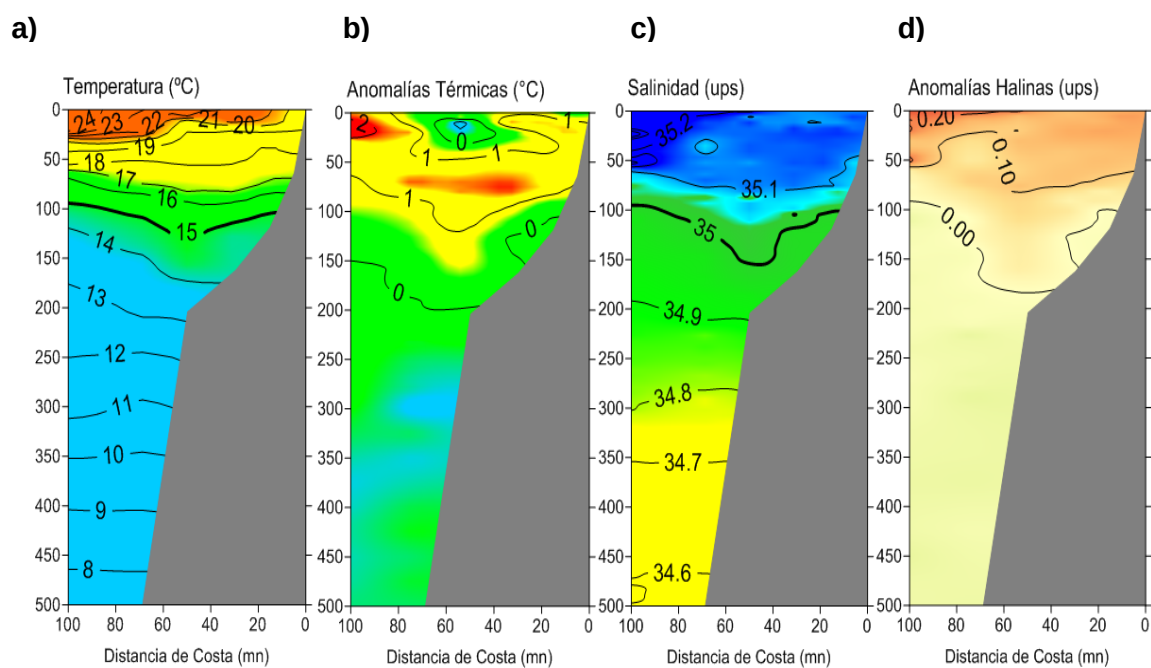


Figura 3.2.4.2 Distribución vertical de: a) temperatura y b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama, realizada durante el 9 y 10 de abril de 2016. Fuente: IMARPE.

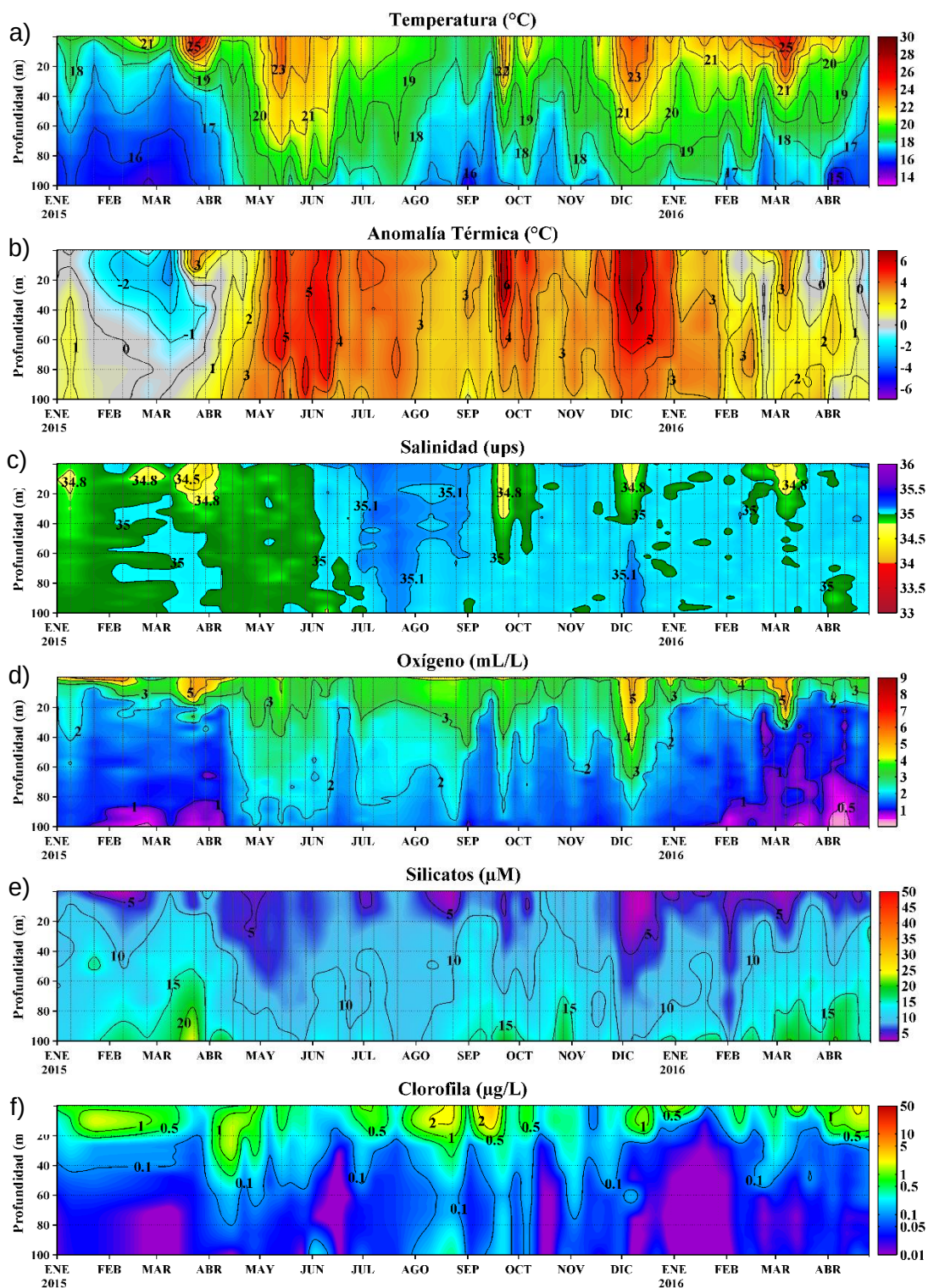


Figura 3.2.4.3 Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L), e) Silicatos (μM) y f) Clorofila (μg/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 25 de abril de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

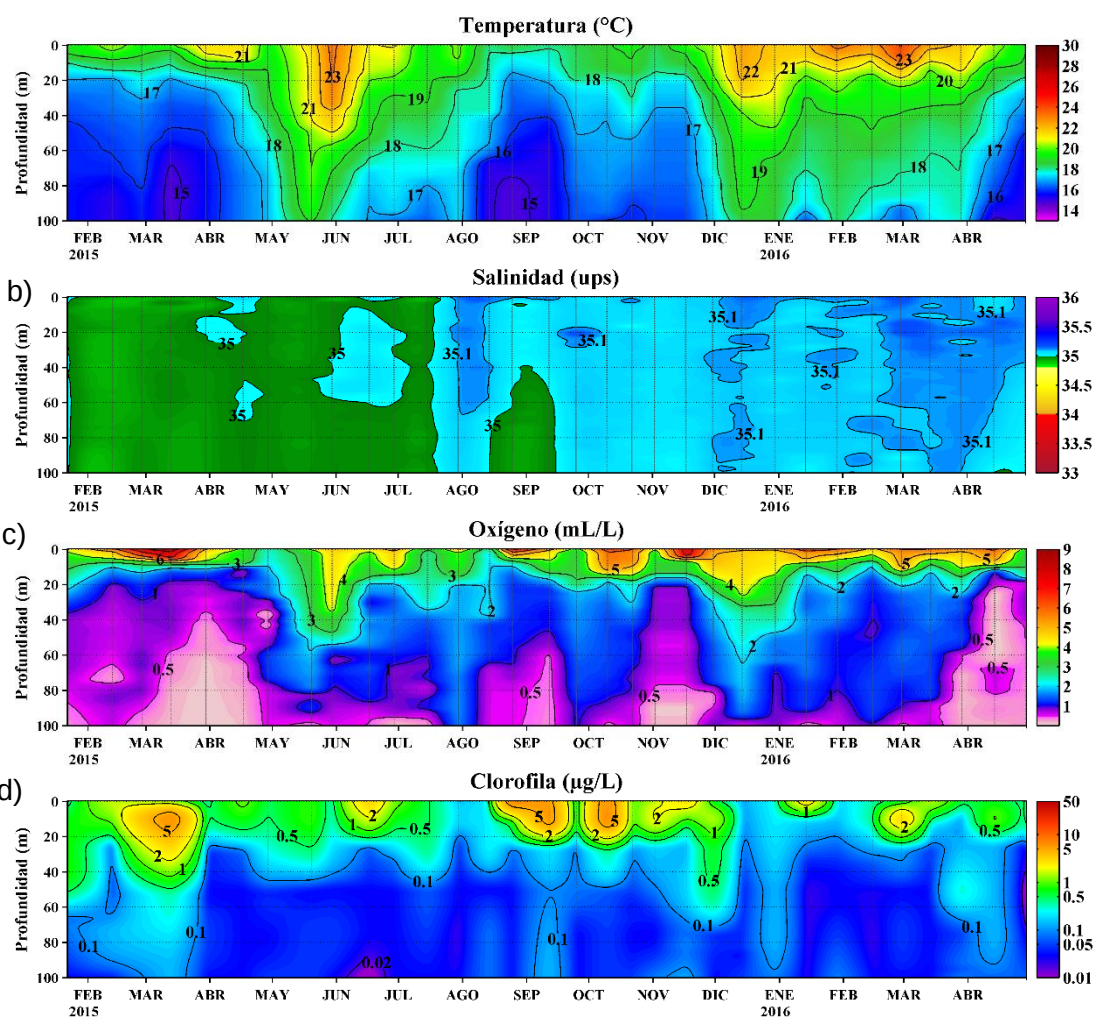


Figura 3.2.4.4. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L) y d) Clorofila (µg/L), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 29 de abril de 2016. Fuente: IMARPE.

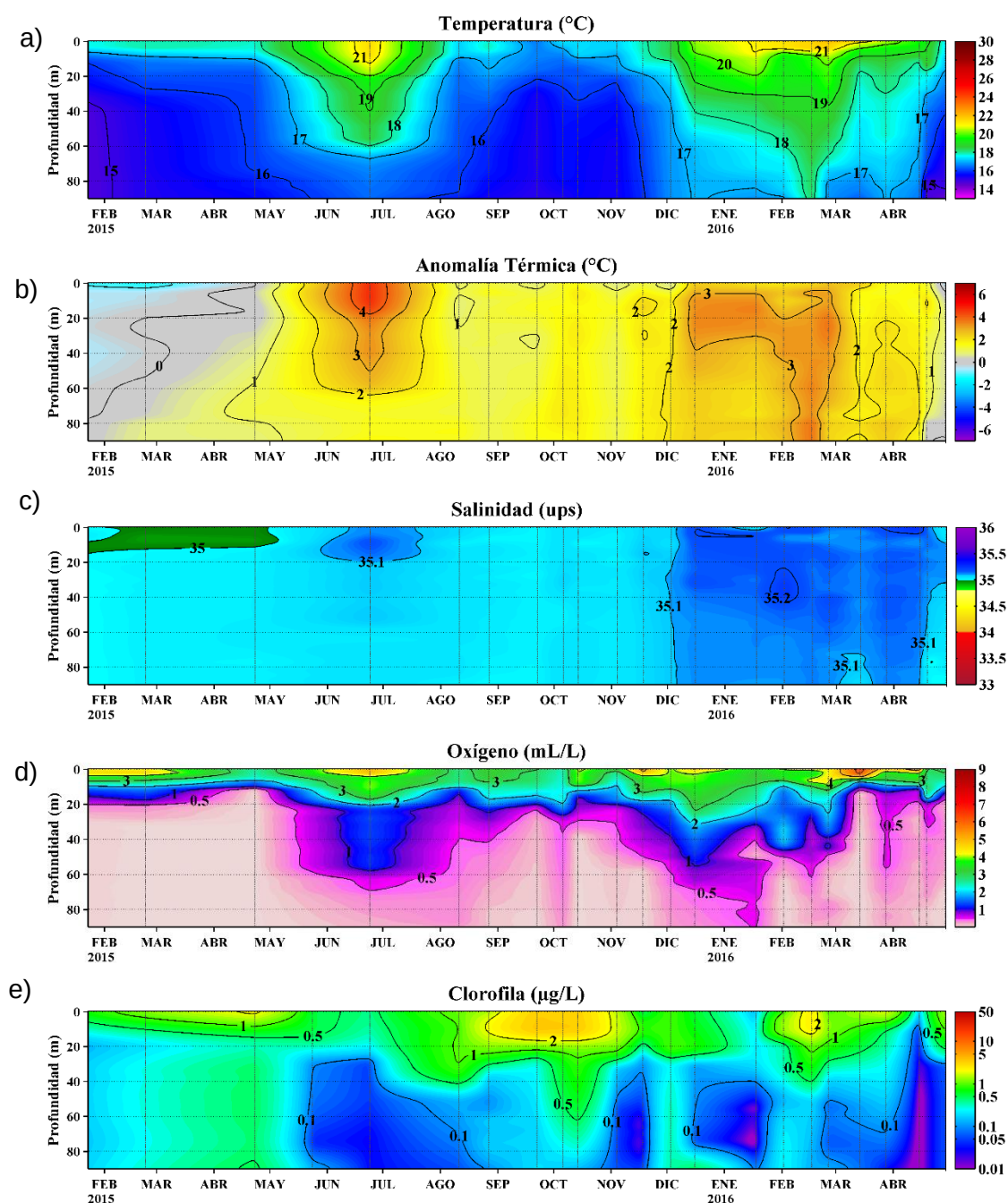


Figura 3.2.4.5. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L) y e) Clorofila (µg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 29 de abril de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

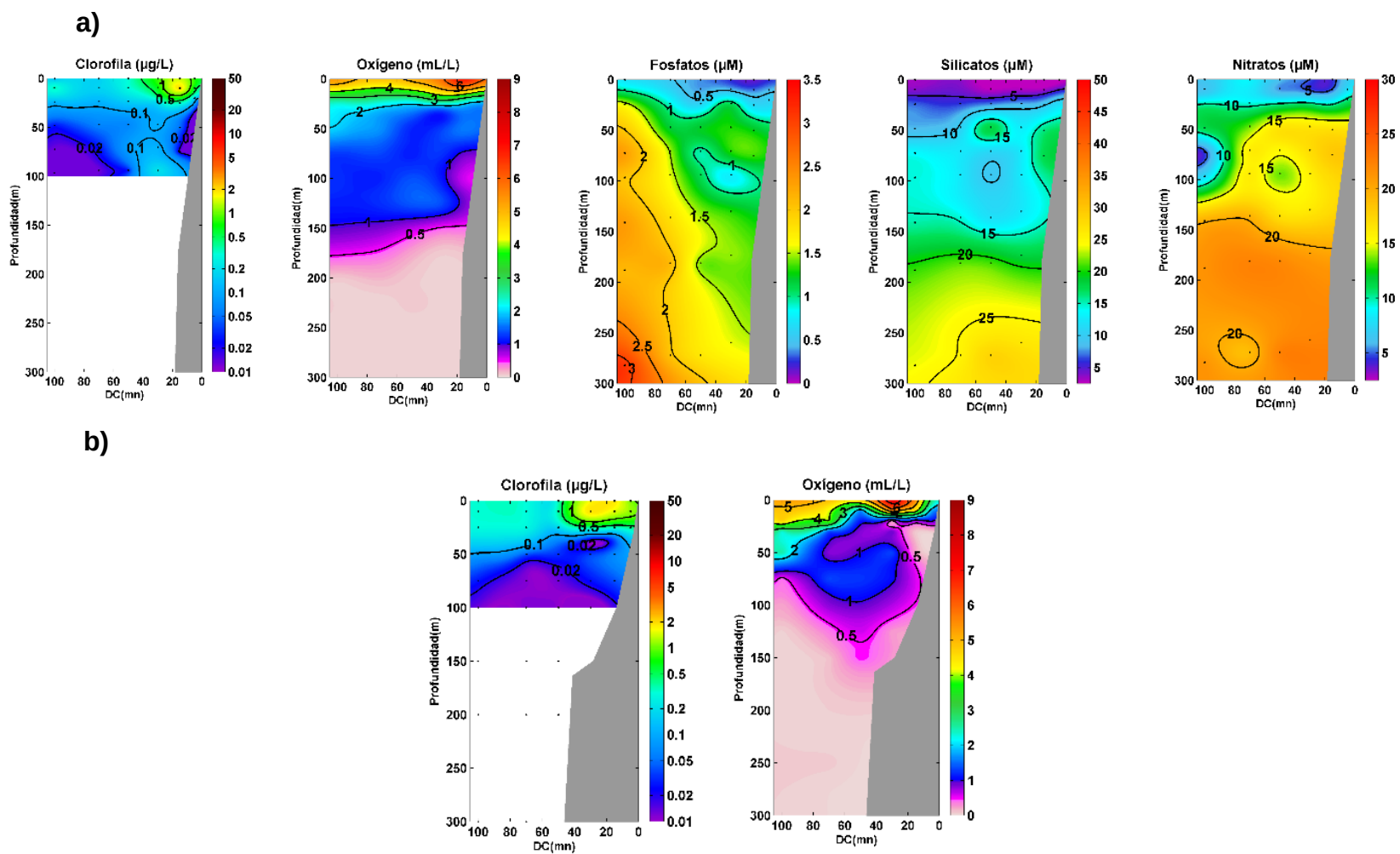
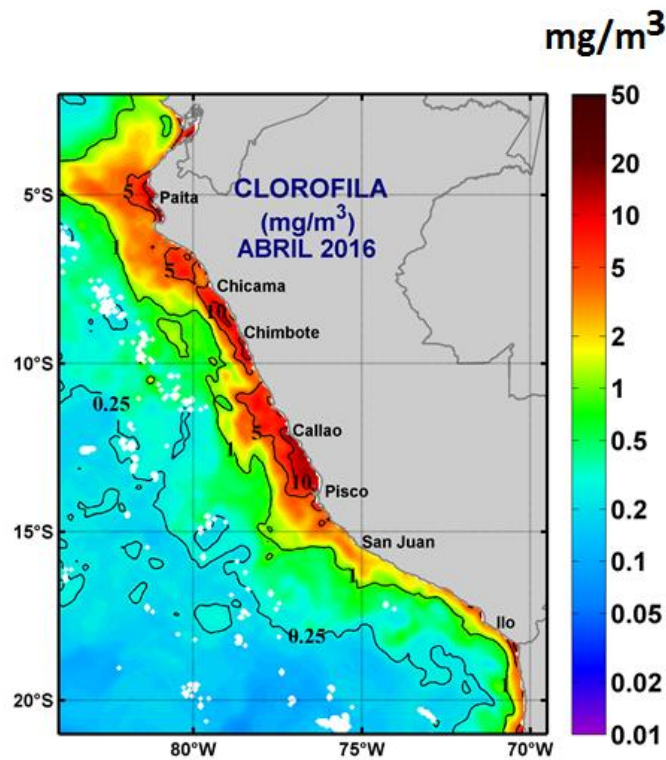
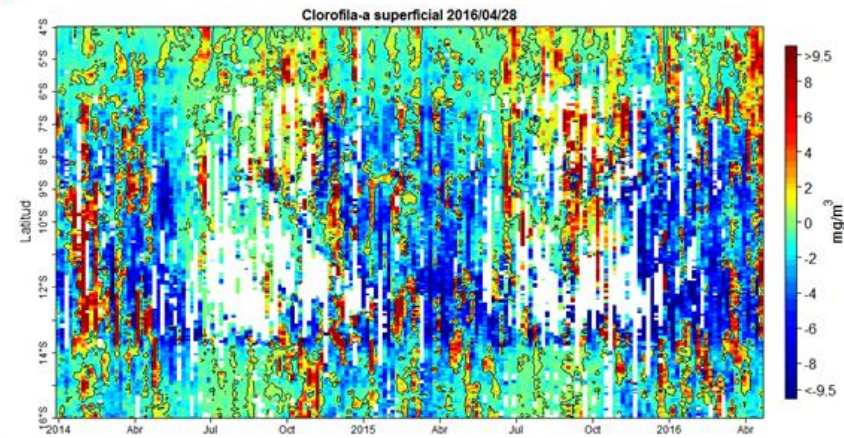


Figura 3.2.5.1. Secciones verticales de las estaciones fijas de Paita entre el 3 al 4 de abril (a) y Chicama entre el 9 al 10 de abril (b) provenientes de IMARPE para las variables de Clorofila, Oxígeno disuelto, nitratos, silicatos y fosfatos en el mes de abril.

a)



b)



c)

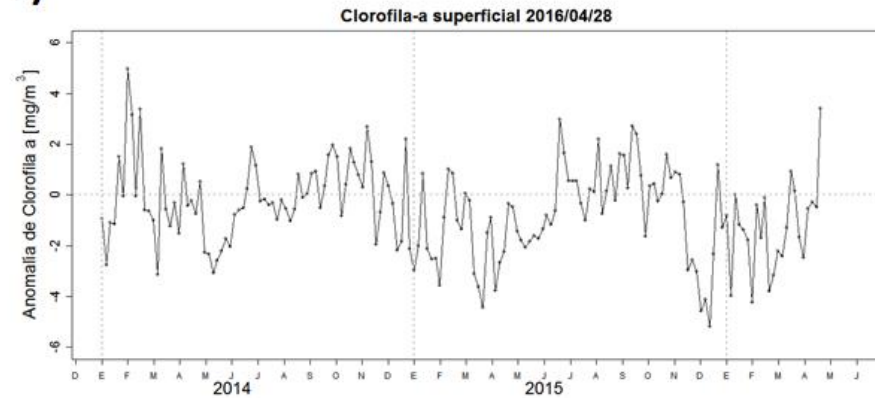


Figura 3.2.5.2. Clorofila satelital promedio para el mes de marzo del satélite MODIS frente a Perú (a). Diagrama Hovmöller latitud-tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital a lo largo de la costa peruana (b) y series de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los 4°S-16°S y de 0 a 100km de la costa) provenientes del satélite MODIS.

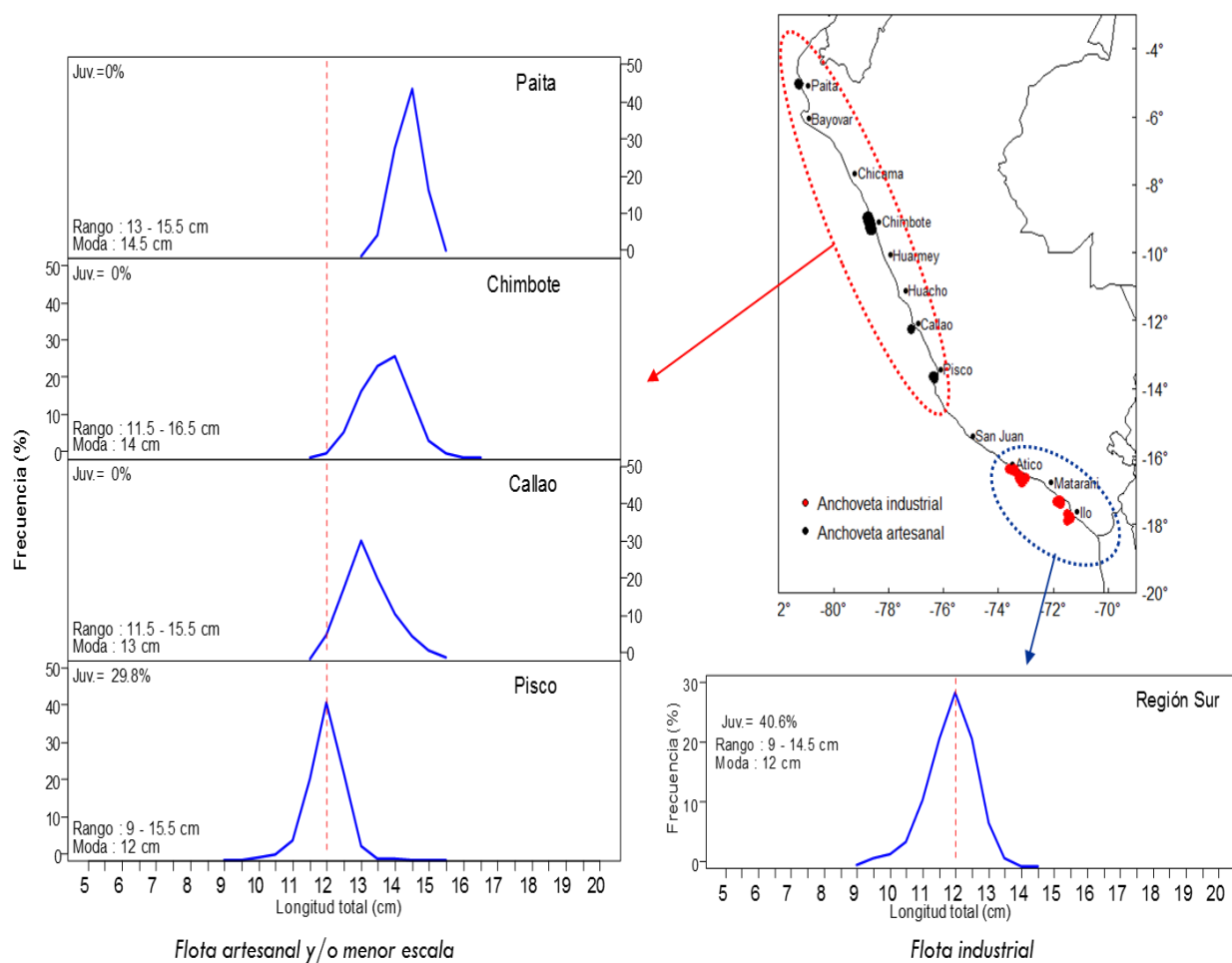


Figura 3.2.6.1. Estructura mensual de tallas de anchoveta en los puertos de la región norte (Paita, Chimbote, Callao y Pisco) y la región sur.

Fuente: AFIRNP/IMARPE.

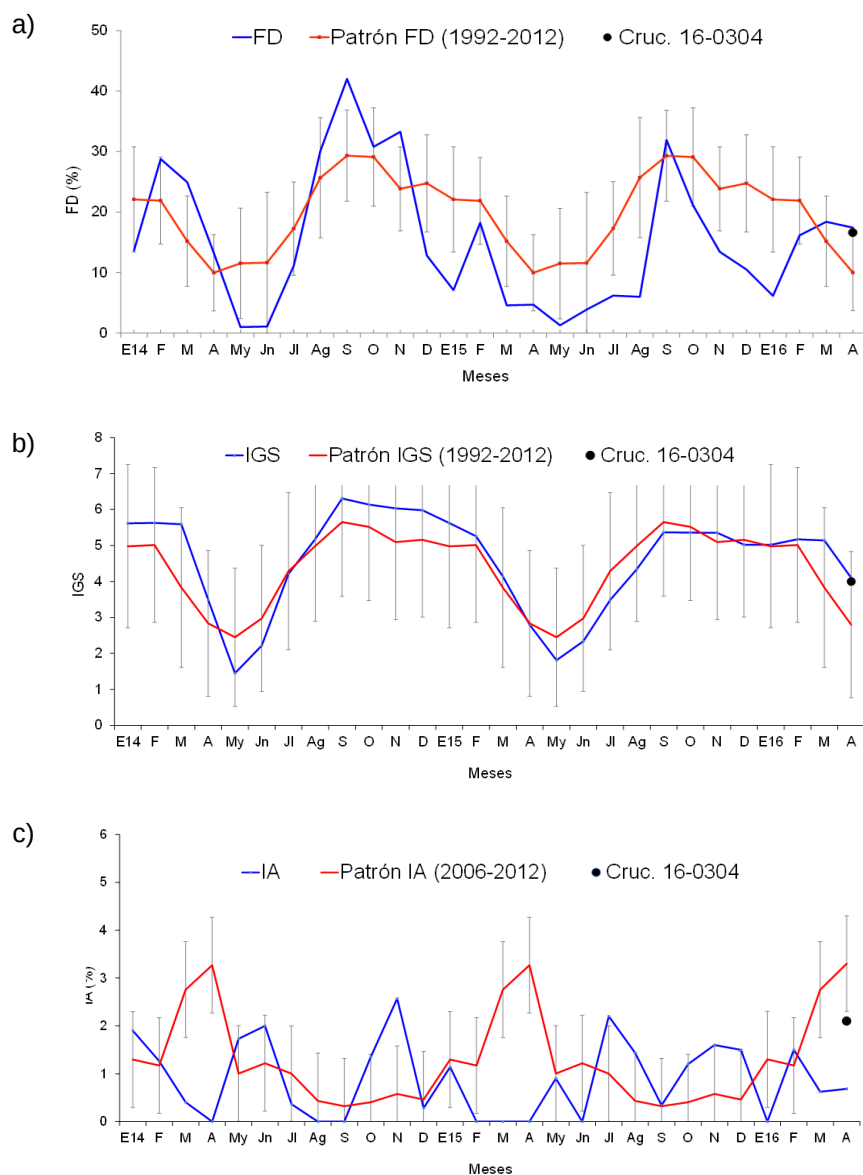


Figura 3.2.6.2. Indicadores reproductivos, a) Fracción Desovante (FD), b) Índice Gonadosomático (IGS) y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2014 – abril 2016. Fuente: LBR/IMARPE

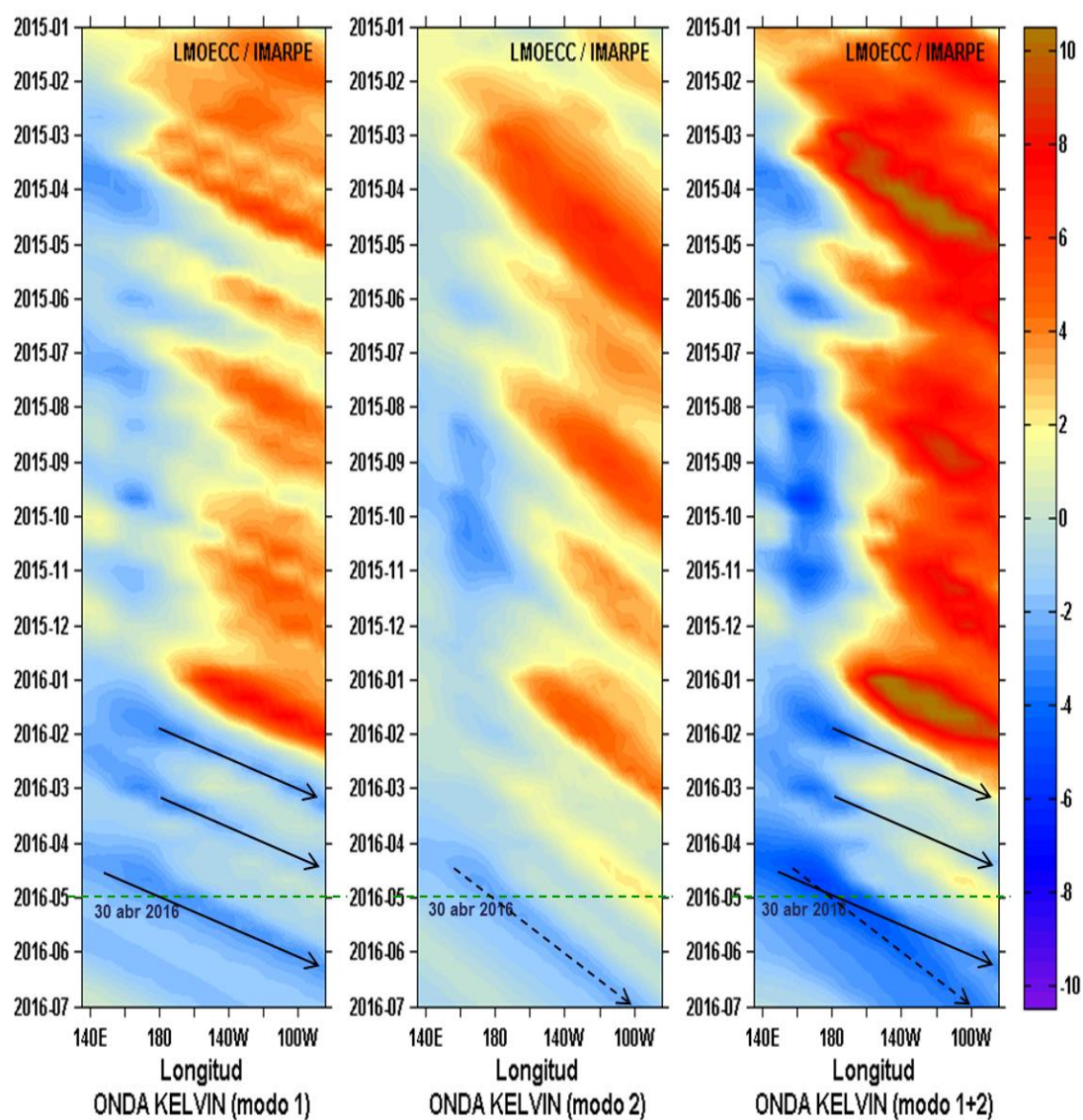


Figura 4.2.1.1. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2 de la isoterma de 20°C (m) en la Pacífico Ecuatorial (2°S y 2°N). La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).

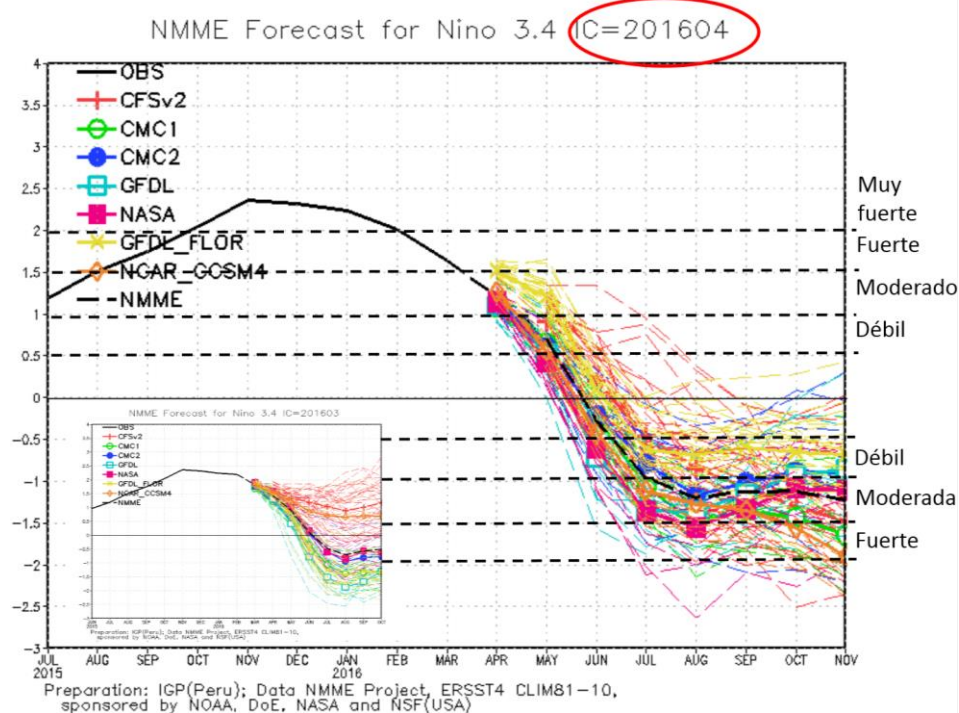


Figura 4.2.2.1. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

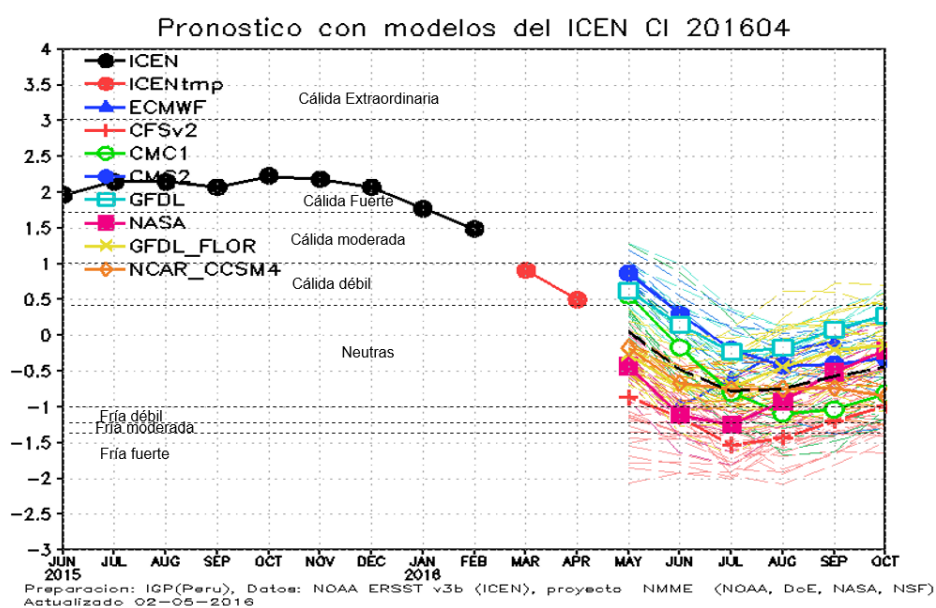


Figura 4.2.2.2. Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENTmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. Las 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 abril de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.

8. TABLAS

Tabla 3.2.3.1 Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de julio de 2015 a marzo de 2016 y el estimado (ICENtmp) para abril 2016 (usando ERSST v3b para marzo y abril, y pronóstico con modelos NMME para mayo). Fuente IGP

Mes	ICEN	Categoría
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
02/2016	1.49	Cálida Moderada

Mes	ICENtmp	Categoría
03/2016	0.91 *	Cálida Débil
04/2016	0.49**	Cálida Débil

Tabla 3.2.3.2 Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de diciembre de 2015 a abril de 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	Anomalías de la TSM (°C)					Anomalías de la NMM (cm)				
	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Talara	3.1	1.3	-0.8	0.2	0.2	19	5	8	4	0
Paíta	4.6	1.6	-0.1	0.8	0.7	21	8	10	5	-1
Isla Lobos de Afuera	2.7	2.4	0.5	1	0.9	15	7	7	2	-3
Chimbote	1.5	2.7	2.4	3.2	-	15	5	11	2	-6
Callao	3.1	3.5	2.9	1.7	1.7	9	2	7	-3	-5
San Juan	1.7	2.0	1.8	1.4	1.6	12	6	9	1	0
Mollendo	1.2	2.3	2.4	1.9	0.8	-	-	-	-	-
Matarani	-	-	-	-	-	12	7	10	2	1
Ilo	1.7	2.0	2.5	1.8	0.7	-	-	-	-	-

Tabla 4.2.2.1. Pronósticos de ICEN (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2) por modelos de NMME inicializados en abril 2016. Para MAM en los modelos se tomó como complemento la anomalía de ERSSTv3 de marzo. La media corrida MAM de CFS2 fue con ERSST marzo y pronóstico de mayo (no hay dato para abril).

Modelo	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON
CFS2	0.45	-0.37	-1.14	-1.53	-1.43	-1.19	-0.98
CMC1	1.03	0.56	-0.17	-0.80	-1.09	-1.03	-0.81
CMC2	1.17	0.87	0.29	-0.20	-0.42	-0.40	-0.32
GFDL	1.04	0.62	0.15	-0.23	-0.17	0.09	0.28
NASA	0.45	-0.43	-1.11	-1.25	-0.92	-0.51	-0.21
GFDL_FLOR	0.44	-0.27	-0.71	-0.72	-0.44	-0.20	-0.14
NCAR_CCSM4	0.49	-0.17	-0.66	-0.75	-0.74	-0.73	-0.85
NMME	0.72	0.12	-0.48	-0.78	-0.74	-0.57	-0.43
ECMWF			-1.00	-0.60	-0.20	-0.10	
ICENTmp	0.65						