

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 3 N°06

Junio de 2017

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

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

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

Comisión Multisectorial Enfen

Presidente:

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada

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

Vice-Presidente:

Calm. David Portilla Linares

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

Dr. Hernando Tavera Huarache

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Ing. Amelia Díaz Pabló

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

Ing. Abelardo de la Torre Villanueva

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Luis Alfonso Zuazo Mantilla

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Wladimiro Giovannini De Freyre

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

Grupo de Trabajo Científico Técnico

Coordinador Científico Técnico: Grinia Ávalos

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

DHN: Gustavo Laos, Rina Gabriel, Roberto Chauca.

SENAMHI: Grinia Avalos, Christian Barreto, Nelson Quispe, Lourdes Menis.

IGP: Ken Takahashi, Kobi Mosquera.

ANA: Gustavo Galindo, Carlos Verano

INDECI: Aquiles Carcovich, Sheyla Yauri Condor

CENEPRED: Ena Jaimes, Félix Romani

Año: 3

Redacción del informe: Grupo de Trabajo Científico Técnico Enfen

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

Diseño de carátula: Imarpe

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

Este documento se puede citar como:

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

Informe Técnico Enfen. Año 3, N° 06, junio de 2017, 64 p.

El Informe Técnico Enfen de junio 2017 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web en las páginas electrónicas de las instituciones que conforman la Comisión. De tener inconvenientes para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica Enfen a la dirección electrónica: st_enfen@imarpe.gob.pe.

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

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, junio 2017

Resumen mensual de los impactos de El Niño-Oscilación del Sur en las condiciones meteorológicas, oceanográficas, climatológico-pesqueras e hidrológicas del mes de mayo en el Perú y las perspectivas de evolución de la situación.

PRESENTACIÓN

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



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

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

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



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

Figuras:

3.1.1.1	Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de junio, b) 10 de junio, c) 20 de junio, y d) 30 de junio de 2017. La línea sólida en color azul indica el límite externo de las regiones Niño. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.	25
3.1.1.2.	Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (a) y en la región Niño 1+2 (b). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color rojo, azul, celeste y verde, indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años de Niña costera 1985, 2007, 2010 y 1988. Elaboración: IGP.	26
3.1.1.3.	TSM (°C) durante julio 2016 al 09 de julio del 2017 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microondas en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.	26
3.1.1.4.	Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de julio de 2016 a junio de 2017. Fuente: NCEP/NOAA.	27
3.1.1.5.	Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.	27
3.1.1.6.	a) Anomalía de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m ²) del mes de junio de 2017. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de junio de 2017. Datos: TRMM. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.	28
3.1.1.7.	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 hasta el mes de junio. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	29
3.1.1.8	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 hasta el mes de junio. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	29
3.1.1.9.	Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del viento zonal ecuatorial (a), anomalía de la TSM (b) y anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO/TRITON.	30
3.1.1.10.	Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escatómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)	31
3.1.1.11	Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 200 hPa y b) 850 hPa para el mes de junio del 2017. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI – SPC.	32
3.1.1.12	Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de abril (a y b); mayo (c y d); y junio (e y f) del 2017, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.	33
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) 4 de junio, b) 09 de junio, c) 14 de junio, d) 19 de junio, e) 24 de junio y f) 29 de junio de 2017. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	34
3.1.2.2.	a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. b) Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores, se excluyen las boyas TRITON (Pacífico occidental) que ya no está operativo. Elaboración: IGP	35
3.1.2.3.	Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el mes de junio. Superior Izquierda: Promedio mensual de la Presión a nivel del mar; Superior Derecha: Distribución climatológica de la presión a nivel medio del mar durante el mes de junio; Inferior: Anomalía de la Presión a nivel del mar en el mes de junio. Procesamiento: SENAMHI-SPC.	36
3.2.1.2	Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondiente al mes de junio, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, c) Ubicación espacial de la ZCIT durante junio basado en la precipitación acumulada (mm/mes) estimada por satélite y d) Translocación latitudinal de la ZCIT frente a la costa peruana, corte: 85°W. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifremer, GFS – NOAA / Procesamiento IGP/SENAMHI-SPC.	37

3.2.1.3.	a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s) desde enero hasta junio del 2017. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT, procesamiento: IMARPE.	38
3.2.1.4	Índice de Afloramiento Costero (a partir del viento diario satelital a 40 Km frente a la costa del Perú). Las líneas encierran los períodos en los cuales persistió viento con componente sur ($vv > 4$ m/s) al menos 05 días consecutivos. Datos: ASCAT, Procesamiento: IMARPE.	38
3.2.2.1.	Anomalías de las temperaturas extremas del aire ($^{\circ}\text{C}$) en la costa peruana desde enero 2016 a enero del 2017. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.	39
3.2.3.1	Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para junio 2017, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.	39
3.2.3.2	Series de tiempo actualizados a fines de junio del 2017, de los caudales diarios (m^3/s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre a agosto: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rimac, e) Majes, f) Chili, de la vertiente del Pacífico; g) Huancané y h) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015 2016, rojas: Promedio histórico; celestes: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA.	40
3.2.4.1.	Variabilidad temporal ICEN para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016-2017 (negro). Fuente IGP.	41
3.2.4.2.	Condiciones térmicas del océano frente a Perú, a) Anomalías de la TSM ($^{\circ}\text{C}$) cada tres días durante junio del 2017 y b) Diagrama de Hovmoeller de ATSM ($^{\circ}\text{C}$) para la franja de ~ 50 mn adyacentes al litoral peruano el periodo julio 2016/junio 2017. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE.	42
3.2.4.3.	Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta junio del 2017; a) Diagrama Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, b) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE.	43
3.2.4.4	Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a junio del 2017, a) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN y b) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2017; Fuente AVISO – IMARPE.	44
3.2.5.1	Distribución vertical de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups); e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrófica (cm/s), frente a Paita, realizada durante el 22 y 23 de junio. Fuente: IMARPE.	45
3.2.5.2	Distribución vertical de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrófica (cm/s), frente a Chicama, realizada durante el 20 y 21 de junio del 2017. Fuente: IMARPE.	45
3.2.5.3	Series de tiempo de la estructura térmica en las estaciones fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico, e Ilo desde enero del 2016 a junio del 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: LHFM/DGIOCC/IMARPE.	46
3.2.5.4	a) Diagrama de la estructura térmica y b) diagrama de estructura halina, del 7 de diciembre de 2016 al 03 de julio de 2017, hasta los 200 m de profundidad. El grafico inferior de la izquierda indica el punto de monitoreo. Fuente: Datos: ARGO, Grafico: DHN.	47
3.2.5.5	Series de tiempo serie de anomalía térmica usando datos Argo y climatología GODAS (1993-2015) en la zona ecuatorial (a – c) y anomalía térmica de la estación fija de Paita. Fuente: IMARPE.	48
3.2.5.6	Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (UPS) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo entre enero del 2016 y junio del 2017. Fuente: IMARPE.	49
3.2.5.7	Series de tiempo del Oxígeno disuelto en el agua de mar (mL/L) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2016 a junio del 2017. Fuente: IMARPE	50
3.2.5.8	Distribución vertical de: a) fosfatos (μM), b) silicatos (μM), c) nitratos (μM), d) nitritos (μM) frente a Paita 22 – 23 de junio del 2017. BIC Flores 1706. Fuente: IMARPE.	51
3.2.5.9	Distribución vertical de: a) fosfatos (μM), b) silicatos, c) nitratos y d) nitritos frente a Chicama. Monitoreo Bio-Oceanográfico frente a Chicama y Paita 20 – 21 de junio del 2017. BIC Flores 1706. Fuente: IMARPE	51
3.2.5.10	Series de tiempo de silicatos (μM) en la estación fija Paita de enero del 2016 a junio del 2017.	51
3.2.6.1.	Distribución espacial de la clorofila “a” frente a la costa peruana durante junio y mayo del 2017. Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.	52

3.2.6.2	Diagrama Hovmöller de las anomalías pentadales de clorofila-a superficial entre los 04°S y 16°S (0-100km). Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.	52
3.2.7.1.	Captura, estructura de tallas y distribución de anchoveta por la flota industrial (a) y (b) durante el segundo trimestre del 2017. Abril - Junio. Fuente: AFIRNP.	53
3.2.7.2	Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2012 – Junio 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	54
3.2.7.3	Otras especie registradas como pesca incidental en embarcaciones industriales dirigidas a la pesca de anchoveta durante junio 2017. Fuente: Bitácoras de Pesca/AFDPERP/DGIRP/IMARPE.	55
4.2.1	Diagrama Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby).	55
4.2.2	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. 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).	56
4.2.3	Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.	56
4.2.4	Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de junio de 2017. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).	57
4.2.5	Pronósticos probabilísticos de temperatura superficial del mar (calibrados) para el trimestre diciembre 2017 – febrero 2018 por modelos de NMME inicializados en julio 2017 (Fuente: NOAA).	58
4.2.6	Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre 2017 – febrero 2018 por modelos de NMME inicializados en julio 2017 (Fuente: NOAA).	58

Tablas

Tabla 3.2.3.1	Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de julio 2017. Fuente ANA.	59
Tabla 3.1.4.1	Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de agosto 2016 a abril del 2017. Además el ONItmp para mayo y junio del 2017. Fuente IGP.	60
Tabla 3.1.4.2	Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de agosto de 2016 a abril de 2017. Además el ICENtmp para los meses de mayo y junio 2017. Fuente IGP.	61
Tabla 3.2.4.2.	Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre enero – mayo de 2017. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	62
Tabla 4.2.1	Pronósticos de ONI por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 3.4).	63
Tabla 4.2.2	Pronósticos de ICEN por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2).	63
Tabla 4.3.1	Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño costero – La Niña costera en el verano Diciembre 2017 – Marzo 2018.	64
Tabla 4.3.2	Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico Central en el verano Diciembre 2017 – Marzo 2018.	64

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, junio 2017

RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. MATERIALES Y MÉTODOS	10
2.1 Variables.....	10
2.2 Índices.....	10
2.3 Modelos de Pronóstico.....	10
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN MARZO.....	13
3.1 Condiciones a Macroescala.....	13
3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial	13
3.1.2. Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial.....	14
3.2 Condiciones a Escala Regional	14
3.2.1 Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental	14
3.2.2 Temperatura del aire.....	15
3.2.3 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico.....	15
3.2.4 Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la Región Niño 1+2 y en la costa peruana	16
3.2.5 Condiciones oceanográficas subsuperficiales frente al litoral peruano.....	17
3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana	19
3.2.7 Recursos pesqueros e indicadores biológicos	19
4 PRONÓSTICO	20
4.1 A Corto Plazo (Semanas).....	20
4.2 A Mediano Plazo (Hasta 3 meses).....	21
4.3 A Largo Plazo (Más de 3 meses).....	21
5 CONCLUSIONES	21
6 REFERENCIAS	22
7 FIGURAS	24
8 TABLAS	59

RESUMEN

La Comisión Multisectorial encargada 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 correspondientes al mes de junio de 2017.

En la región del Pacífico Ecuatorial Central (región Niño 3.4), la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) presentó valores positivos, sobrepasando ligeramente el umbral de $+0,5^{\circ}\text{C}$ correspondiente a condiciones cálidas débiles. Asimismo, en las secciones Central y Occidental del Pacífico Ecuatorial predominaron anomalías de viento del este durante los primeros días y anomalías del oeste hacia fin de mes. Según el valor temporal del Índice Oceánico Niño (ONI), el Pacífico Ecuatorial Central mantuvo condiciones de ENSO neutral.

En el Pacífico Oriental, incluyendo la costa peruana, se presentaron valores promedio de TSM entre 18°C y 23°C . Las anomalías de TSM y Nivel Medio del Mar (NMM), en general, continuaron disminuyendo; la anomalía de TSM logró alcanzar en la última semana el valor de $-0,3^{\circ}\text{C}$, observándose una oscilación diaria alrededor de su promedio climatológico. El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para mayo fue $+0,52^{\circ}\text{C}$ (condición cálida débil) y los valores estimados del ICEN para junio y julio (ICEN_{tmp}) corresponden a condiciones neutrales.

La actividad convectiva se vio reforzada por ascensos verticales anómalos (convección) persistente en el Pacífico ecuatorial occidental; mientras que, en la región central se intensificó el patrón de subsidencia anómala. Se mantiene la anomalía positiva de la profundidad de la termoclina en el extremo oriental como consecuencia del arribo de la onda Kelvin cálida a la costa peruana, lo cual generó anomalías positivas de la temperatura en la columna de agua acorde con la intensificación de la Corriente de Cromwell.

En tanto, en la región subtropical del Pacífico oriental, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) continuó fortalecido, y su aproximación hacia el continente sudamericano favoreció que los vientos costeros de sureste continuaran anómalamente intensos, apoyando el repliegue estacional de la Zona de Convergencia del Pacífico Sur (ZCIT) hacia al norte de su posición climática y a mantener una tendencia al enfriamiento de la TSM, a pesar de los núcleos cálidos subsuperficiales observados entre la costa norte (Paita) y centro (Callao). Por otro lado, los caudales de los ríos de la costa del país continuaron presentado una tendencia decreciente durante el mes, hasta alcanzar valores normales propios de la temporada seca. Las temperaturas del aire (diurnas y nocturnas) han disminuido con respecto al mes anterior, principalmente en la región central.

A lo largo del litoral peruano, la costa norte y centro presentaron, anomalías positivas de la TSM de $+0,9^{\circ}\text{C}$, valores similares al mes anterior; sin embargo, durante la última semana se observó una tendencia hacia la normalización. En la costa sur, en general, se observó una ligera disminución de las anomalías positivas. De otro lado, en las secciones oceanográficas de Paita, Chicama y Callao persistieron anomalías positivas $+1^{\circ}\text{C}$ promedio sobre los 100 m de profundidad. Asimismo se registró la influencia de aguas subtropicales superficiales sobre los 50 m fuera de las 20 mn de la costa frente a Callao. Por otra parte se detectó la intensificación de la Corriente Costera Peruana entre Callao y Paita.

La clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, mostró en junio una disminución a lo largo de la costa conforme a su estacionalidad.

Tomando en consideración los modelos de las agencias internacionales así como el monitoreo y análisis de la Comisión Multisectorial ENFEN (Comunicado Oficial N°11 – 2017), se considera probable el desarrollo de condiciones neutras en lo que resta del año, tanto en el Pacífico Oriental y Occidental.

1. INTRODUCCIÓN

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

En este contexto, la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), reporta periódicamente el análisis del monitoreo de parámetros océano-atmosféricos, en el Pacífico Ecuatorial, 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 las lluvias e incrementos súbitos del caudal de los principales ríos del territorio peruano. Para los impactos en el ecosistema marino se analizan indicadores de la fertilidad y productividad del mar peruano, así como también la respuesta de los principales recursos hidrobiológicos y la actividad pesquera. Finalmente, se formula la previsión futura de los principales indicadores asociados al ENOS y a El Niño/La Niña Costero/a.

2. DATOS

2.1. VARIABLES

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

2.2. ÍNDICES

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

2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP): Es un modelo oceánico lineal de una capa de profundidad H cuyo límite inferior es la profundidad de la termoclina, para representar la dinámica superior del océano. Posee una línea de costa realista y su resolución horizontal es de 1° y 0,5° para el eje X e Y, respectivamente.

El modelo es forzado principalmente con información del producto L3 del “escaterometro” ASCAT (Bentamy y Croize-Fillon, 2012) obtenido del IFREMER (<ftp.ifremer.fr>). Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger y Menkes (1995). Ver más en Mosquera (2009), Mosquera *et al.* (2011) y Mosquera (2014).

Para realizar el pronóstico de la propagación de las ondas Kelvin, se asumen dos escenarios del esfuerzo de viento para los siguientes tres meses: 1) que no existen anomalías (comportamiento climatológico de los vientos) y, 2) que persistirá la anomalía de baja frecuencia.

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

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

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

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

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN JUNIO

3.1 Condiciones a Macroescala

3.1.1 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

Durante junio, las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial Central (Región Niño 3.4) continuaron aumentando respecto al mes de mayo, manifestando condiciones entre normal a ligeramente cálidas, con un valor mensual de $0,55^{\circ}\text{C}$, sobrepasando el umbral de condiciones neutras (Figuras 3.1.1.1, Figuras 3.1.1.2 (panel superior) y 3.1.1.4). Por otro lado, en el Pacífico Ecuatorial Oriental (Región Niño 1+2), la cobertura espacial de las anomalías positivas de TSM continuaron disminuyendo, observándose algunos núcleos fríos, presentando un promedio del mes de $0,14^{\circ}\text{C}$. Asimismo, en las últimas semanas del mes se obtuvo un ligero aumento de sus anomalías, pero dentro del rango normal (Figura 3.1.1.1, Figura 3.1.1.2 (panel inferior), Figura 3.1.1.4); característica que manifestó de manera similar en los diferentes productos de TSM con anomalías máximas cercanas a $+0,3^{\circ}\text{C}$, $+0,2^{\circ}\text{C}$ y $+0,2^{\circ}\text{C}$ según los productos de MW, OSTIA, e IR, respectivamente (Figura 3.1.1.2).

El Índice de Oscilación del Sur (IOS) calculado para el mes de junio mostró un valor de $-10,4$ (Figura 3.1.1.5), este valor se encuentra fuera de su rango normal (± 7); por lo que, el IOS estaría indicando condiciones de una fase fría del ENSO en el presente mes en el Pacífico central. Respecto a la actividad convectiva en el Pacífico Ecuatorial, un indicador clave del acoplamiento océano-atmósfera, la Radiación de Onda Larga (ROL) continuó mostrando una tendencia a valores normales, especialmente en la región central y oriental del Pacífico (Figura 3.1.1.6, a y b); por lo que, la actividad convectiva en el Pacífico Ecuatorial Central se presentó alrededor de lo normal (Figuras 3.1.1.7 y 3.1.1.8).

En el Pacífico Ecuatorial Central – Occidental ($140^{\circ}\text{E} - 160^{\circ}\text{W}$; $5^{\circ}\text{S} - 5^{\circ}\text{N}$), los alisios se mantuvieron ligeramente sobre su normal y en menor magnitud que el mes anterior, predominando anomalías de flujo de viento zonal del este en niveles bajos de la tropósfera (Figura 3.1.1.11, panel inferior) y sobre la superficie oceánica, principalmente durante la quincena del mes (Figuras 3.1.1.9a y 3.1.1.10a). Por otro lado, hacia el Pacífico Ecuatorial Oriental ($140^{\circ}\text{W} - 80^{\circ}\text{W}$), continuó observándose anomalías del viento del oeste en tropósfera baja, mientras que sobre el océano, predominaron principalmente condiciones normales. En niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico Ecuatorial, dominó la configuración normal del viento zonal, notándose ligeras anomalías del este entre $175^{\circ}\text{W} - 150^{\circ}\text{W}$.

Asimismo, sobre la región central del continente sudamericano, se evidenció un patrón anticiclónico de vientos anómalos resaltando el flujo zonal del este sobre Perú, lo cual favoreció en la divergencia sobre la vertiente oriental de los Andes (Figura 3.1.1.11.a).

Las secciones verticales de la tropósfera a lo largo de la franja ecuatorial muestran el aumento de los descensos anómalos del viento sobre el Pacífico Ecuatorial Central – Occidental y fuertes ascensos verticales en el flanco occidental, a diferencia del mes anterior. En junio, se observó una intensificación de la subsidencia entre 150°E - 150°W y se mantuvo entre 120°W – 80°W, respecto de niveles medios y altos de la atmósfera. (Figura 3.1.1.12).

3.1.2 Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial

El contenido de calor oceánico ecuatorial, así como la inclinación de la termoclina continuaron presentándose alrededor de lo normal, aunque la termoclina continuó, en promedio, anómalamente profunda/somera en el Pacífico Oriental/Central (Figura 3.1.2.2). Por otro lado, la onda Kelvin fría, formada por un pulso de anomalía de viento ecuatorial del este alrededor de 180° en la quincena de mayo según la información de la profundidad de la termoclina (Figura 3.1.1.9), habría disminuido en magnitud y no habría afectado las anomalías positivas de la misma variable en el extremo oriental (Figura 3.1.1.10, panel b).

Debajo de la superficie del océano Pacífico ecuatorial, dentro de la capa de los 100 m de profundidad, continuó observándose la permanencia de condiciones cálidas, con núcleos de anomalías positivas a inicios de mes de hasta 3°C en el extremo oriental, disminuyendo durante el transcurso del mes hasta terminar con anomalías de +1°C (Figura 3.1.2.1). Los niveles de mar en la franja ecuatorial continuaron mostrando fluctuaciones dentro de sus valores normales. Durante el mes de junio no se han observado pulsos de viento de una magnitud notable como para formar una onda Kelvin con suficiente energía para alcanzar la costa americana en las siguientes semanas y/o meses.

El índice ONI (Oceanic Niño Index) que es calculado en base a la anomalía de la TSM en la región El Niño 3.4, presentó un valor de +0,48 °C en mayo de 2017 indicando una condición neutra para el Pacífico Central. El valor estimado del ONI, combinando observaciones y pronósticos, indican condiciones Neutras para los meses junio y julio de 2017.

3.2 Condiciones a Escala Regional

3.2.1 Circulación Atmosférica en el Pacífico Suroriental

Durante el mes de junio, en promedio, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración meridional y ligeramente desplazado hacia el suroeste de su posición habitual con un núcleo de 1023 hPa, generando una anomalía promedio de +5,0 hPa.

Su acercamiento intermitente hacia la costa sudamericana contribuyó al incremento de los vientos de moderada intensidad a lo largo de la franja costera centro y sur del Perú (Figura 3.2.1.1).

Frente al litoral peruano, el esfuerzo de viento de componente sureste permaneció intenso en las regiones centro y norte (Figura 3.2.1.2 b) contribuyendo el repliegue norte de la ZCIT en la flanco oriental del Pacífico ecuatorial (Figura 3.2.1.2 a) y la continua recuperación de los vientos alisios (Figura 3.2.1.2 c y d). En general, el viento superficial frente a la costa peruana presentó velocidades moderadas y fluctuantes entre 2,0 a 8,5 ms^{-1} . A 40 km frente y a lo largo de la franja costera peruana, se registraron velocidades entre 3,0 y 7,0 ms^{-1} , ubicándose los vientos más intensos frente a Talara-Paita (entre los 4° y 5°S) y Pisco – San Juan (entre los 14° y 16°S) (Figura 3.2.1.3 a). La anomalía de la velocidad del viento, varió entre -2,5 y +2,0 ms^{-1} , predominando anomalías negativas $<-1,0 \text{ ms}^{-1}$ en gran parte de la costa peruana (Figura 3.2.1.3 b).

Durante el mes el afloramiento costero tendió a persistir al norte de los 16°S, aunque presentó una relajación parcial en los periodos 11 – 14 y 21 – 25, especialmente frente a la costa central. El Índice de Afloramiento Costero (IAC) varió alrededor de 100 a 400 $\text{m}^3/\text{s}/100\text{m}$, con valores más altos frente a Talara ($> 400 \text{ m}^3/\text{s}/100\text{m}$), mientras que al sur de Paita el IAC varió entre 100 y 200 $\text{m}^3/\text{s}/100\text{m}$ (Figura 3.2.1.4).

3.2.2. Temperatura del aire.

Las anomalías de las temperaturas extremas del aire a lo largo de la costa peruana disminuyeron respecto al mes, principalmente en la región central. Durante el mes de junio, a lo largo del litoral peruano, se registró en promedio anomalías de +1,1°C de la temperatura máxima, alcanzando su máximo valor de hasta +2,4°C en la estación Campo de Marte (Lima). Por otro lado, la temperatura mínima, en la costa norte registró valores dentro de su normal $\pm 1,0^\circ\text{C}$, mientras que la costa central y parte de la costa sur presentaron valores por encima de los +1,0°C, alcanzando sus máximas anomalías en la estación Fonagro (Ica) con +2,1°C, y en la estación Campo de Marte (Lima) con +2,0°C (Figura 3.2.2.1).

3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

Durante el mes de junio, sobre el territorio nacional, las lluvias se han concentrado mayormente en el flanco oriental central y norte de los Andes, así como, en la cuenca amazónica, no así, en la sierra sur occidental (Figura 3.1.3.1), donde predominó un patrón de flujos cuasi zonales del oeste en la tropósfera alta (Figura 3.1.1.11 a), favoreciendo un ambiente estable de la atmósfera y la ausencia de lluvias, acorde a la estacionalidad de las lluvias. Cabe mencionar que en la costa occidental norte, predominaron flujos anómalos del oeste (Figura 3.1.1.11 a).

En la Amazonía la distribución de la humedad por la proyección de la ZCIT hacia continente y el flujo divergente de niveles altos mantuvieron un escenario con lluvias irregulares.

Los caudales de los ríos de la costa del país continuaron presentando una tendencia decreciente durante el mes, hasta alcanzar valores normales propios de la temporada seca. Las reservas hídricas en la costa norte y sur presentaron, en promedio, un 99% y 78% respectivamente, respecto a su capacidad hidráulica, a excepción del embalse Pasto Grande (Moquegua) que se encuentra al 48% de su capacidad (Figura 3.2.3.2).

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

En la región Niño 1+2 y frente a la costa norte del Perú, la anomalía de la TSM continuó disminuyendo gradualmente durante el mes, desde el predominio de núcleos positivos con anomalías de hasta $+1^{\circ}\text{C}$ a inicios del mes, hasta presencia de núcleos fríos con anomalías de $-1,5^{\circ}\text{C}$ a finales del mes. Frente a la costa central, las anomalías de la TSM disminuyeron, pero aun manteniendo condiciones cálidas. Mientras que en la zona sur se observó un ligero calentamiento durante el mes, presentando núcleos de anomalías de hasta $+2^{\circ}\text{C}$. (Figura 3.1.1.2).

Para el mes de mayo de 2017, el Índice Costero El Niño (ICEN) basado en ERSST indicó una condición climática neutra ($+0,39^{\circ}\text{C}$) mientras que el valor del ICENOI correspondió a una condición climática Cálida débil ($+0,52^{\circ}\text{C}$). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y ICENOI (ICENOItmp) coinciden en mostrar condiciones neutras para los meses de junio y julio, respectivamente. Según el ICEN basado en ERSST (Tabla 3.2.4.1), el evento El Niño costero habría terminado en el mes de abril, pero según el ICENOI estimado, el evento habría terminado en mayo (Figura 3.2.4.1).

Frente al litoral peruano, la disminución de las anomalías de la TSM continuó en junio, generando condiciones levemente frías (-1°C) frente a la zona norte-centro y neutras a levemente cálidas ($<+1^{\circ}\text{C}$) para la zona sur. Sin embargo, persistieron núcleos con anomalías de $+1^{\circ}\text{C}$ a $+2^{\circ}\text{C}$ muy cerca de la costa al norte de Paita (Figuras 3.2.4.2).

En el litoral peruano las anomalías de la TSM se incrementaron hasta alcanzar anomalías de $+2^{\circ}\text{C}$ a inicios del mes, principalmente en la zona norte y centro, indicando el predominio de condiciones cálidas, obteniendo en promedio del mes anomalías de $+0,1^{\circ}\text{C}$ hasta $+1,8^{\circ}\text{C}$. Solo las estaciones de Talara e Ilo presentaron condiciones normales. Así mismo, cabe resaltar que a finales del mes, las temperaturas mostraron valores cercanos a su normal en todo el litoral. (Tabla 3.2.4.2, Figura 3.2.4.3 a).

Asimismo, a partir de otras fuentes de monitoreo oceanográfico, la TSM presentó una reducción de su valor mensual respecto al mes anterior, variando entre $16,6^{\circ}\text{C}$ (Ilo) a $27,0^{\circ}\text{C}$ (Tumbes), mientras que la ATSM varió entre $-0,9^{\circ}\text{C}$ (Huanchaco) a $+1,1^{\circ}\text{C}$ (Tumbes). Las anomalías diarias de TSM presentaron valores $<+1^{\circ}\text{C}$ al sur de Paita.

En Paita y Pisco se presentaron anomalías negativas en la primera quincena y en Huanchaco se registraron anomalías negativas durante todo el mes (Figura 3.2.4.3 b).

El Nivel Medio del Mar (NMM) mostró un incremento de sus valores de hasta 12 cm por encima de sus niveles normales durante la primera semana del mes, principalmente en la litoral centro y sur, mientras que en la zona norte el incremento fue hasta 8 cm. En las siguientes semanas el NMM disminuyó hasta valores normales, llegando a registrar anomalías negativas en la zona sur. En promedio, durante el mes de junio el nivel del mar se encontró dentro de sus niveles normales a excepción en Talara y Paita, donde se presentaron niveles ligeramente por encima de su normal. (Tabla 3.2.4.2 y Figura 3.2.4.4 a). En la franja de 100 km adyacente a la costa, muestra que durante junio predominaron anomalías positivas del NMM con valores mayores a +5 cm hasta la tercera semana; para fines de mes se observó una normalización del NMM al sur de Paita (3.2.4.4 b).

3.2.5 Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.

En la sección Paita realizada el 22 y 23 de junio 2017 (Figura 3.2.5.1), la distribución de las isotermas mostró un afloramiento débil sobre los 50 m de profundidad, contribuyendo a un gradiente de la TSM entre 22°C fuera de la costa y 19°C cerca al litoral. La termoclina fue moderada con temperaturas de 17°C a 21°C, debilitándose al aproximarse a costa. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 110 y 180 m de profundidad, estando más profunda en la zona costera. Las anomalías térmicas en la capa sobre los 50 m variaron de +1°C a +4°C, mientras que se detectó un núcleo frío (-1°C) alrededor de los 300 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 a y b). Las concentraciones de sales entre la superficie y los 30 m de profundidad evidenciaron la intrusión de AES fuera de las 20 mn, con anomalías halinas mayores a -0,5 ups; mientras que a menor distancia de la costa predominaron aguas mezcla debido a la interacción de ACF y ASS. Entre los 50 y 120 m de profundidad se presentaron las ASS, notándose un núcleo con salinidades mayores a 35,3 ups y anomalías halinas de hasta +0,2 ups (Figura 3.2.5.1 c y d). El oxígeno disuelto (OD) presentó concentraciones entre 3 y 4 mL/L en superficie. La oxiclina se ubicó a unos 150 m de profundidad, mientras que el borde superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO, <0,5 mL/L) se ubicó entre los 160 m y 200 m, más profundo hacia la costa. Las corrientes marinas fueron dominantes hacia el norte, con velocidades mayores a 40 cm/s en la capa superficial fuera de las 50 mn, exceptuando un pequeño núcleo con flujos débiles (<10 cm/s) hacia el sur a 20 mn. A mayor profundidad y fuera de las 40 mn también los flujos al norte tuvieron más cobertura, aunque se presentó un núcleo de flujos intensos al sur (hasta 40 cm/s) fuera de las 70 mn y a 150 – 200 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 e y f).

La sección Chicama realizada el 20 y 21 de junio 2017 (Figura 3.2.5.2), el gradiente térmico en superficie varió entre 21°C y 18°C. Se observó una termoclina moderada entre los 50 y 100 m fuera de las 30 mn, desapareciendo a menos distancia de la costa.

La isoterma de 15°C se ubicó entre los 70 y 150 m de profundidad, lo que significó un ascenso de 20 m en la zona oceánica con respecto a mayo. Las anomalías térmicas mostraron un significativo descenso con respecto a mayo pasando de +4°C (mayo) a valores menores a +1°C en junio (Figura 3.2.5.2 a y b). La distribución de la salinidad evidenció la influencia de las ASS sobre los 50 m y por fuera de las 20 mn, de acuerdo a la estacionalidad. Por debajo de los 100 m fuera de la costa y 150 m junto al talud continental, la distribución termohalina indicó la presencia de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), que además fue confirmada por la ubicación de la ZMO. La oxiclina se encontró más somera y mejor desarrollada fuera de las 50 mn (>1mL/L), entre los 50 y 80 m de profundidad (Figura 3.2.5.2 c, d y e). Los flujos geostróficos, dentro de las 80 mn y sobre los 50 m, mostraron dirección hacia el norte con velocidades máximas de 40 cm/s, asociados a la Corriente Costera Peruana (CCP), mientras que a mayor distancia presentaron dirección hacia el sur ($V > 20$ cm/s), extendiéndose hasta los 150 m. Además, también se observaron flujos al sur entre los 50 y 100 m a 50 mn de la costa, así como un núcleo profundo de flujos al norte a 250 – 300 m de profundidad adyacente al talud continental (Figura 3.2.5.2 f).

La temperatura en la columna de agua (Puntos Fijos) se incrementó ligeramente entre Paita y Callao, generando la profundización de las isotermas y en menor medida en Chicama; en los dos primeros casos, ello originó anomalías de +1°C en la columna de agua hacia fines de mes. Al sur, las isotermas ascendieron en Atico y no mostraron cambios significativos en Ilo (Figura 3.2.5.3).

Frente a Paita, la boya Argo ubicada alrededor de las 90 mn frente a Paita, continuó mostrando la disminución de las condiciones térmicas en la capa de los 50 m de profundidad, con temperaturas de 22°C hasta valores de 19°C, con una capa de mezcla de 40 m de profundidad y la base de la termoclina mucho más profunda. Así mismo, se observó la profundización de la isoterma de 18°C, posiblemente por el paso de una onda Kelvin en los últimos días de junio (Figura 3.2.5.4 a). Seguidamente, la boya, en la misma zona, muestra perfiles de salinidad, que evidencian el repliegue de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y que son reemplazadas por aguas de mezcla, de éstas aguas con Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), con concentraciones de salinidad de 35,1 UPS hasta los 100 metros de profundidad (Figura 3.2.5.4 b).

La distribución de salinidad en la columna de agua mostró frente a Paita la presencia de ASS en la segunda quincena del mes. Frente a Chicama y a Callao aguas de mezcla entre ACF y ASS estuvieron presentes durante todo el mes. En Atico, se detectó a las ACF por debajo de los 30 m en la segunda quincena; y en Ilo las ACF predominaron en todo el mes (Figura 3.2.5.6). En cuanto al OD, en la zona costera en Paita se presentaron aguas con valores superiores a 1 mL/L en la columna de agua. En Chicama se observó un ascenso del borde superior de la ZMO hasta los 80 m en la primera quincena, para luego profundizarse.

En Callao, el borde superior de la ZMO se profundizó de 30 a 70 m durante el mes. En cambio, en Atico el borde de la ZMO se mantuvo por encima de los 20 m durante todo el mes, mientras que en Ilo, la iso-oxígena de 1mL/L ascendió de 70 m a 30 m (Figura 3.2.5.7).

3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana

3.2.6.1. Silicatos

En la sección Paita, las concentraciones de nutrientes en la capa de mezcla fueron bajas, evidenciándose un débil afloramiento dentro de las 20 mn de costa, con fosfatos de alrededor de 1,5 μM y concentraciones cercanas a 10,0 μM de silicatos y nitratos. En el nivel de 50 m se evidenció procesos relacionados al ciclo del nitrógeno con un incremento de nitritos hasta de 1,0 μM . (Figura 3.2.5.8). En la sección Chicama, se registró dentro de las 80 mn concentraciones habituales de nutrientes, a pesar que las ASS mantuvieron una fuerte influencia en esta sección, presentando valores en la columna de agua de 1,5 a 2,5 μM de fosfatos, entre 10,0 a 20,0 μM de silicatos, 10,0 a 20,0 μM de nitratos y un máximo de nitritos de 0,75 μM (Figura 3.2.5.9).

Los silicatos, como indicadores de la fertilidad de la columna de agua, en la estación fija de Paita, luego de una recuperación parcial en mayo, en junio volvieron a decaer, a concentraciones de 5 μM en la mayor parte de la columna de agua. En Chicama mas bien tendieron a aumentar, alcanzando valores de 25 μM entre los 60 y 90 m. En Callao, los silicatos disminuyeron en la segunda quincena a valores <15 μM sobre los 80 m de profundidad (Figura 3.2.5.10).

3.2.6.2. Clorofila – a

Usando información del satélite MODIS a una resolución espacial de 9 km, se observó una disminución de los valores de clorofila frente a las costas del Perú, de acuerdo al ciclo estacional. Persistieron algunos núcleos de mayor producción primaria, ubicados frente a Paita, Chimbote, Pisco e Ilo con valores de clorofila-a entre 2,5 y 5,0 mg.m-3 (Figura 3.2.6.1). La serie de anomalías pentadales de clorofila-a (0-100 km, 4°S-16°S), mostró valores muy cercanos a la climatología durante el mes (Figura 3.2.6.2).

3.2.7 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

Durante la última quincena de junio, los desembarques (t) diarios de anchoveta en la región norte – centro, disminuyeron notablemente con valor promedio en 15 000 t. En esta región, con información de la flota industrial se registró la distribución de anchoveta en tres núcleos: el primero dentro de las 40 millas náuticas (mn) entre Paita (5°S) y Pimentel (6°S), el segundo dentro de las 50 mn entre Malabrigo/Chicama (7°S) hasta Chimbote (9°S) y el tercer grupo, de mayor cobertura, de Huarmey (10°S) a San Juan de Marcona (15°S) dentro de las 60 mn.

Las mayores capturas se registraron frente a Salaverry (8°S), seguido de capturas frente a Pisco (13°S) y Pimentel (7°S). El avance de cuota en la región norte – centro, al 30 de junio, es de 80%. La presencia de ejemplares juveniles se registró principalmente al sur de Supe (10°S). Entre Huacho y Bahía Independencia (14°S) se registró un valor promedio de 27%, mientras que de San Juan al sur, el porcentaje de juveniles fue mayor al 50%. (Figura 3.2.7.1 a). En la región sur, la anchoveta se distribuyó en zonas dispersas entre el sur de Atico (17°S) y Morro Sama (18°S), con bajas capturas principalmente dentro de las 10 mn. La Primera Temporada de Pesca culminó con el 33% de la cuota establecida. Frente a Morro Sama (18°S) la estructura de tallas fue principalmente adulta (5% de juveniles) mientras que al norte de la región se registró 28% de juveniles y 52% en el 17°S y 16°S respectivamente (Figura 3.2.7.1 b).

En junio, los indicadores reproductivos de la anchoveta del stock Norte - Centro, índice gonadosomático (IGS) y fracción desovante (FD) registraron valores alrededor de sus respectivos patrones históricos, evidenciando que aún el recurso mantiene una baja actividad desovante. El contenido graso (CG) presentó un ligero incremento, aunque sus valores aún se presentan por debajo de su patrón establecido desde el 2014 (Figura 3.2.7.2).

Con la normalización de las condiciones ambientales, el programa Bitácoras de Pesca observó una disminución en el registro de especies oceánicas, persistiendo especies trans – zonales como *Scomber japonicus* “caballa” y *Trachurus murphyi* “jurel”. Mientras que la presencia de especies de aguas costeras frías como *Pleurocondes monodon* “múnida” se registraron en la región centro, además otras especies como samasa, bagre, merluza y pámpano se encuentran dentro de su distribución normal (Figura 3.2.7.3).

4. PRONÓSTICO

4.1 A corto plazo (semanas)

Según los modelos lineales (Figura 3.1.1.10 c y d), así como las proyecciones teóricas de ondas largas ecuatoriales y la proyección quincenal de pronóstico del GFS, de mantenerse valores variantes entre normales a ligeramente intensos de los vientos zonales del este en el Pacífico ecuatorial hasta el siguiente mes, la actividad de ondas Kelvin cálidas y frías se mostrará de magnitud poco relevante para las siguientes semanas y meses.

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), los valores estimados del ONI (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos, indicaron condiciones Neutras para los meses de junio y julio 2017, considerando los datos hasta mayo de la fuente ERSST4, así como las salidas de ensamble de modelos NMME para junio – julio 2017 (Tabla 3.1.4.1). Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), el valor estimado del ICEN (ICENtmp), basado en los datos hasta junio de la fuente OISST.v2, así como las salidas del ensamble de modelos NMME para julio es de +0,07°C, indicando condiciones neutras, respectivamente (Tabla 3.1.4.2).

4.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)

La proyección de las ondas Kelvin a partir del 26 junio 2017 se realizó sin el forzante de vientos. Según la simulación, una onda Kelvin cálida (modo 1) se habría generado debido a un debilitamiento de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Oriental, durante el mes de junio 2017, y llegaría hacia el extremo del Pacífico Ecuatorial Oriental en julio 2017 (Figuras 4.2.1 y 4.2.2). Por otro lado, la onda Kelvin fría (modo 2) generada en mayo 2017, continuó propagándose hacia el este, proyectando su arribo en agosto 2017 a la costa sudamericana (Figura 4.2.1).

Para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), para el mes de agosto, 4 de 7 modelos indican condiciones neutras y 3 modelos indican condiciones cálidas débiles; para el mes de setiembre, la mayoría de los modelos indican condiciones neutras (Figura 4.2.3 y Tabla 4.2.1). Por otro lado, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2), para los meses de agosto y setiembre, la mayoría de los modelos del NMME indican condiciones neutras, al igual que para octubre. Estos últimos en contraste con los pronósticos del mes anterior presentan índices menores e incluso con valores negativos en algunos meses. Por tanto, en esta región, en promedio, los pronósticos son neutros hasta fin de año (Figura 4.2.4 y Tabla 4.2.2).

4.3 A largo plazo (más de 3 meses)

En general, los pronósticos de los modelos mantienen probabilidades favorables de condiciones frías tanto costeras (Tabla 4.2.1) como en el Pacífico Central Ecuatorial (Tabla 4.2.2). El patrón de TSM pronosticado para finales de 2017 e inicios de 2018 tiene el calentamiento desplazado al oeste; por lo que la convección atmosférica (y vientos superficiales) se asemeja más a La Niña que a El Niño global (Figura 4.2.5). Este escenario es compatible con la probabilidad de una menor actividad convectiva en la ZCIT en la región oriental del Pacífico ecuatorial, predominando la lengua seca característica de La Niña para el verano 2018 (Figura 4.2.6).

5. CONCLUSIONES

Durante el mes de junio, las condiciones cálidas de la TSM frente al litoral peruano, incluyendo la región Niño 1+2, fueron disminuyendo respecto al mes anterior, principalmente en las regiones central y norte.

Si bien en la costa norte prevalecieron anomalías de TSM ligeramente positivas, se observó una oscilación diaria hacia la normalización para fin de mes; esto último debido al incremento moderado de los vientos costeros del sur como consecuencia del fortalecimiento del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) y su aproximación hacia la costa oeste de Sudamérica, principalmente durante la última semana del mes. Ello continuó influenciando en la proyección de aguas subtropicales superficiales sobre los 50 m fuera de las 20 mn de la costa central.

La persistencia de pulsos de vientos del sur a lo largo de la costa mantuvo una tendencia hacia el enfriamiento de la TSM y disminución del NMM, a pesar del paso de la influencia cálida de la Corriente de Cromwell subsuperficial en junio como resultado del paso de la onda Kelvin cálida y su arribo a la costa peruana.

En la región del Pacífico central (región Niño 3.4), la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) presentó valores positivos, sobrepasando ligeramente el umbral de $+0,5^{\circ}\text{C}$. Por otro lado, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor del ICEN para el mes de mayo fue de $+0,52^{\circ}\text{C}$ (fuente NCEP OI SST v2) que correspondió a condiciones cálidas débiles. Los valores estimados (ICENtmp) para junio y julio corresponden a condiciones neutras.

Las lluvias a nivel nacional mantuvieron condiciones entre normales a ligeramente secas, de acuerdo al periodo de estiaje. No obstante, la contribución de patrones atmosféricos y humedad en la selva nororiental favorecieron la sucesión de eventos de lluvias ligeras en la Amazonia peruana. Los caudales de los ríos de la costa del país continuaron presentado una tendencia decreciente durante el mes, hasta alcanzar valores normales propios de la temporada seca.

En la región norte-centro, la anchoveta mantuvo su distribución dentro de las 70 mn de costa y baja actividad desovante del recurso de acuerdo a su patrón histórico. Se observó la disminución del número de especies oceánicas frente al litoral.

La Comisión Multisectorial ENFEN considera más probable el desarrollo de condiciones neutras en la región Niño 1+2 en lo que resta del año y se prevé la persistencia de las condiciones neutras en el Pacífico Central hasta fin de año. Dado que los principales impactos de El Niño y La Niña suelen darse en la temporada de lluvias, es decir, durante el verano, el ENFEN considera importante proporcionar una estimación de las probabilidades de ocurrencia de El Niño y La Niña (Tablas 4.3.1 y 4.3.2) para dicho periodo, a pesar del nivel de incertidumbre que esto implica. Con estas consideraciones, la Comisión Multisectorial ENFEN para el próximo verano (diciembre 2017 - marzo 2018) estima: una mayor probabilidad de condiciones neutras en el Pacífico Oriental (63%) seguidas por las condiciones de El Niño (25%). Para el Pacífico Central, se estiman como más probables las condiciones neutras (50%), y de El Niño (39%).

6. REFERENCIAS

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

Boulanger, 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

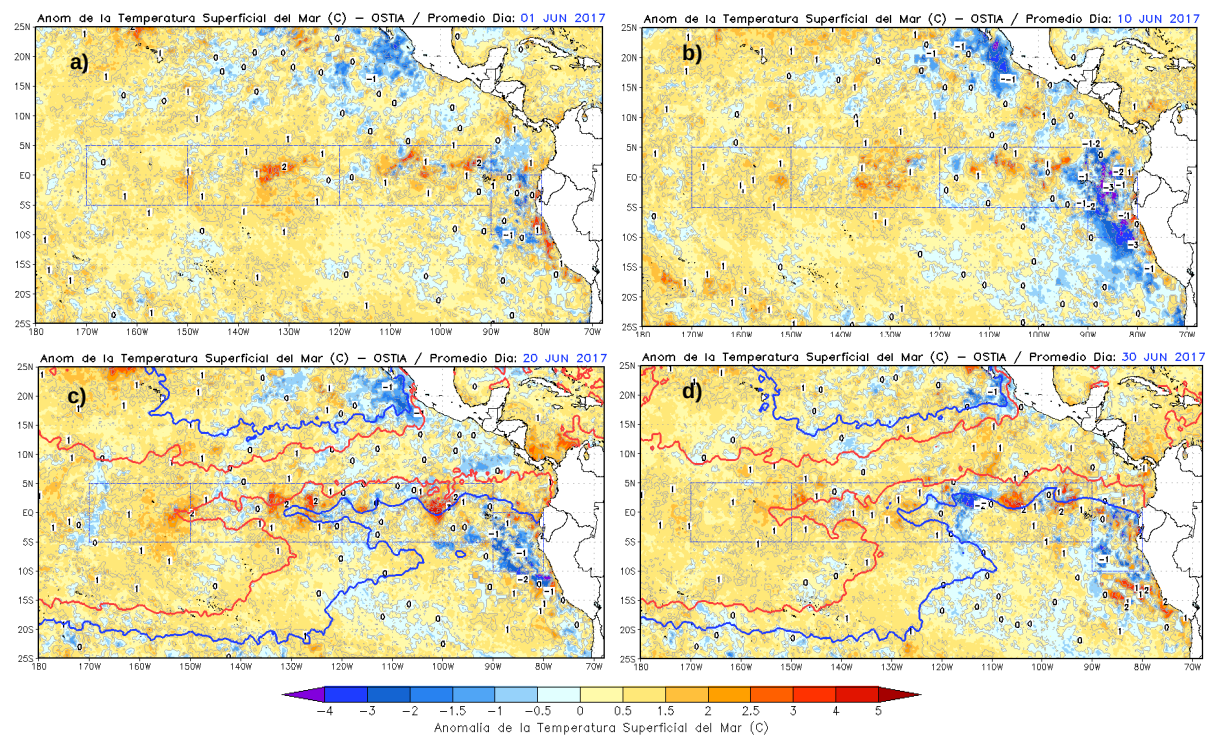


Figura 3.1.1.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de junio, b) 10 de junio, c) 20 de junio, y d) 30 de junio de 2017. La línea sólida en color azul indica el límite externo de las regiones Niño. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

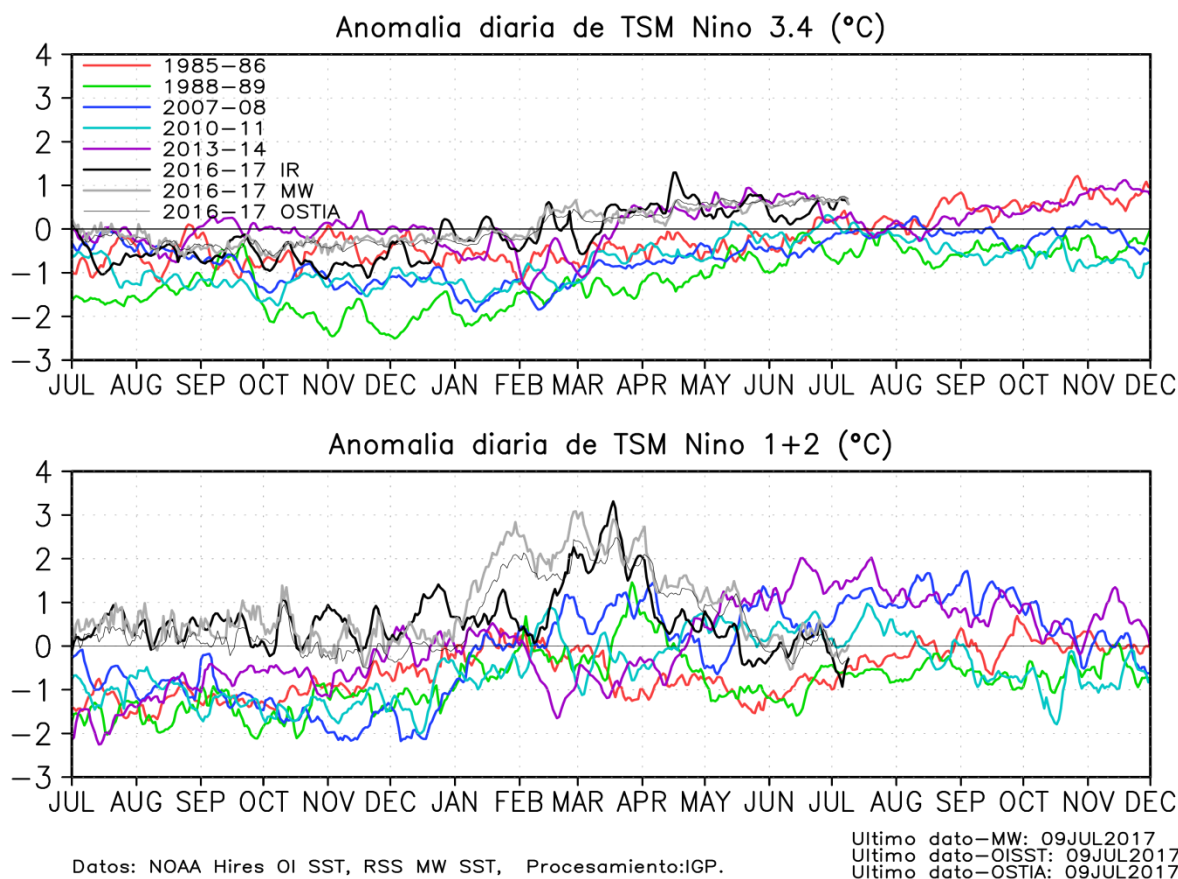


Figura 3.1.1.2. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (a) y en la región Niño 1+2 (b). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto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

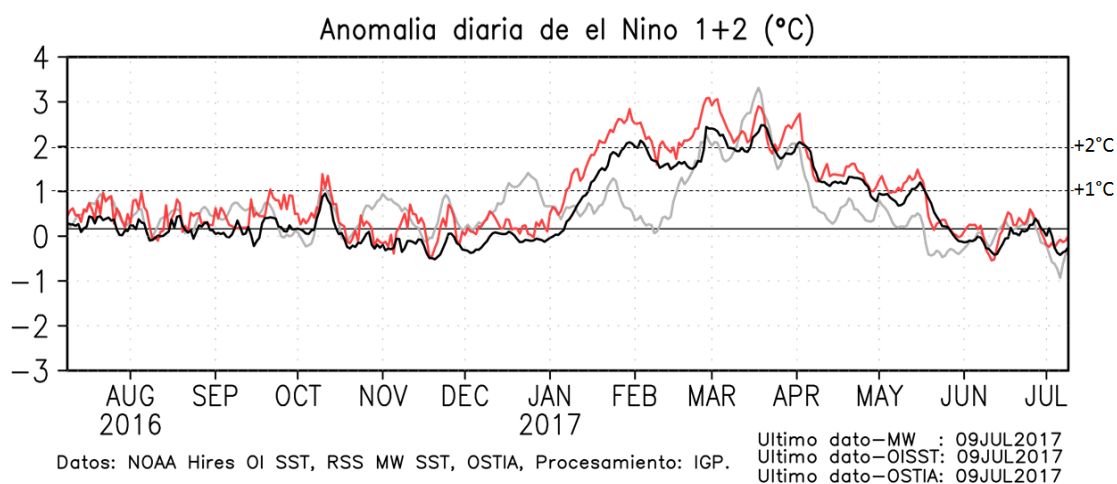


Figura 3.1.1.3. TSM (°C) durante julio 2016 al 09 de julio del 2017 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microondas en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.

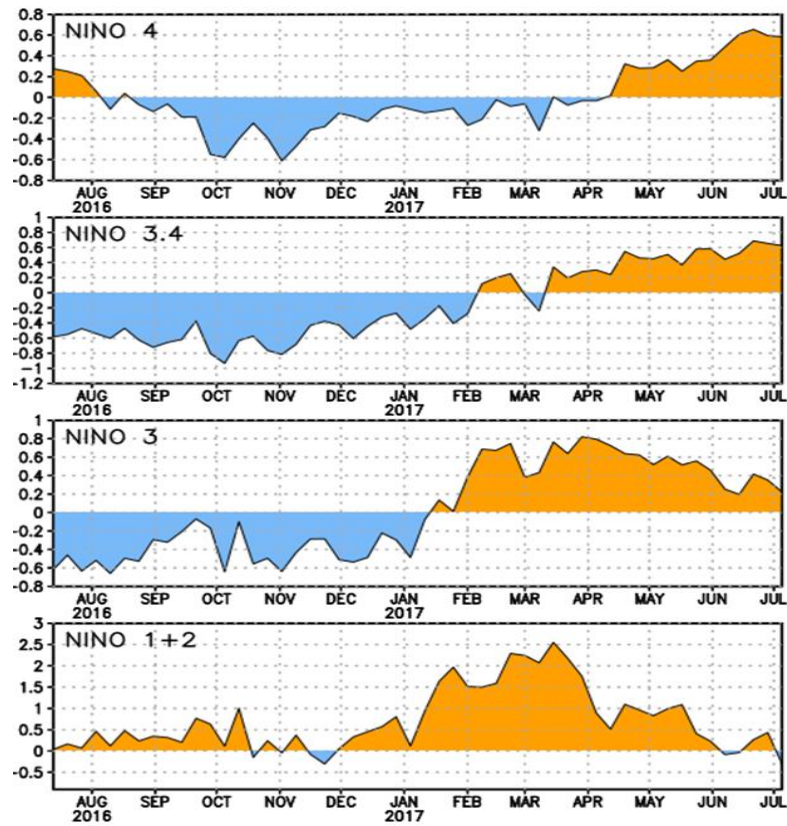


Figura 3.1.1.4. Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de julio de 2016 a junio de 2017. Fuente: NCEP/NOAA.

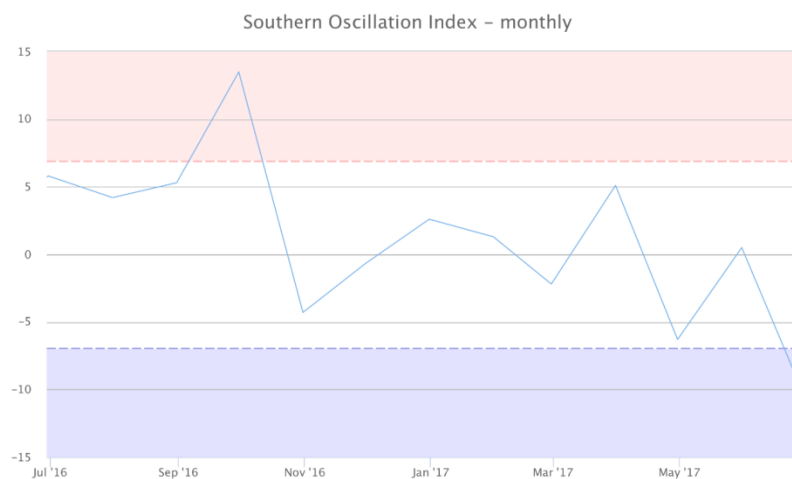


Figura 3.1.1.5. Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

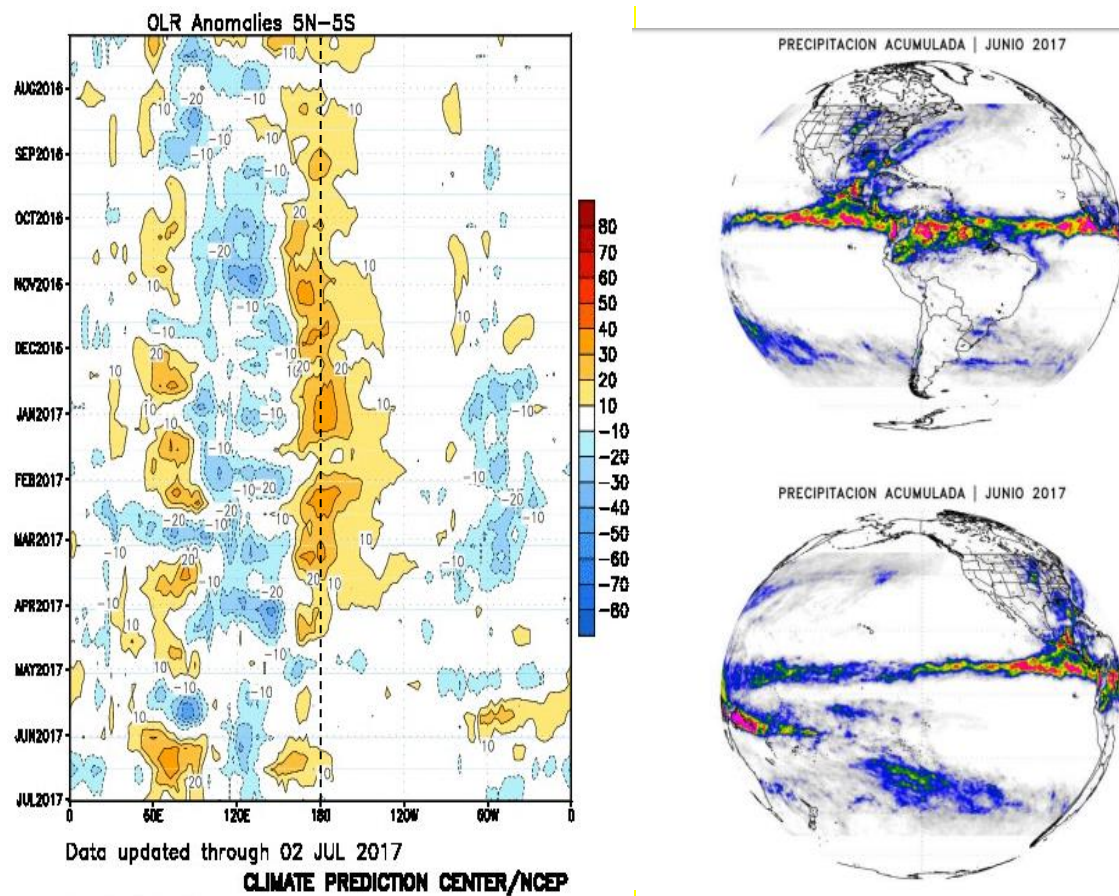


Figura 3.1.1.6. a) Anomalía de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) del mes de junio de 2017. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de junio de 2017. Datos: TRMM. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.

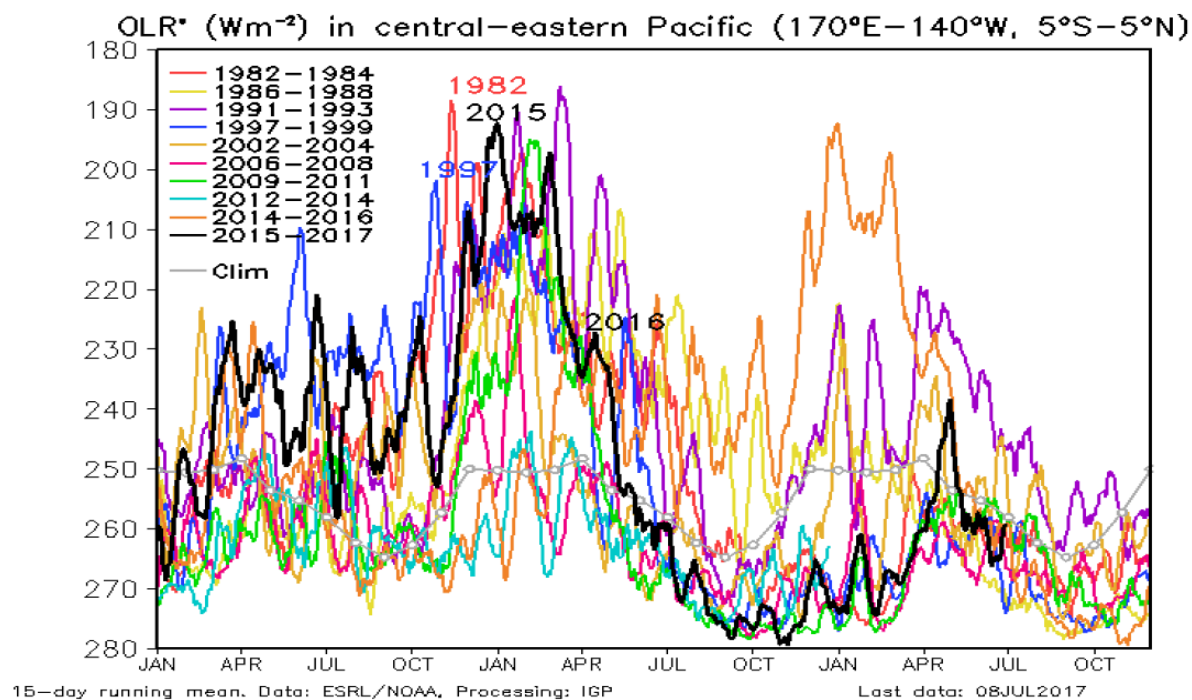


Figura 3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}\text{W}-100^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) desde el mes de enero hasta el mes de junio. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

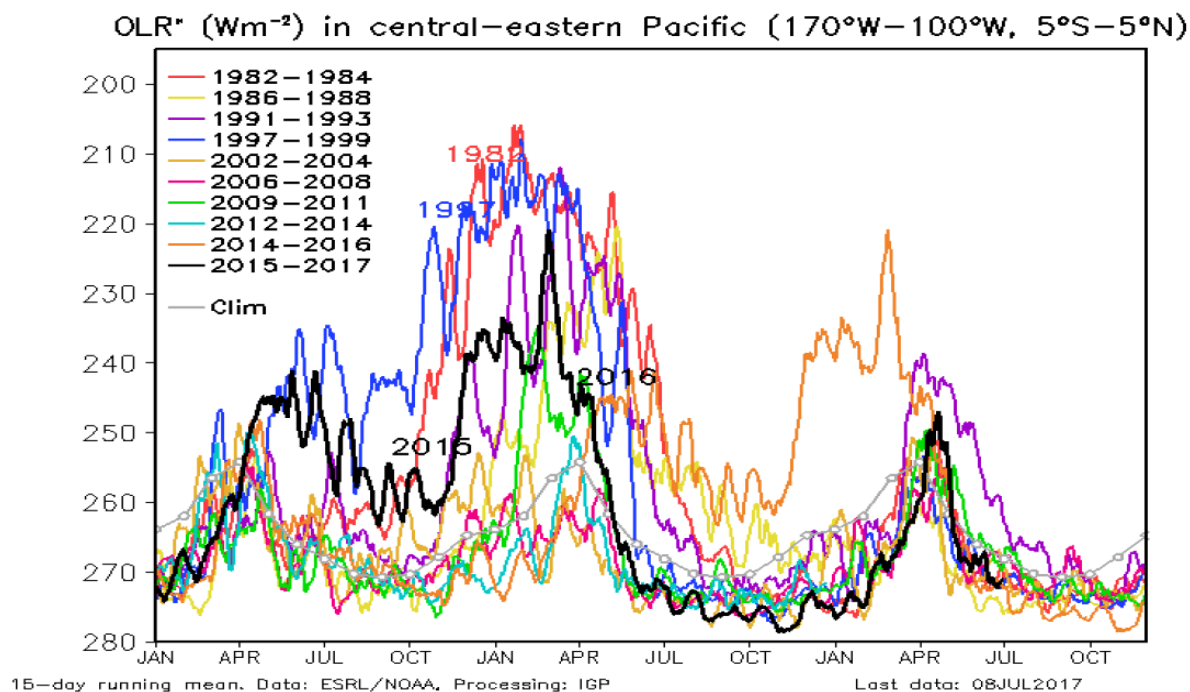
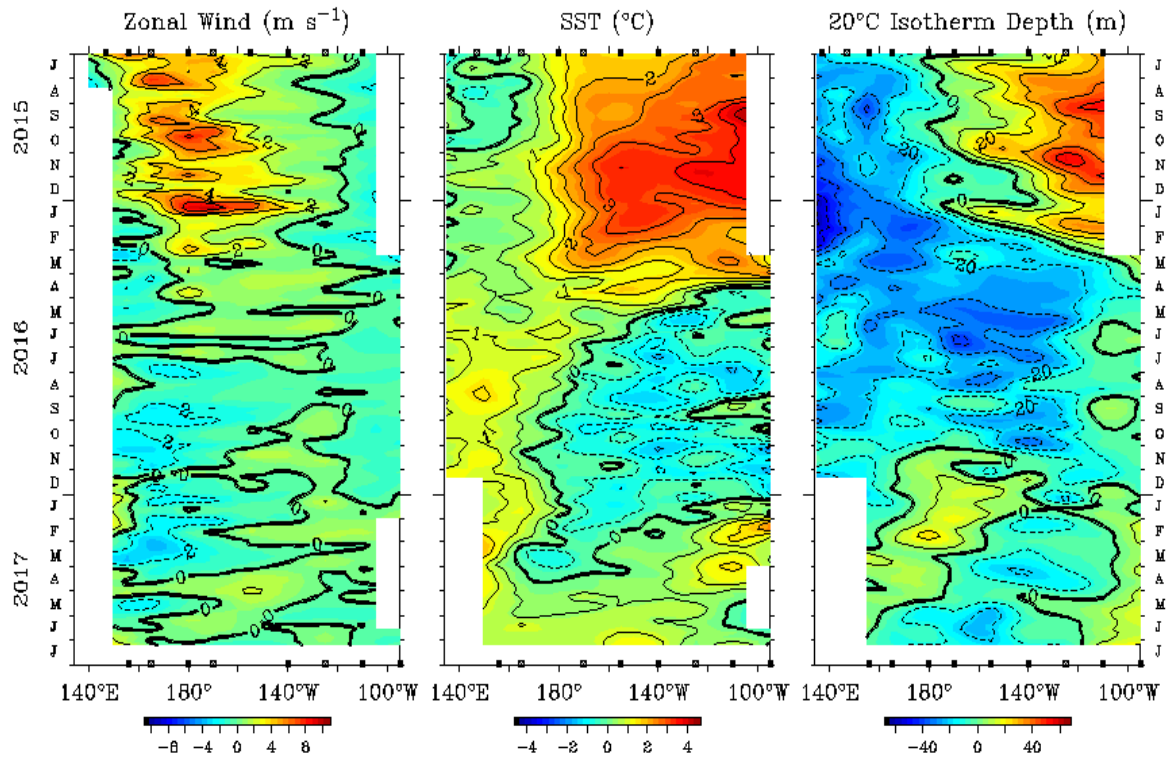


Figura 3.1.1.8. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}\text{W}-140^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) desde el mes de enero hasta el mes de junio. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

Five Day Zonal Wind, SST, and 20°C Isotherm Depth Anomalies 2°S to 2°N Average



TAO Project Office/PMEL/NOAA

Jul 10 2017

Figura 3.1.1.9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del viento zonal ecuatorial (a), anomalía de la TSM (b) y anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO/TRITON.

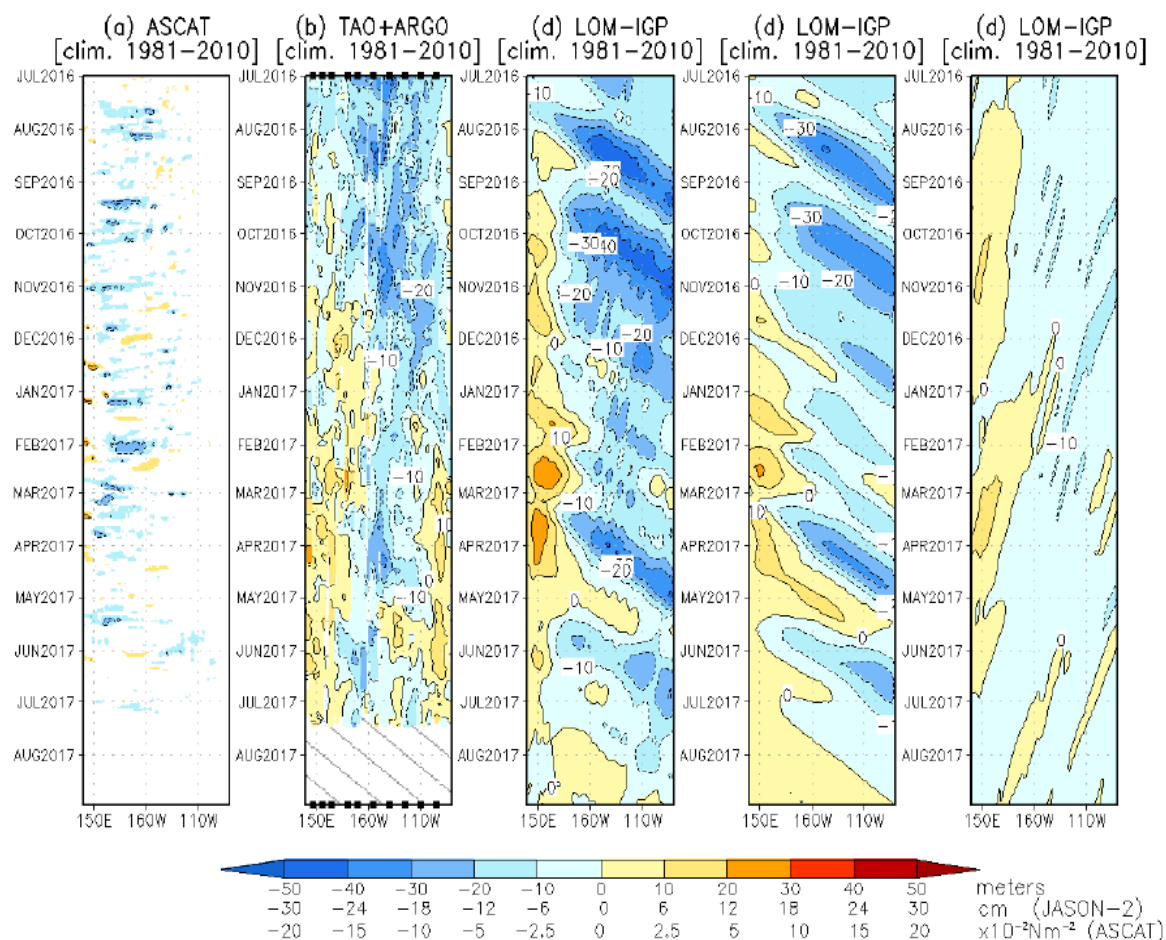


Figura 3.1.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin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

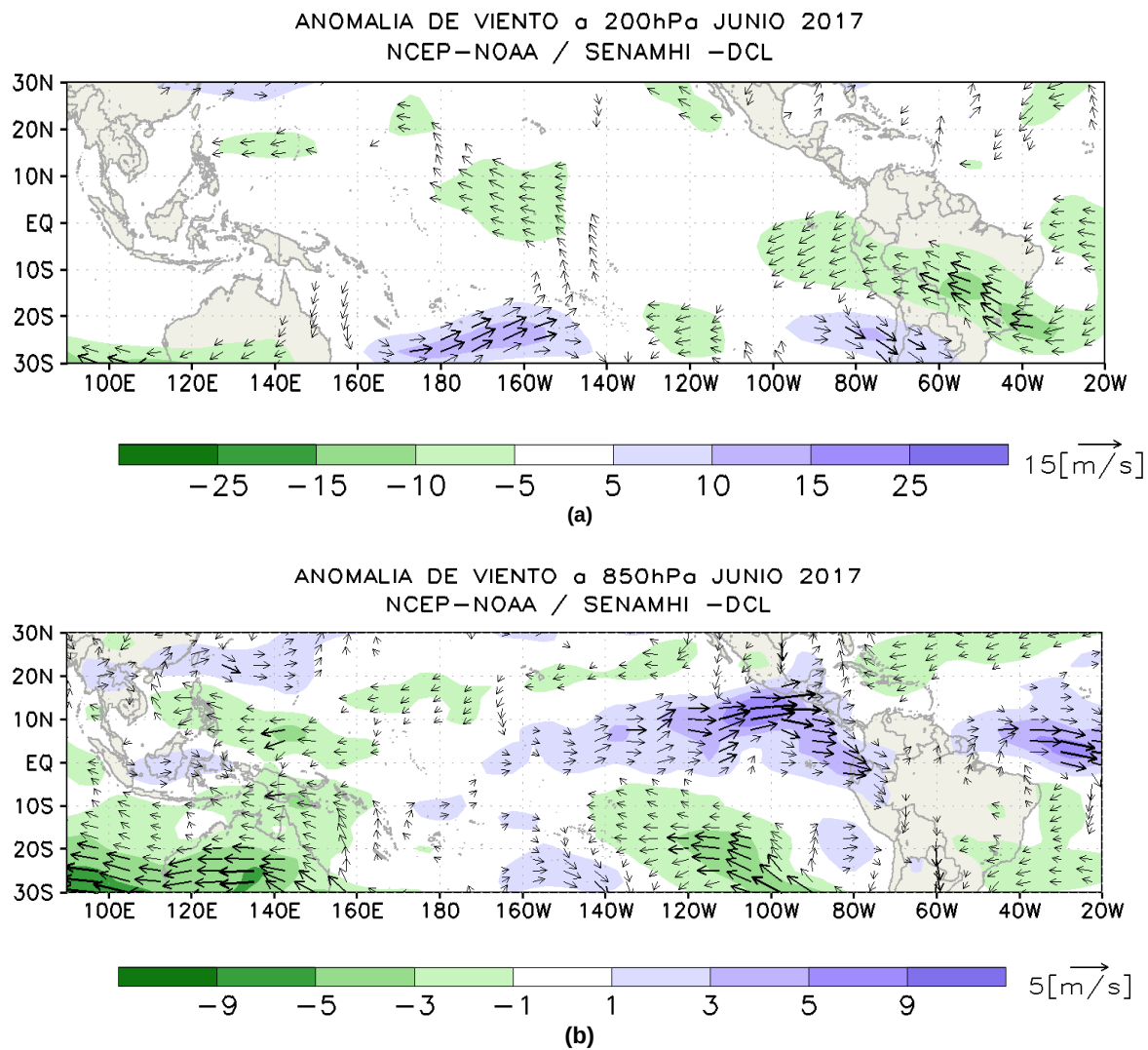


Figura 3.1.1.11. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 200 hPa y b) 850 hPa para el mes de junio del 2017. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI – SPC.

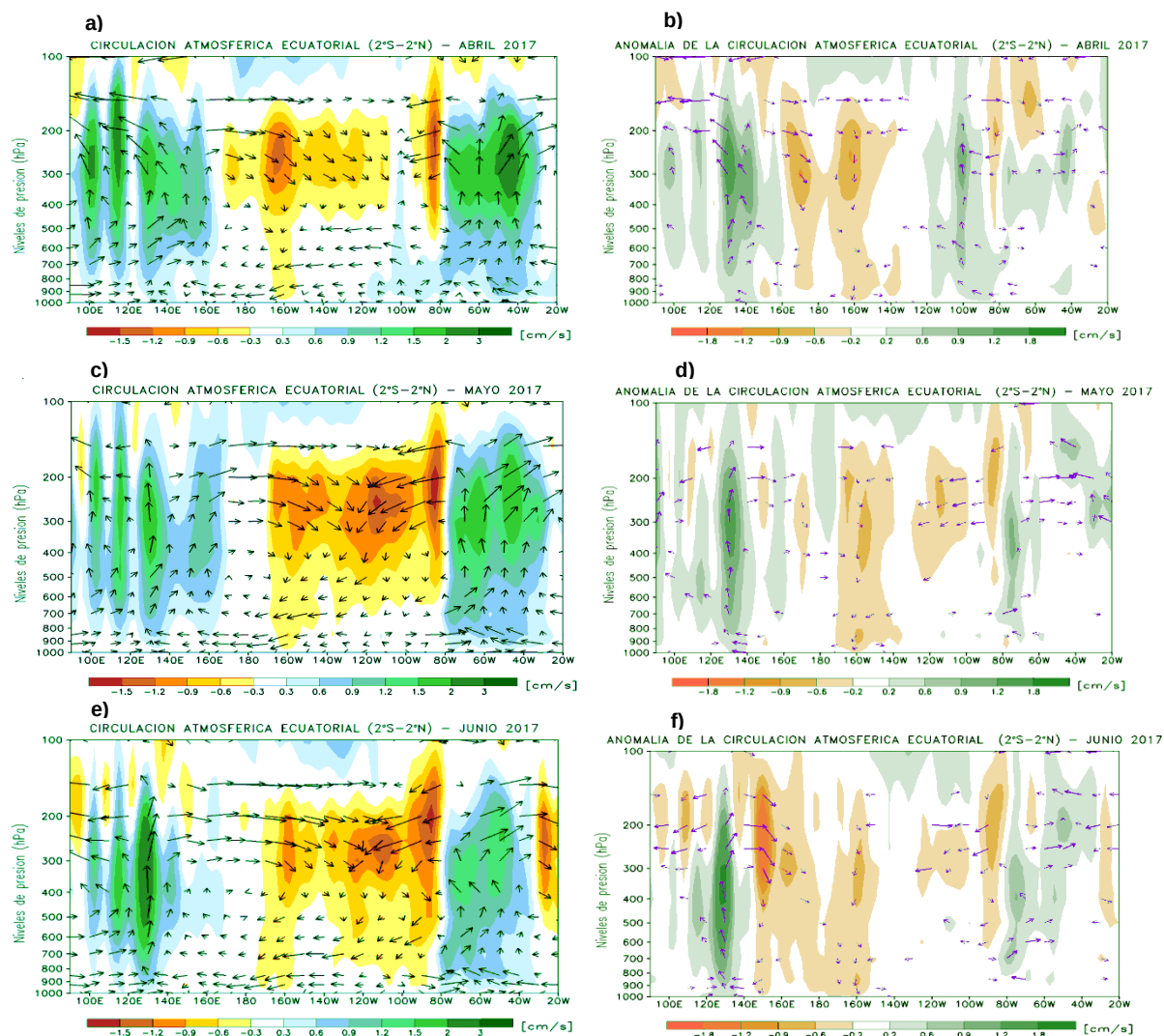


Figura 3.1.1.12. Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de abril (a y b); mayo (c y d); y junio (e y f) del 2017, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

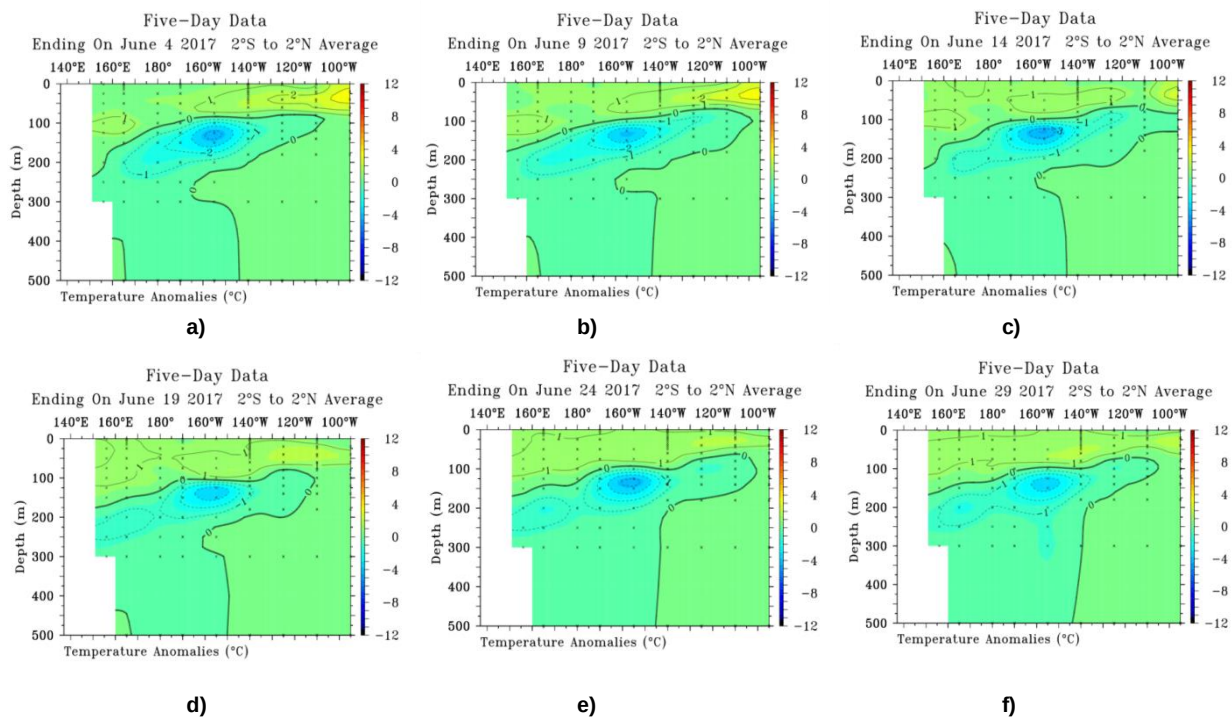


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 4 de junio, b) 09 de junio, c) 14 de junio, d) 19 de junio, e) 24 de junio y f) 29 de junio de 2017. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

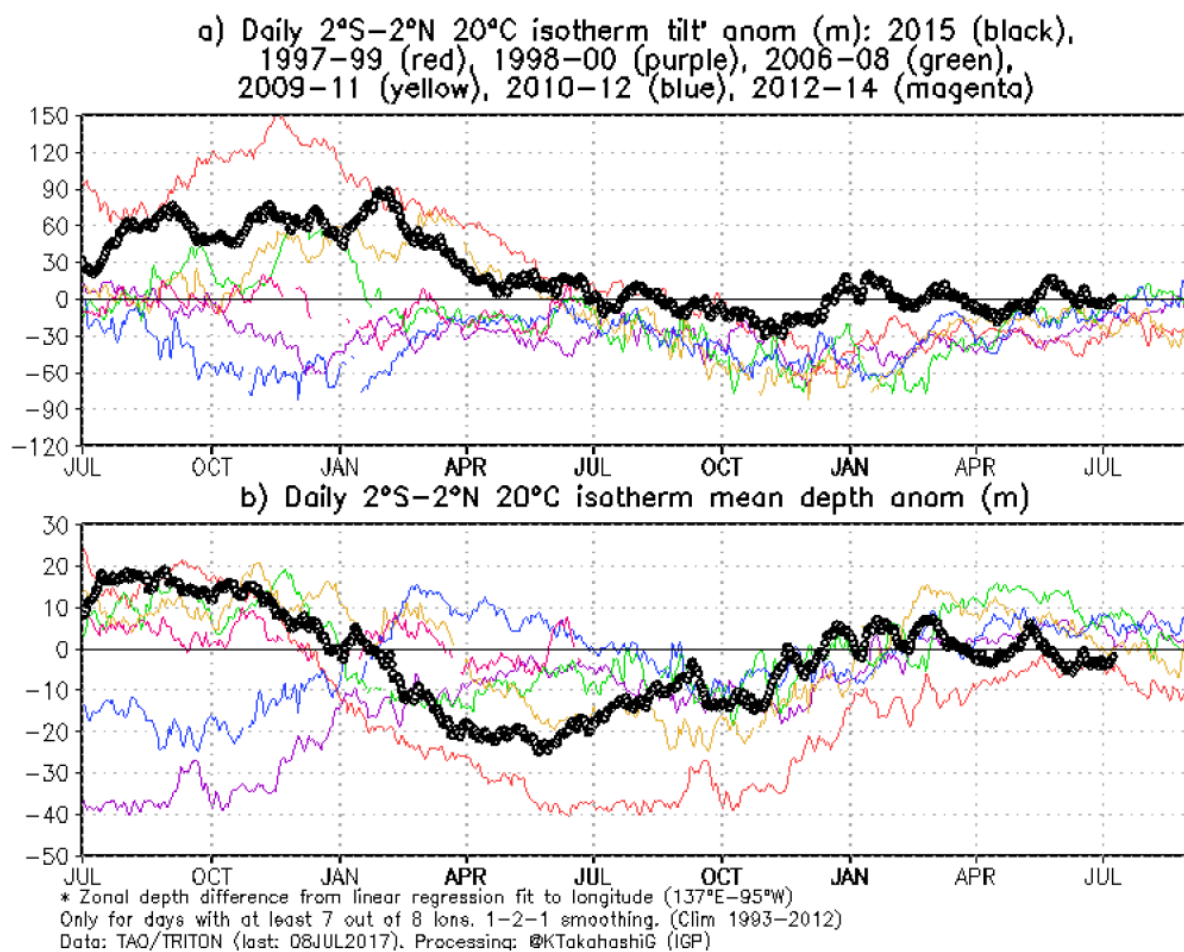


Figura 3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. b) Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores, se excluyen las boyas TRITON (Pacífico occidental) que ya no está operativo. Elaboración: IGP.

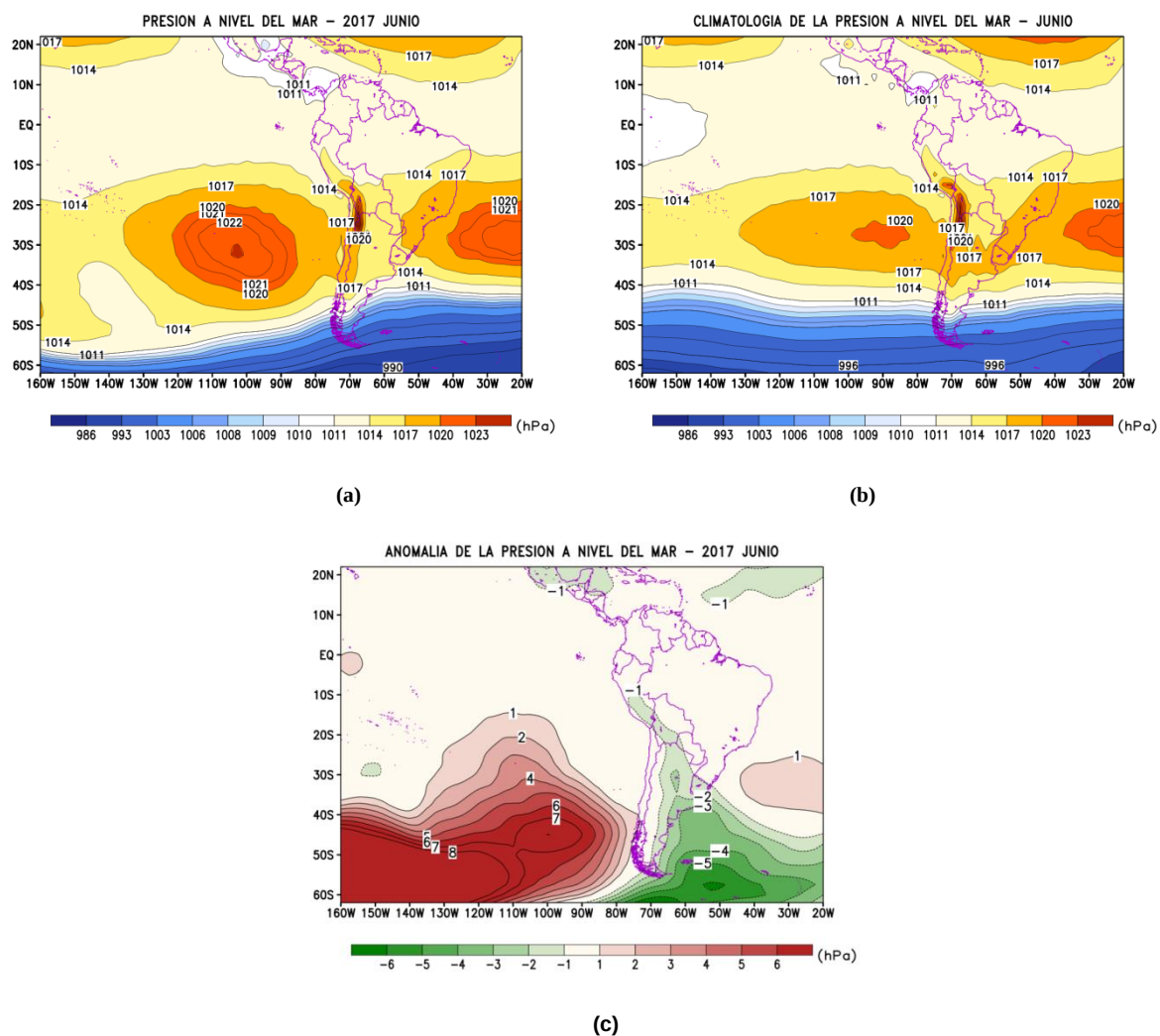


Figura 3.1.2.3. Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el de mes de junio. **Superior Izquierda:** Promedio mensual de la Presión a nivel del mar; **Superior Derecha:** Distribución climatológica de la presión a nivel medio del mar durante el mes de junio; **Inferior:** Anomalía de la Presión a nivel del mar en el mes de junio. Procesamiento: SENAMHI-SPC.

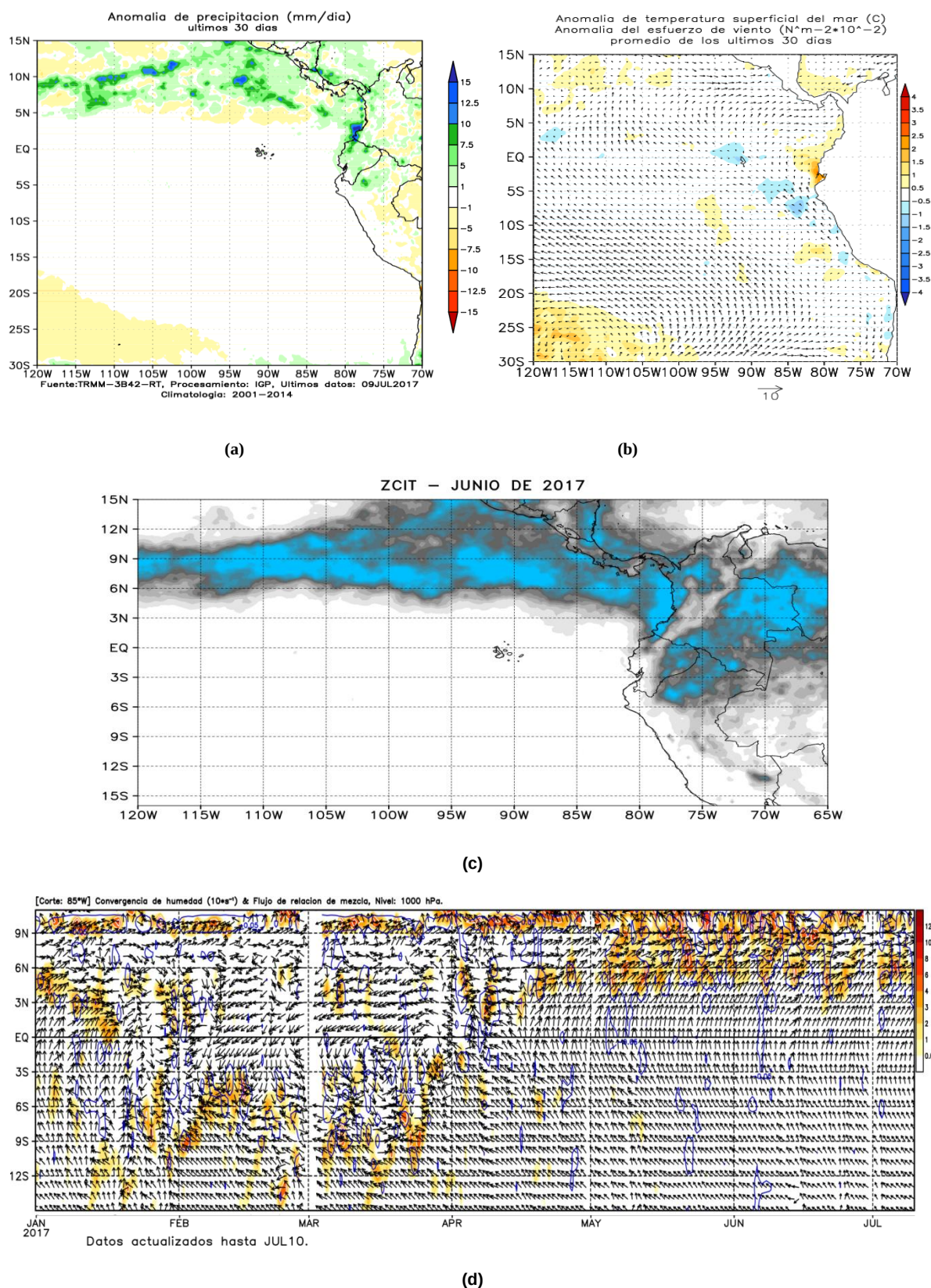


Figura 3.2.1.2. Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondiente al mes de junio, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, c) Ubicación espacial de la ZCIT durante junio basado en la precipitación acumulada (mm/mes) estimada por satélite y d) Translocación latitudinal de la ZCIT frente a la costa peruana, corte: 85°W. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifrermer, GFS – NOAA / Procesamiento IGP/SENAMHI-SPC.

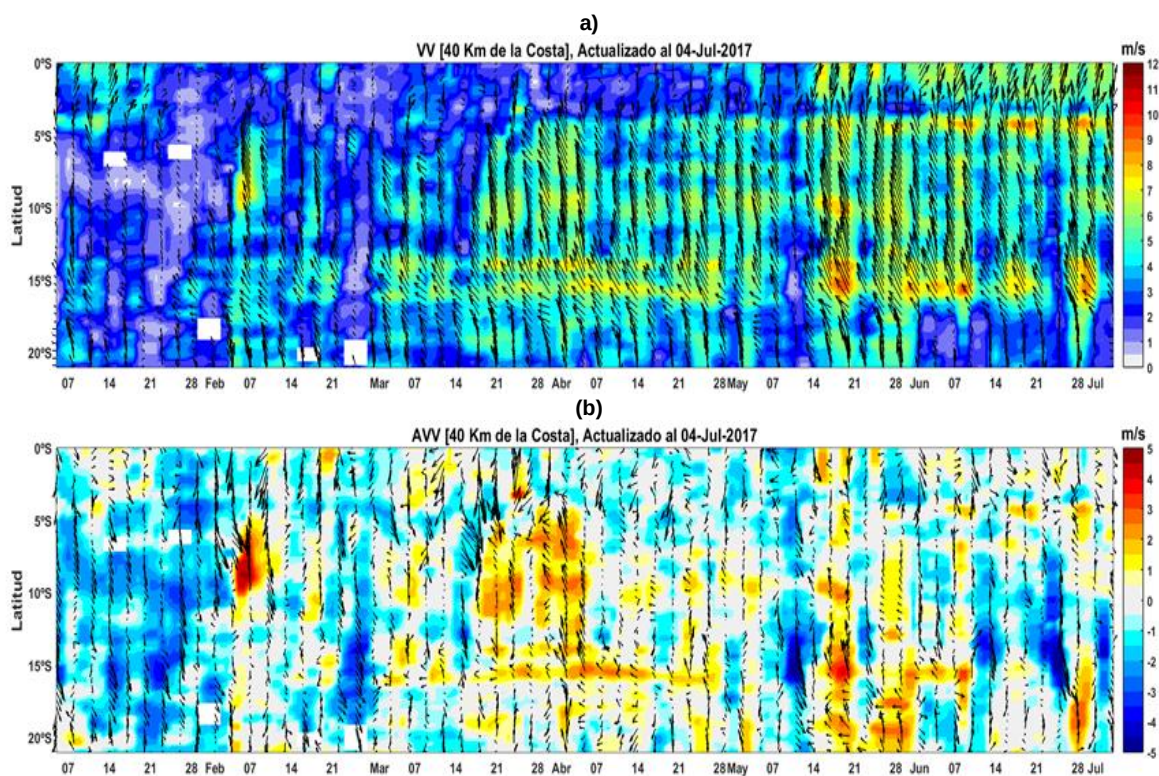


Figura 3.2.1.3. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s) desde enero hasta junio del 2017. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT, procesamiento: IMARPE.

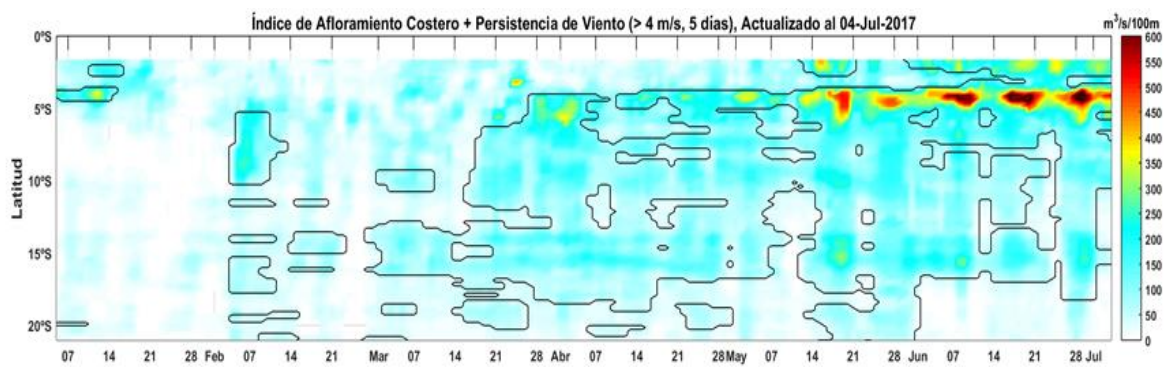


Figura 3.2.1.4. Índice de Afloramiento Costero (a partir del viento diario satelital a 40 Km frente a la costa del Perú). Las líneas encierran los periodos en los cuales persistió viento con componente sur ($vv > 4$ m/s) al menos 05 días consecutivos. Datos: ASCAT, Procesamiento: IMARPE.

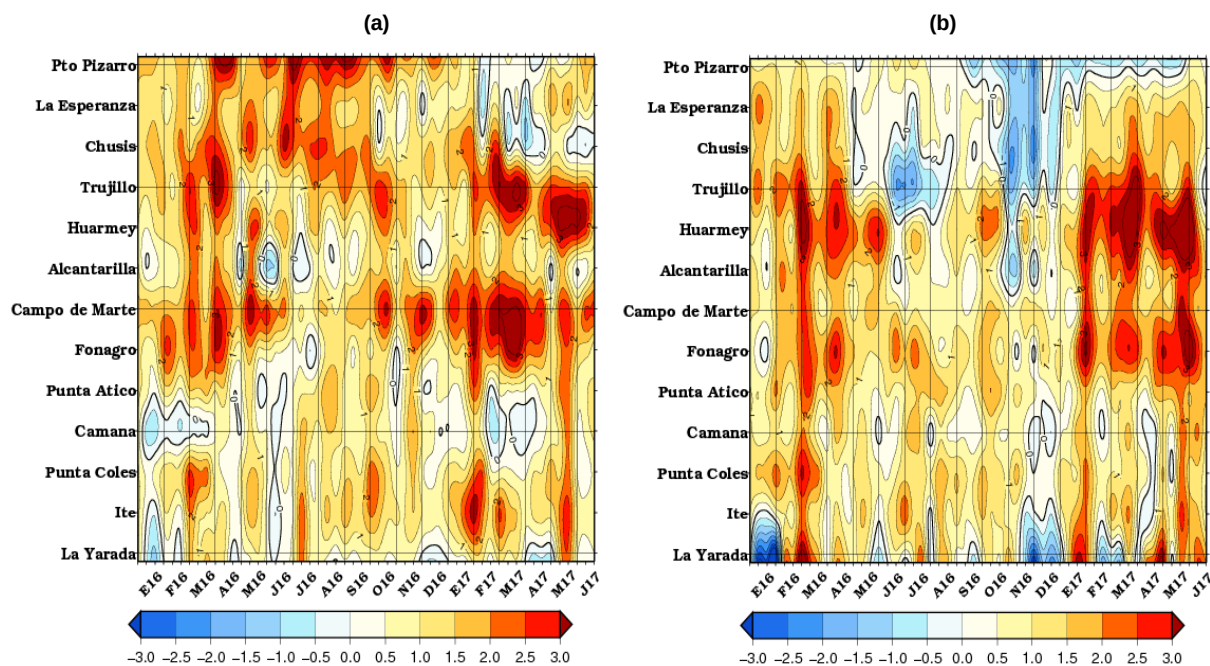


Figura 3.2.2.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2016 a enero del 2017. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

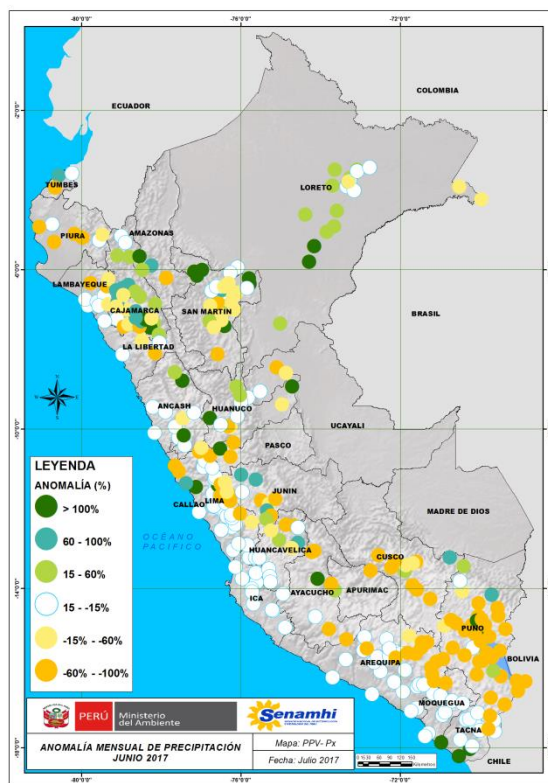


Figura 3.2.3.1. Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para junio 2017, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.

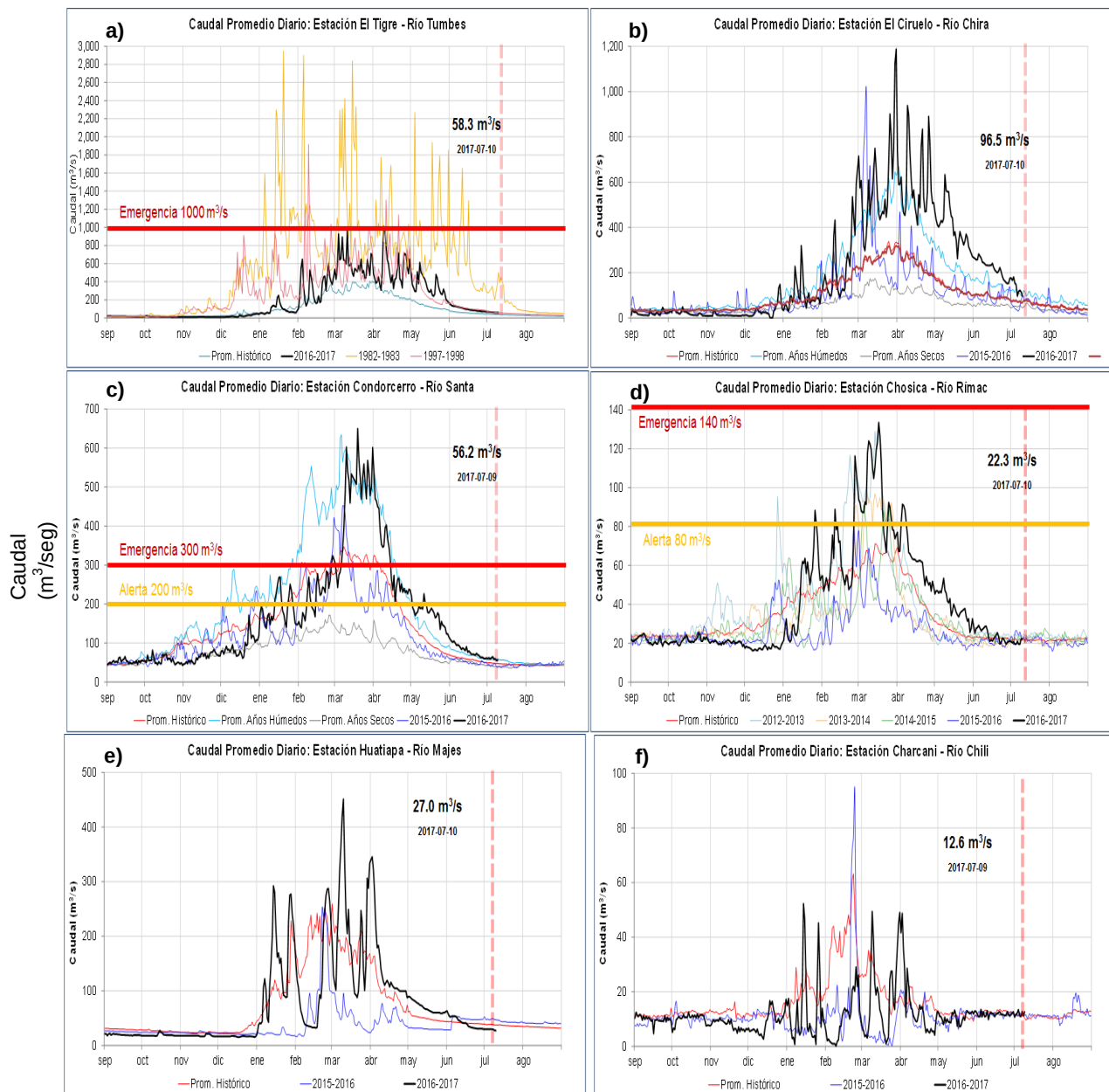


Figura 3.2.3.2. Series de tiempo actualizados a fines de junio del 2017, de los caudales diarios (m³/s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre a agosto: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rimac, e) Majes, f) Chili, de la vertiente del Pacífico; g) Huancané y h) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015-2016, rojas: Promedio histórico; celestes: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA.

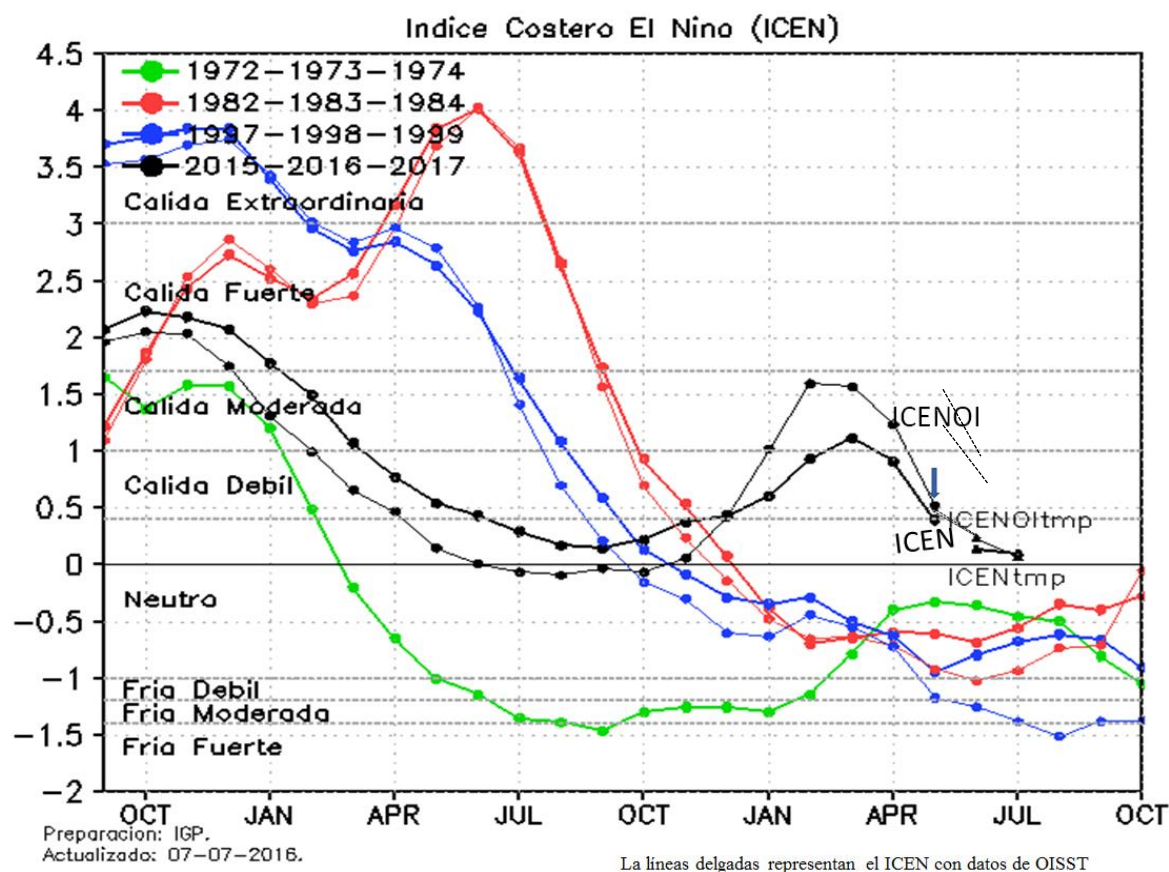
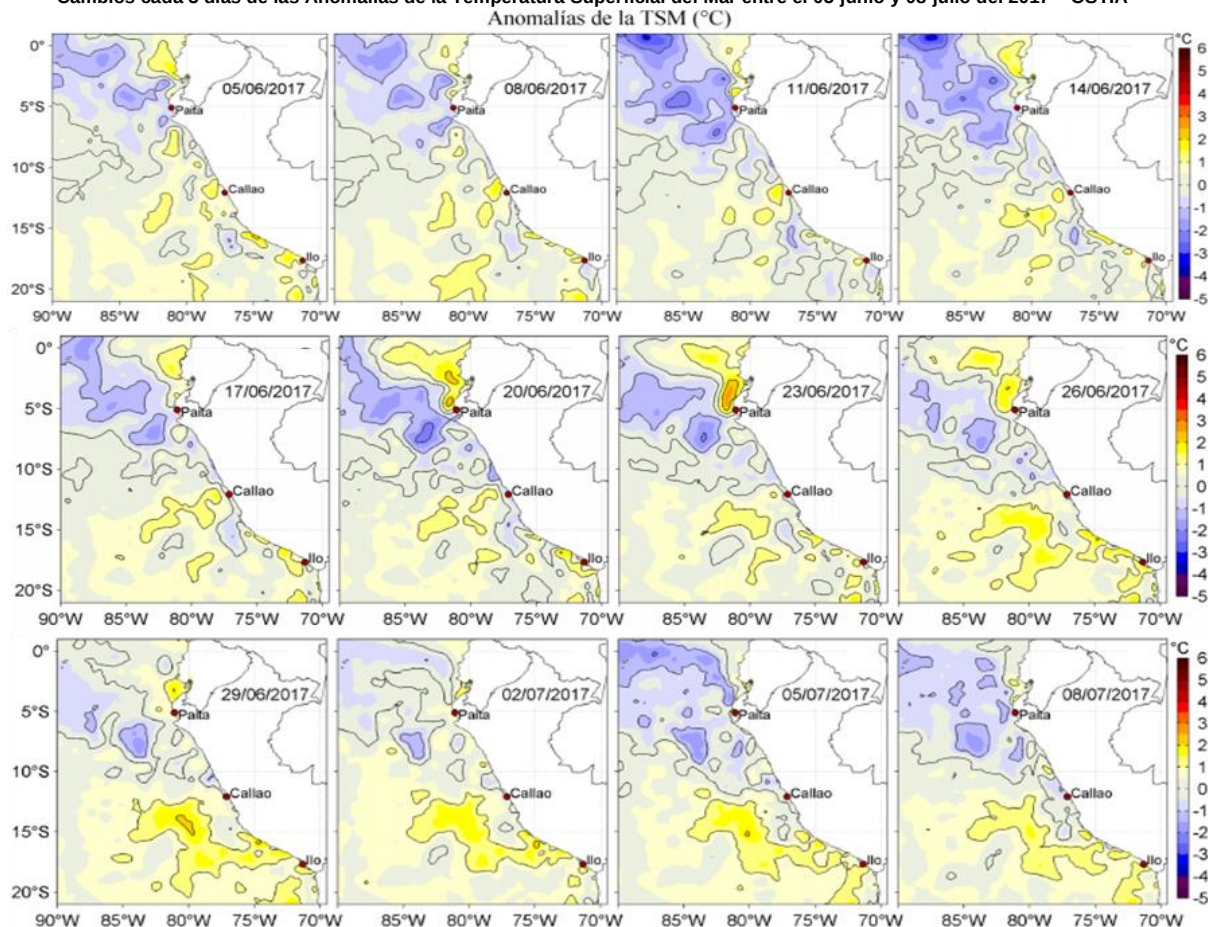
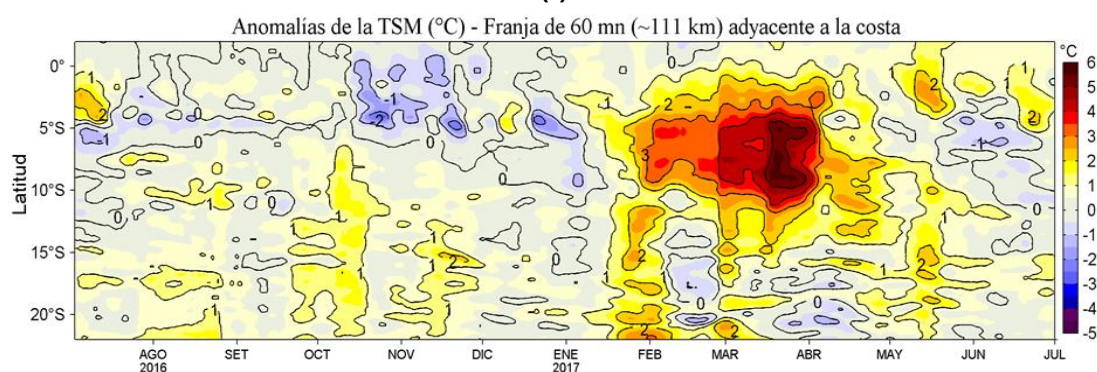


Figura 3.2.4.1. Variabilidad temporal ICEN para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016-2017 (negro). Fuente IGP.

Cambios cada 3 días de las Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar entre el 05-junio y 08-julio del 2017 – OSTIA



(a)



(b)

Figura 3.2.4.2. Condiciones térmicas del océano frente a Perú, a) Anomalías de la TSM (°C) cada tres días durante junio del 2017 y b) Diagrama de Hovmoeller de ATSM (°C) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano el periodo julio 2016/junio 2017. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE.

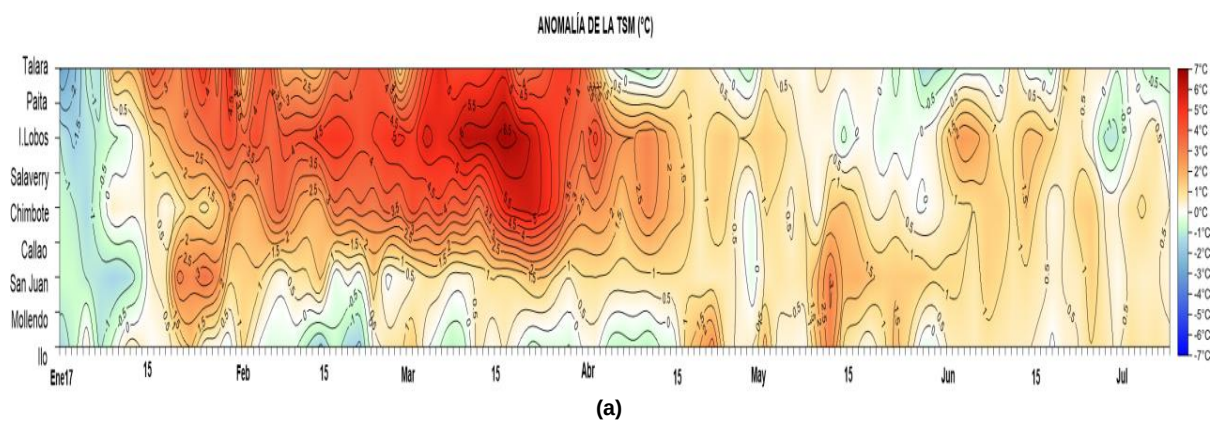
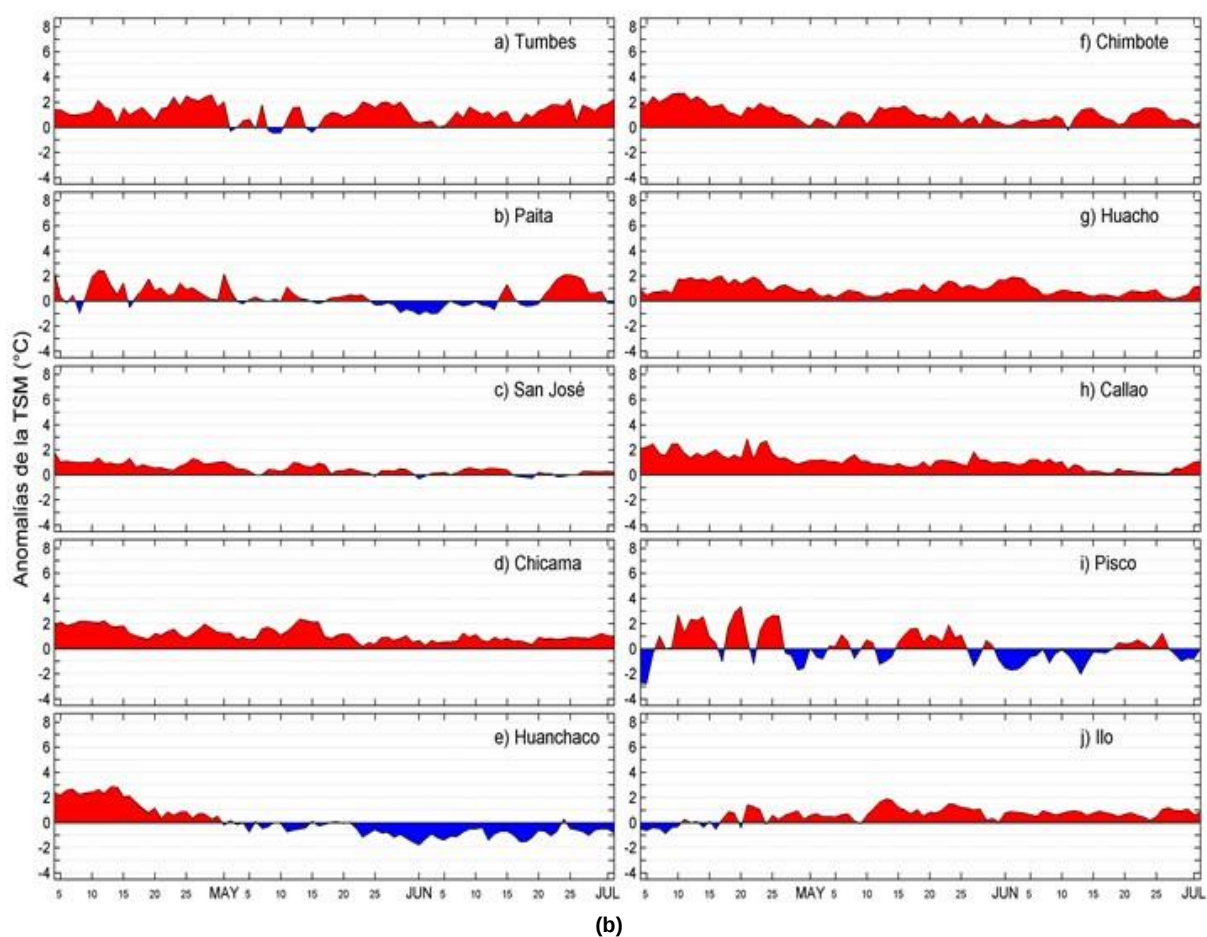
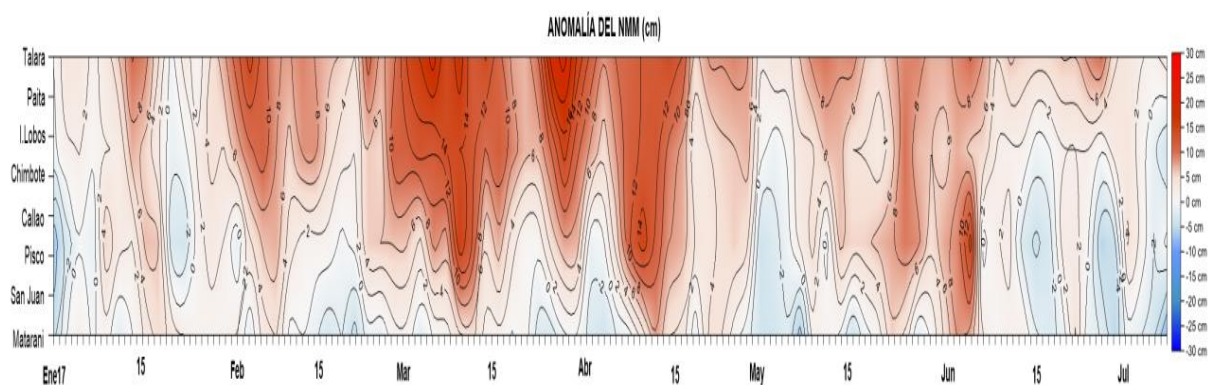
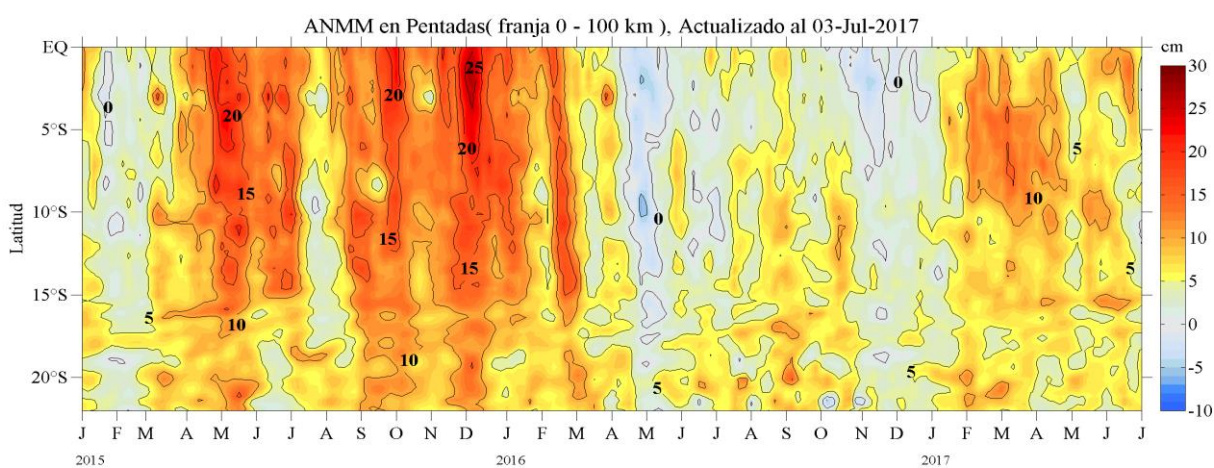


Figura 3.2.4.3. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta junio del 2017; a) Diagrama Hovmöller durante el último bimestre, en estaciones de la DHN, b) Series diarias durante el último trimestre, en estaciones del IMARPE.



(a)



(b)

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

SECCION PAITA (22 – 23 de junio del 2017)

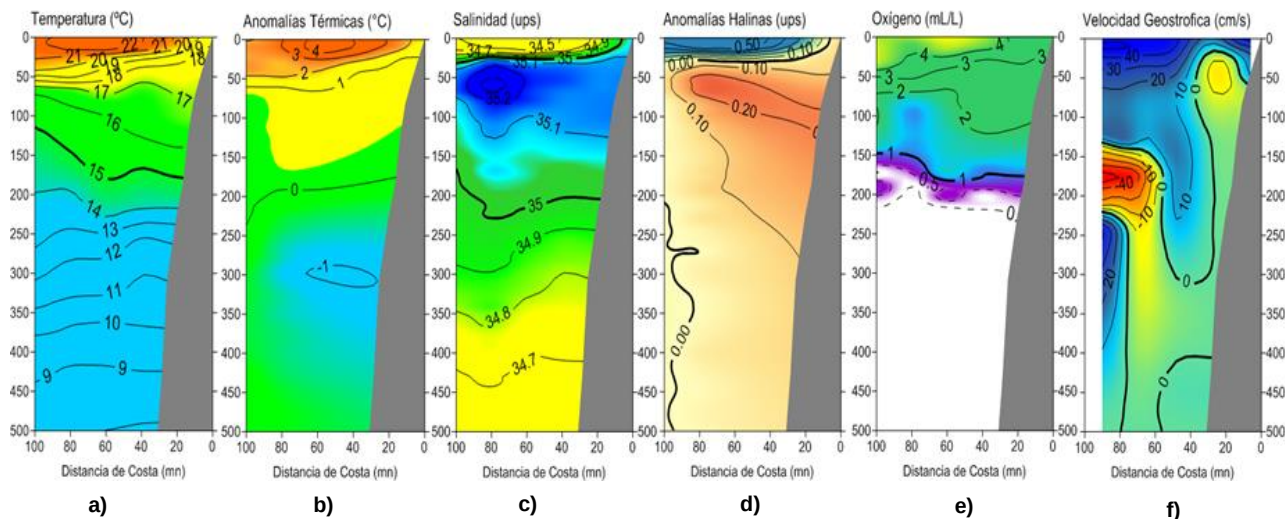


Figura 3.2.5.1 Distribución vertical de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups); e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrofica (cm/s), frente a Paíta, realizada durante el 22 y 23 de junio. Fuente: IMARPE.

SECCION CHICAMA (20 – 21 de junio del 2017)

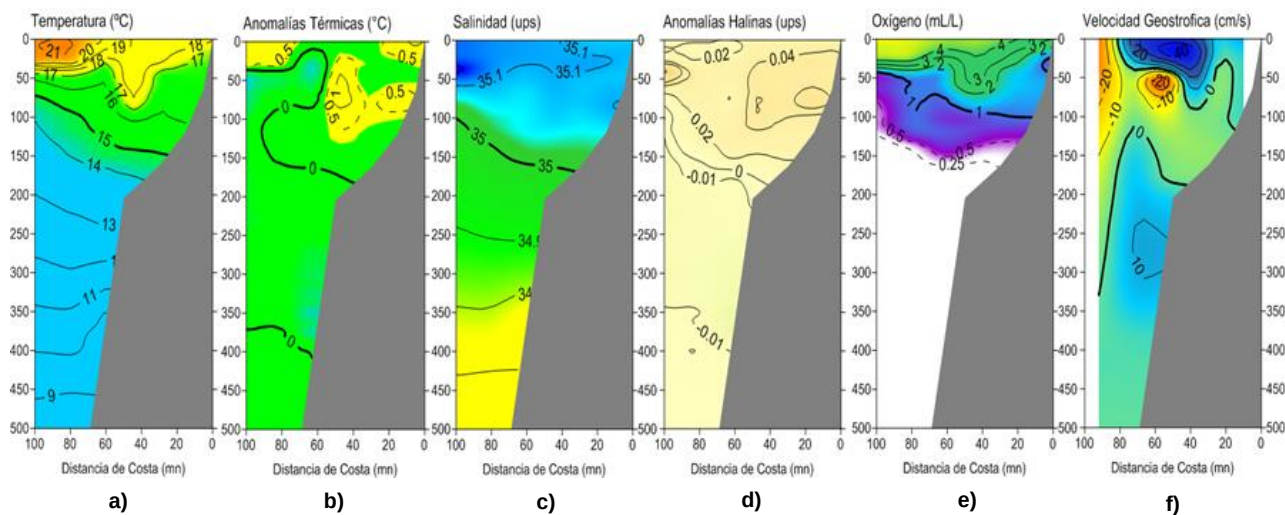


Figura 3.2.5.2 Distribución vertical de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrofica (cm/s), frente a Chicama, realizada durante el 20 y 21 de junio del 2017. Fuente: IMARPE.

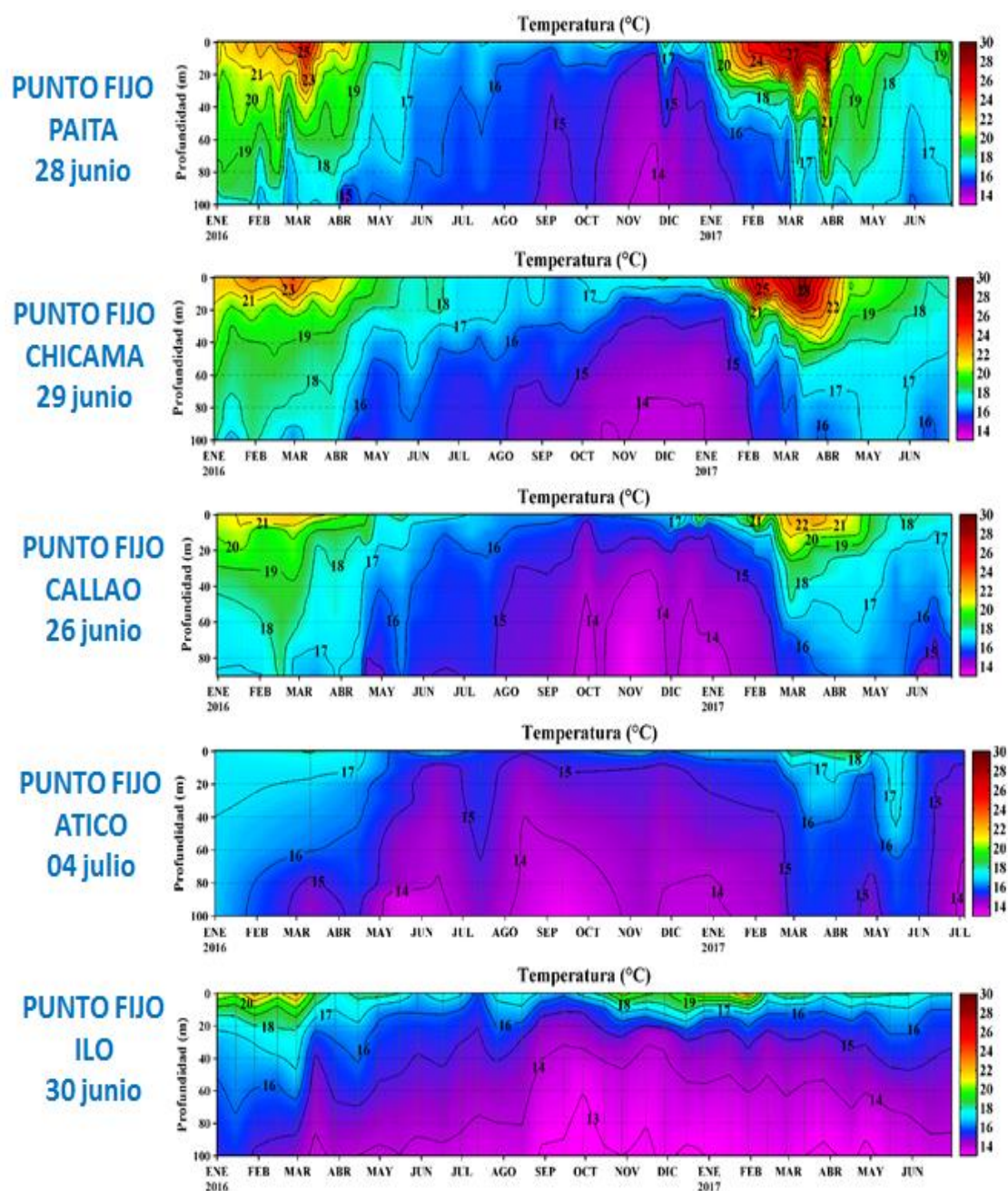


Figura 3.2.5.3. Series de tiempo de la estructura térmica en las estaciones fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico, e Ilo desde enero del 2016 a junio del 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: LHFMDGIOCC/IMARPE.

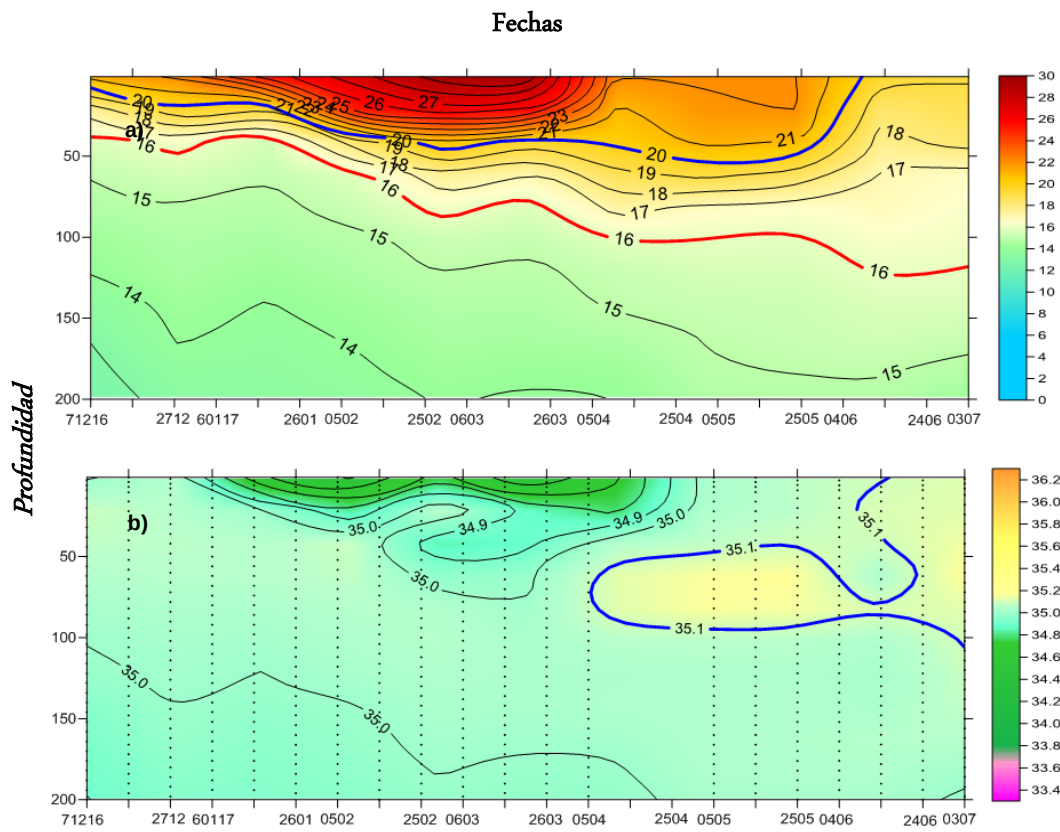


Figura 3.2.5.4. a) Diagrama de la estructura térmica y b) diagrama de estructura halina, del 7 de diciembre de 2016 al 03 de julio de 2017, hasta los 200 m de profundidad. El grafico inferior de la izquierda indica el punto de monitoreo. Fuente: Datos: ARGO, Grafico: DHN.

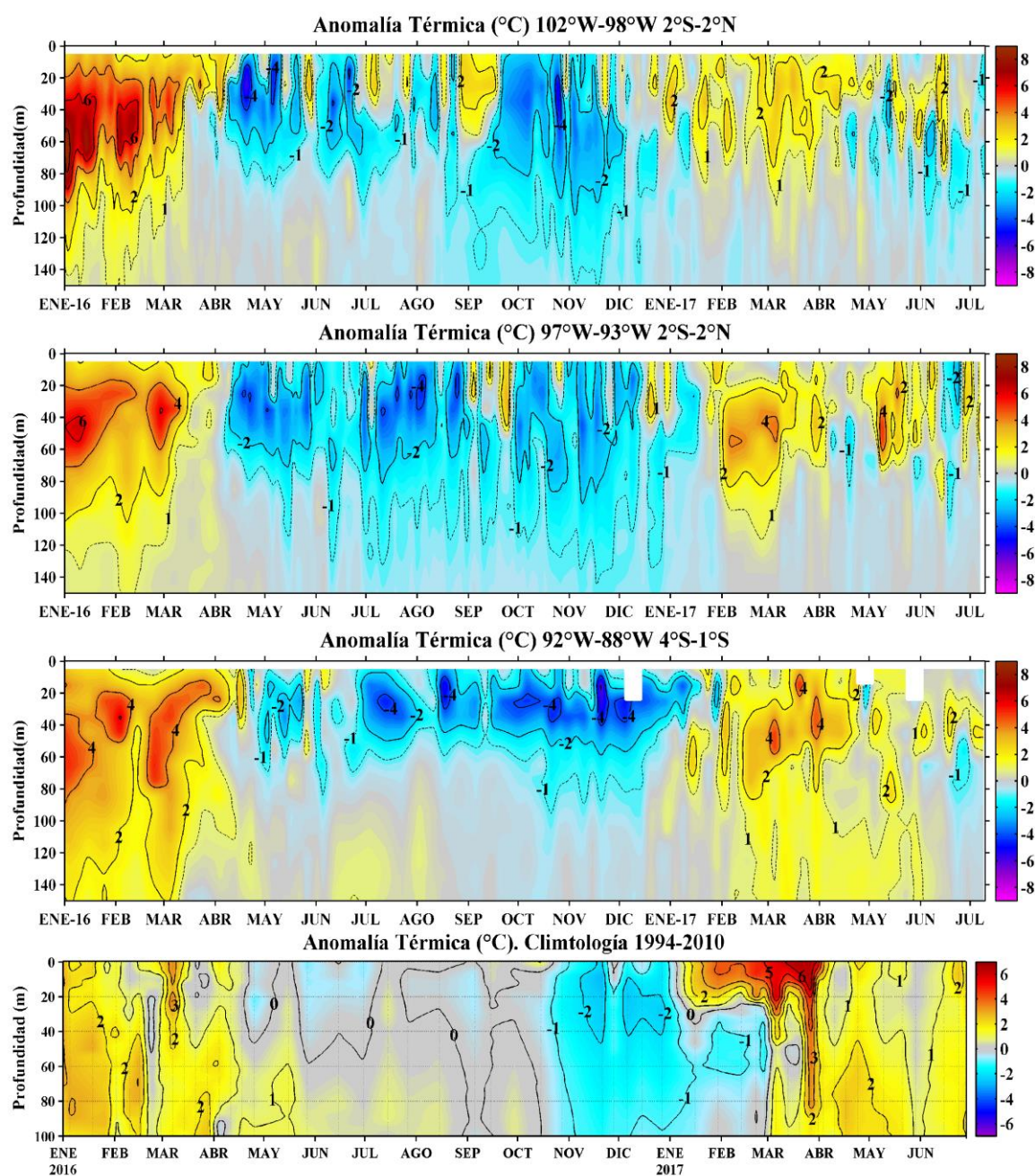


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo serie de anomalía térmica usando datos Argo y climatología GODAS (1993-2015) en la zona ecuatorial (a – c) y anomalía térmica de la estación fija de Paita. Fuente: IMARPE.

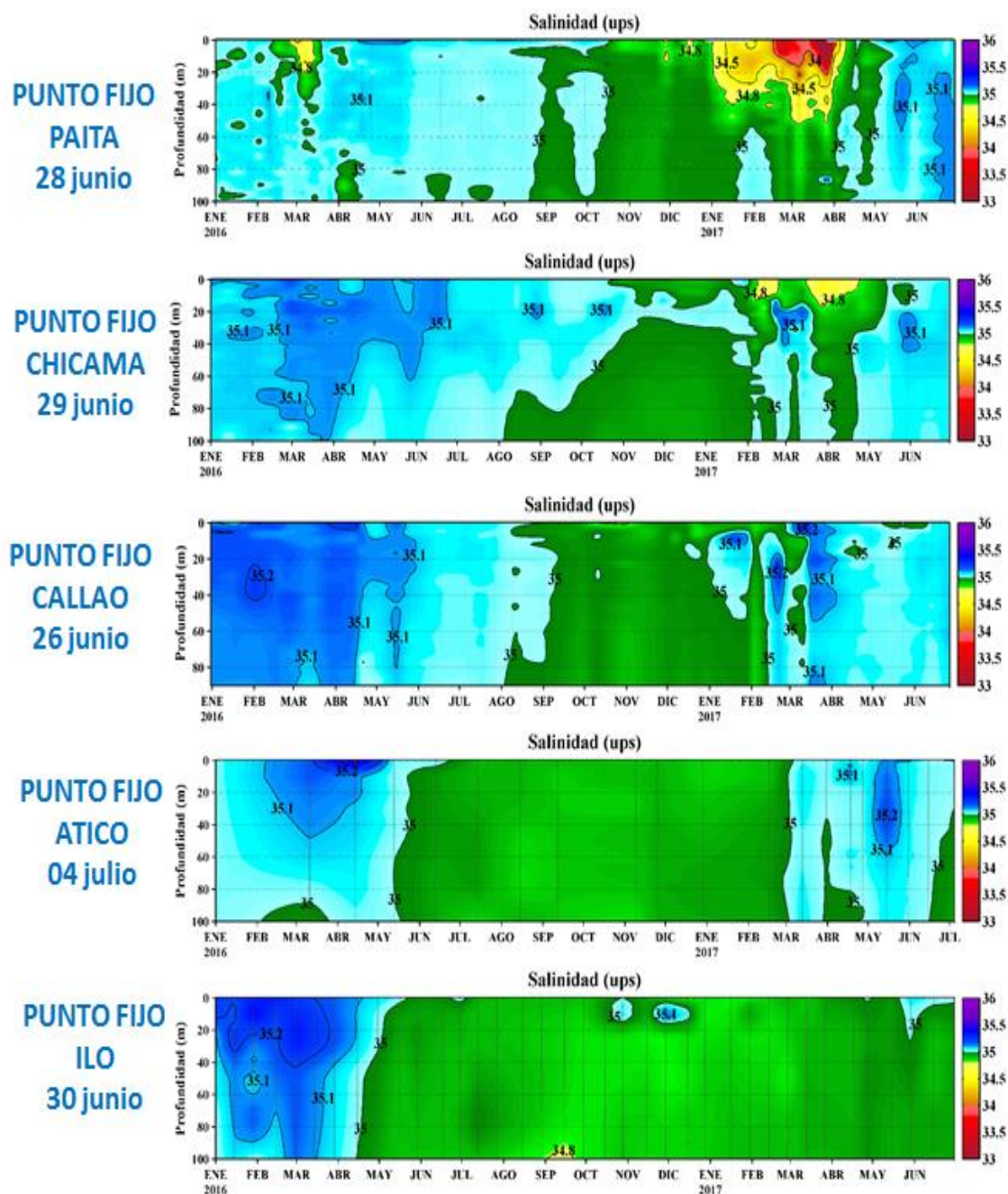


Figura 3.2.5.6. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (UPS) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo entre enero del 2016 y junio del 2017. Fuente: IMARPE.

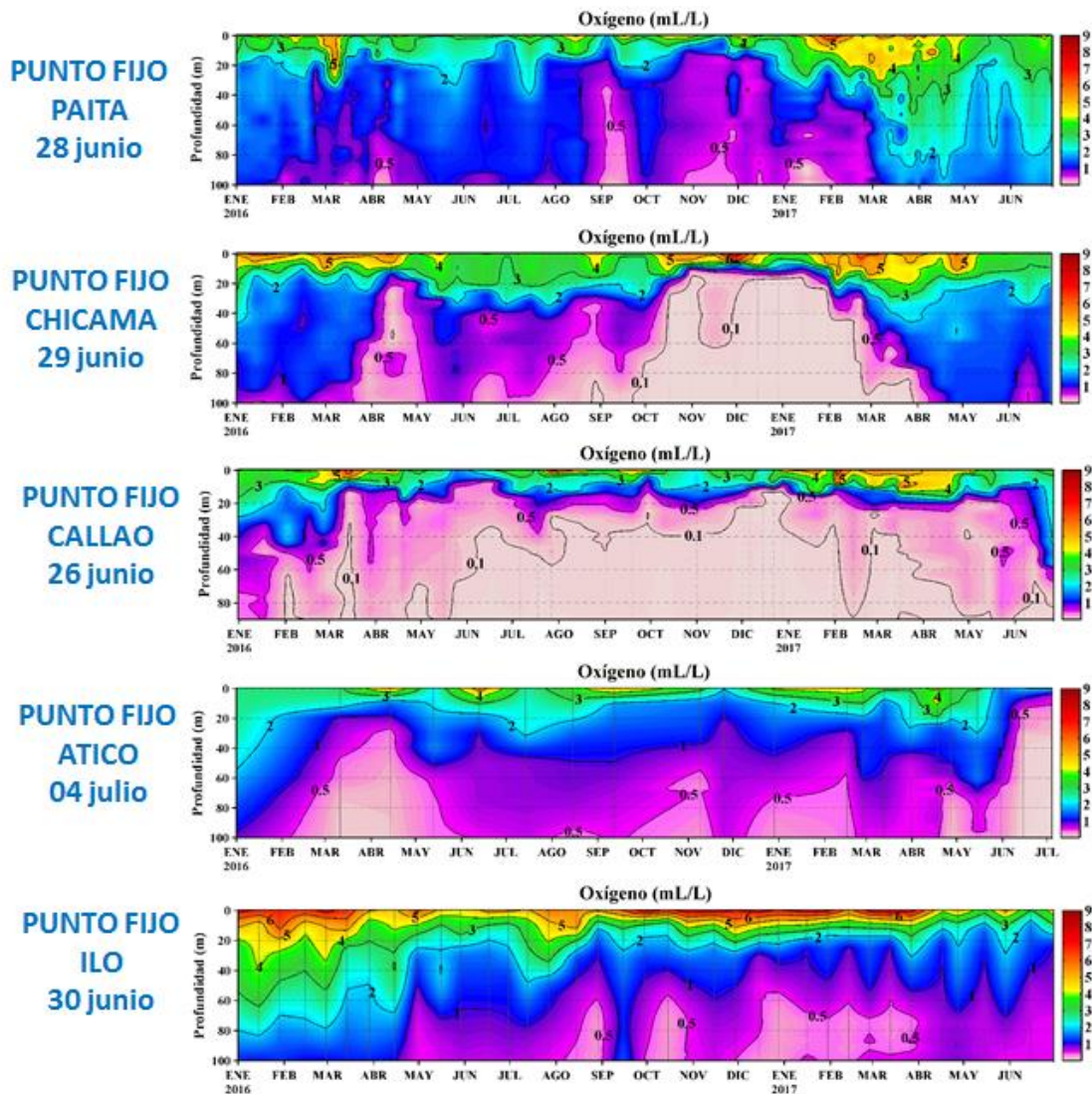


Figura 3.2.5.7. Series de tiempo del Oxígeno disuelto en el agua de mar (mL/L) en las estaciones fijas Paíta, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2016 a junio del 2017. Fuente: IMARPE.

Paita (22-23 Junio 2017)

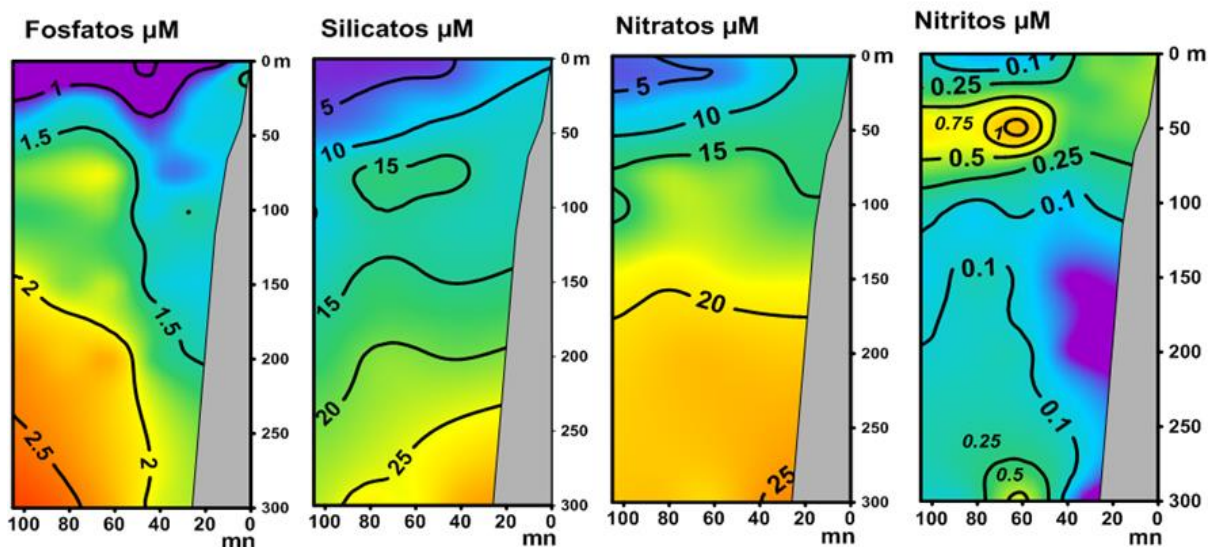


Figura 3.2.5.8. Distribución vertical de: a) fosfatos (μM), b) silicatos (μM), c) nitratos (μM), d) nitritos (μM) frente a Paita 22 – 23 de junio del 2017. BIC Flores 1706. Fuente: IMARPE.

Chicama (20-21 Junio 2017)

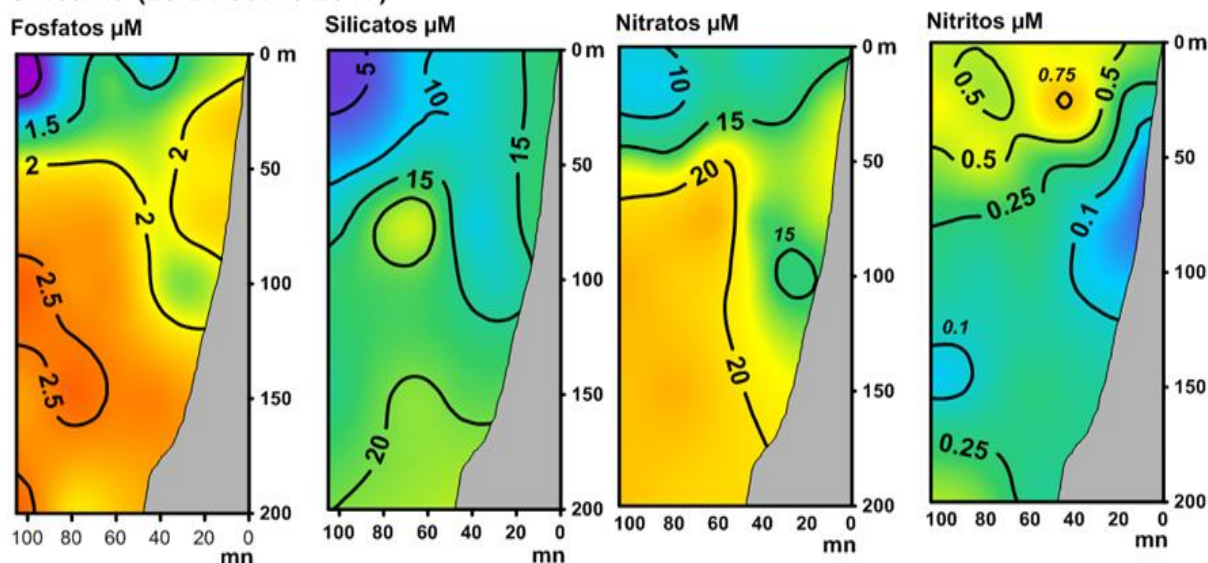


Figura 3.2.5.9. Distribución vertical de: a) fosfatos (μM), b) silicatos, c) nitratos y d) nitritos frente a Chicama. Monitoreo Bio-Oceanográfico frente a Chicama y Paita 20 – 21 de junio del 2017. BIC Flores 1706. Fuente: IMARPE

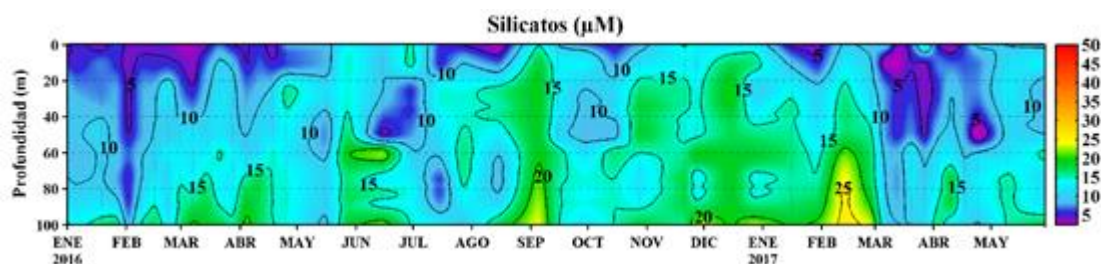


Figura 3.2.5.10. Series de tiempo de silicatos (μM) en la estación fija Paita de enero del 2016 a junio del 2017.

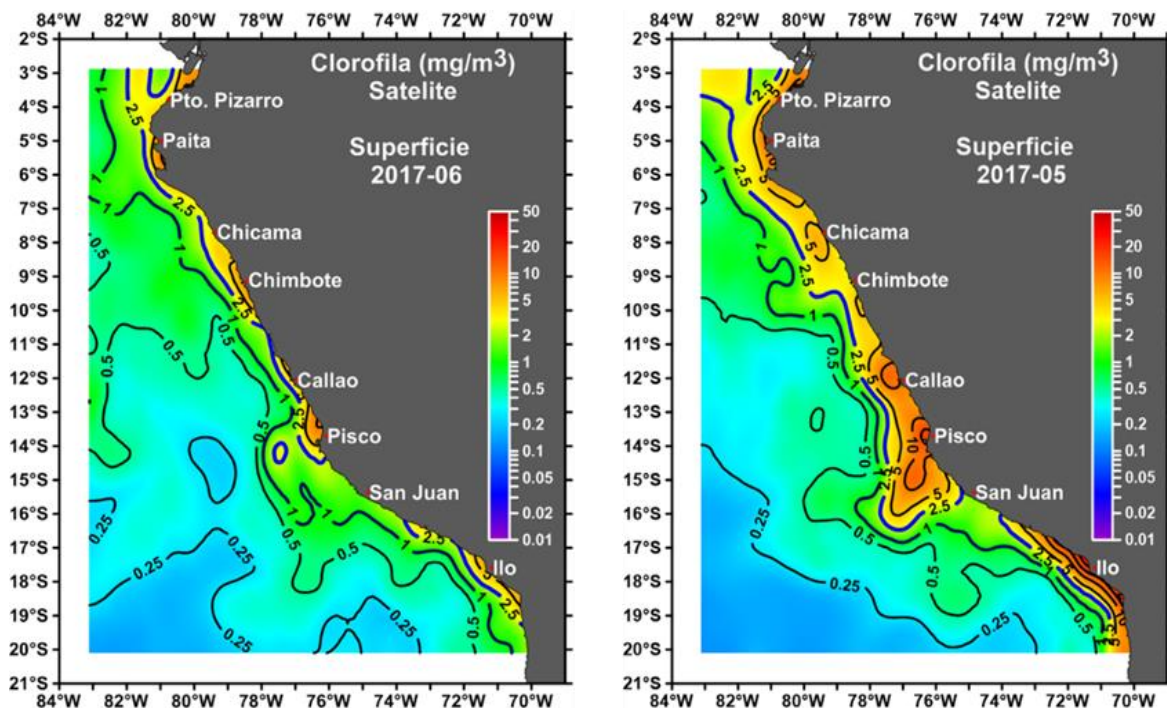


Figura 3.2.6.1. Distribución espacial de la clorofila “a” frente a la costa peruana durante junio y mayo del 2017. Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

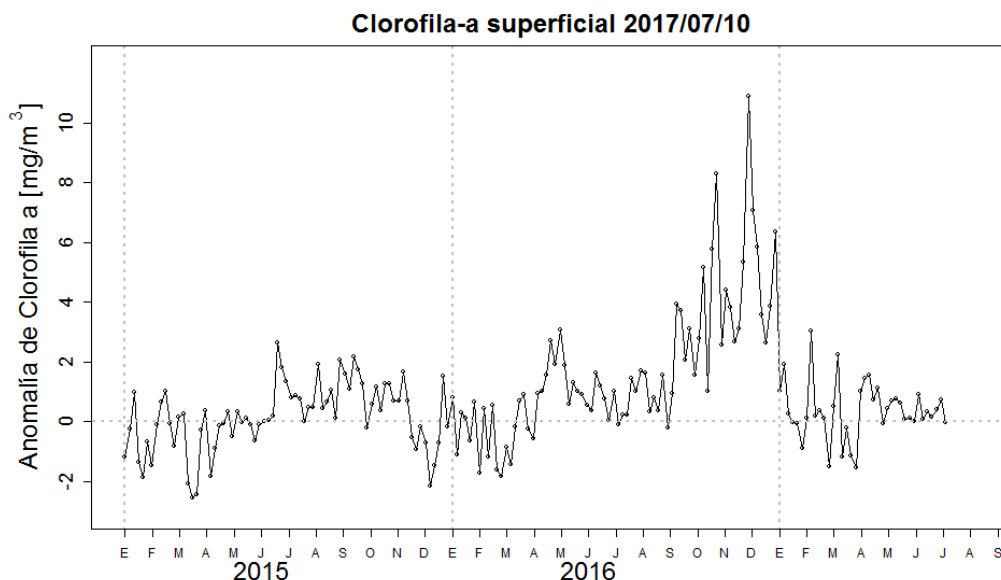
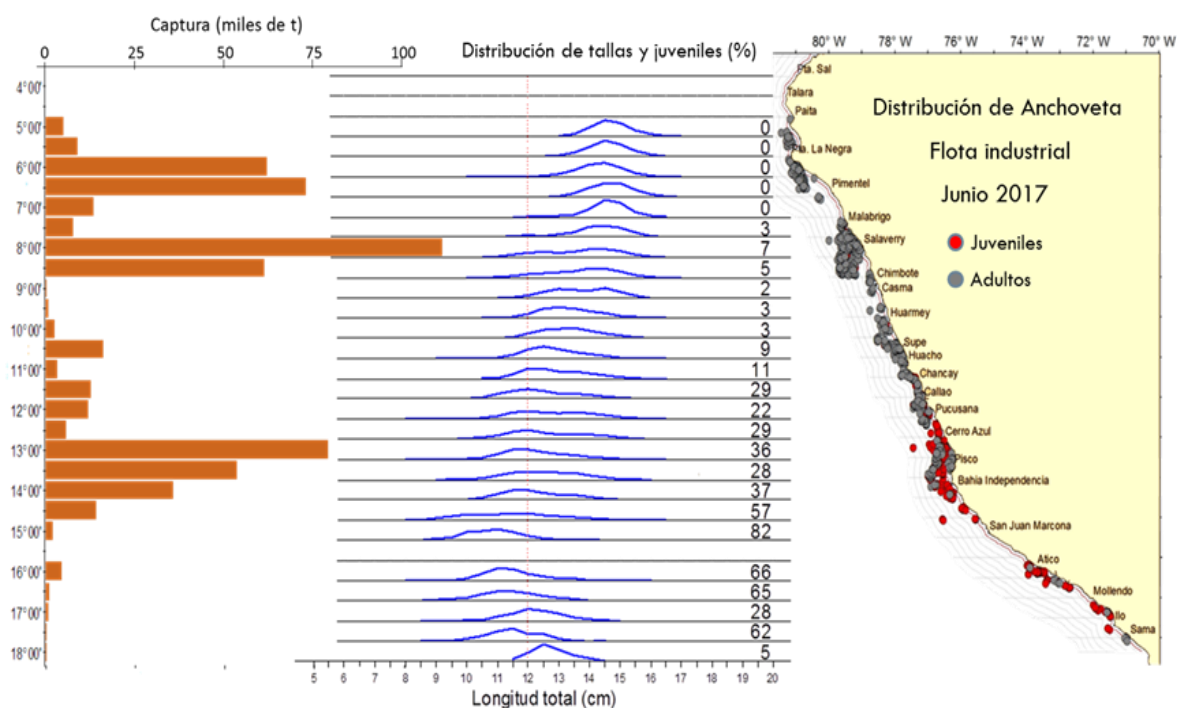
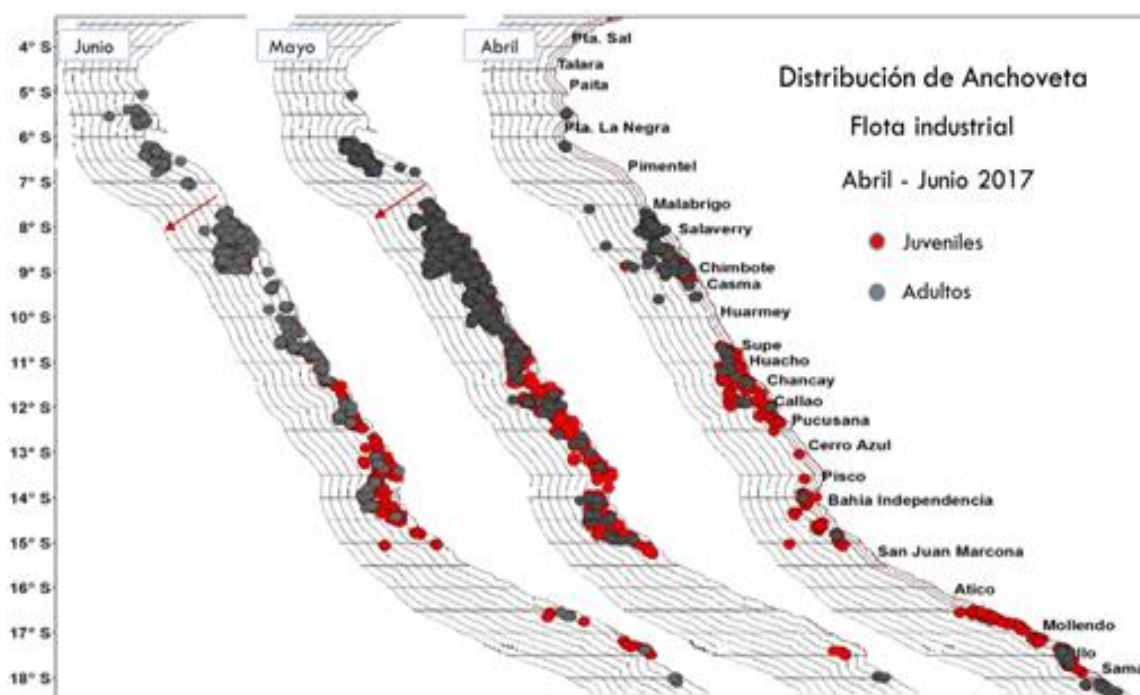


Figura 3.2.6.2. Diagrama Hovmöller de las anomalías pentadales de clorofila-a superficial entre los 04°S y 16°S (0-100km). Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.



(a)



(b)

Figura 3.2.7.1. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoveta por la flota industrial (a) y (b) durante el segundo trimestre del 2017. Abril - Junio. Fuente: AFIRNP.

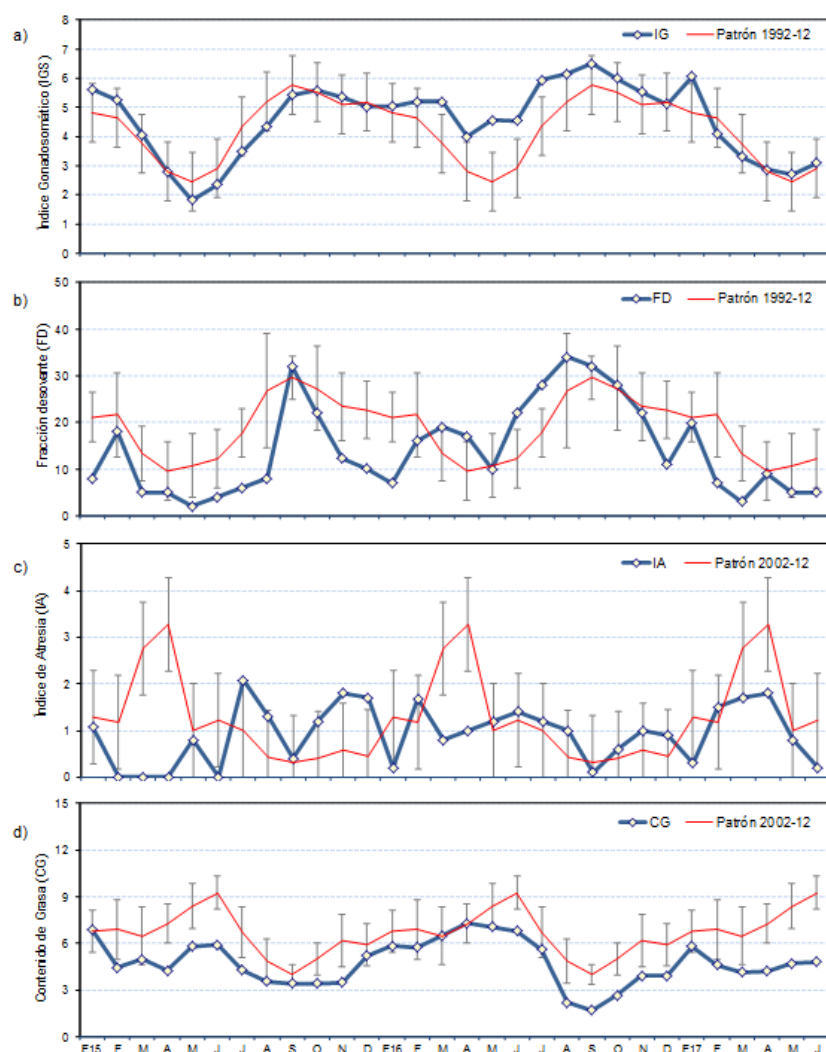


Figura 3.2.7.2. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2012 – Junio 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

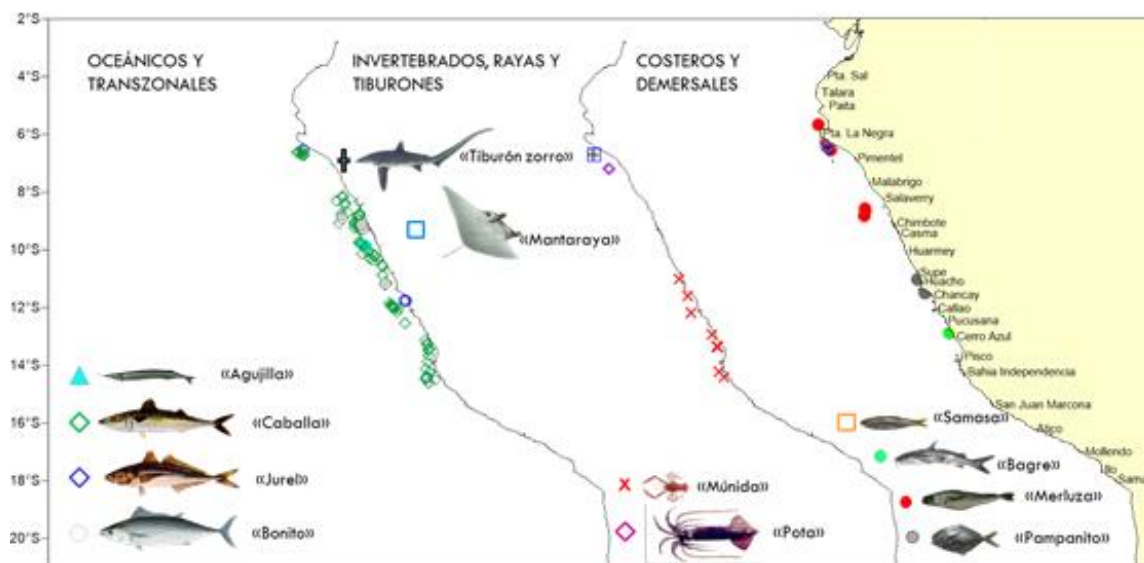


Figura 3.2.7.3. Otras especie registradas como pesca incidental en embarcaciones industriales dirigidas a la pesca de anchoveta durante junio 2017. Fuente: Bitácoras de Pesca/AFDPERP/DGIRP/IMARPE.

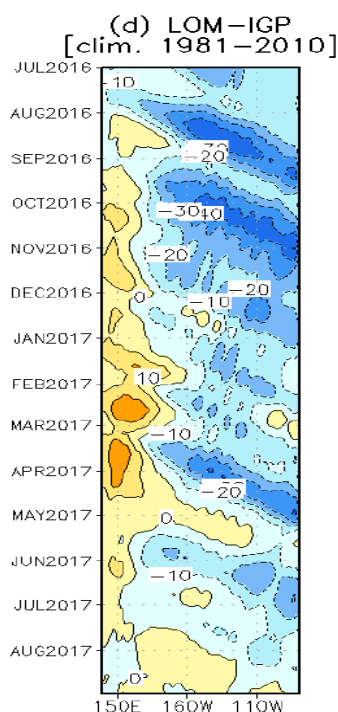


Figura 4.2.1 Diagrama Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby).

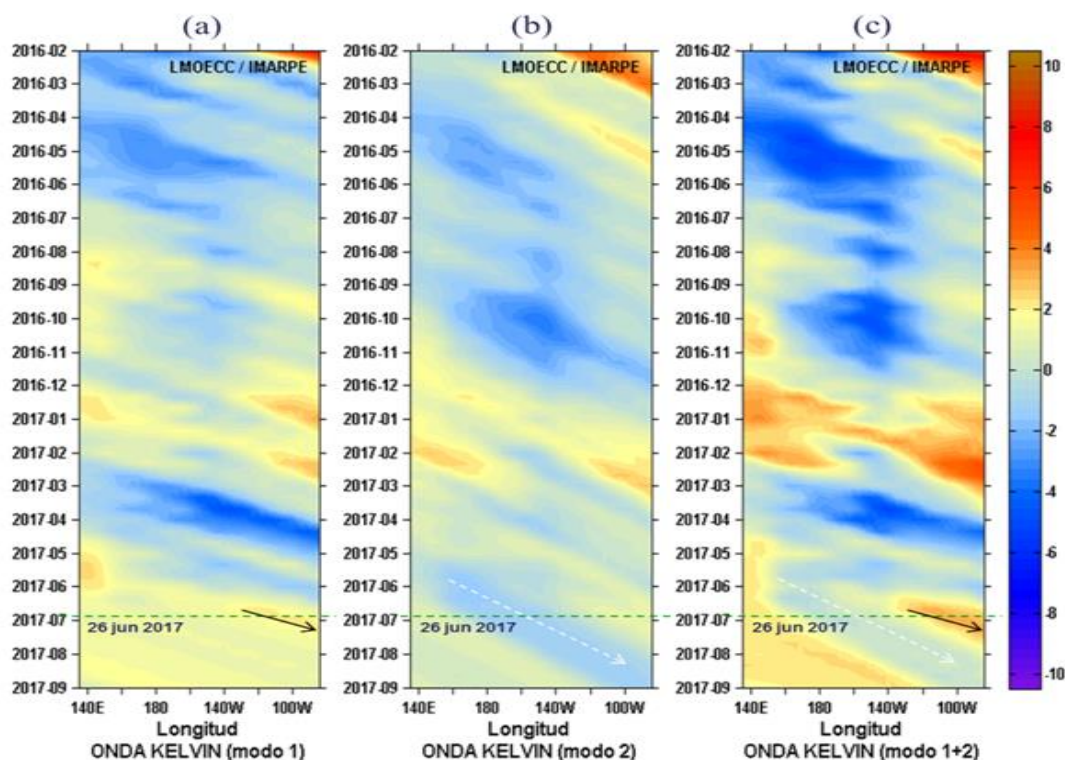


Figura 4.2.2. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

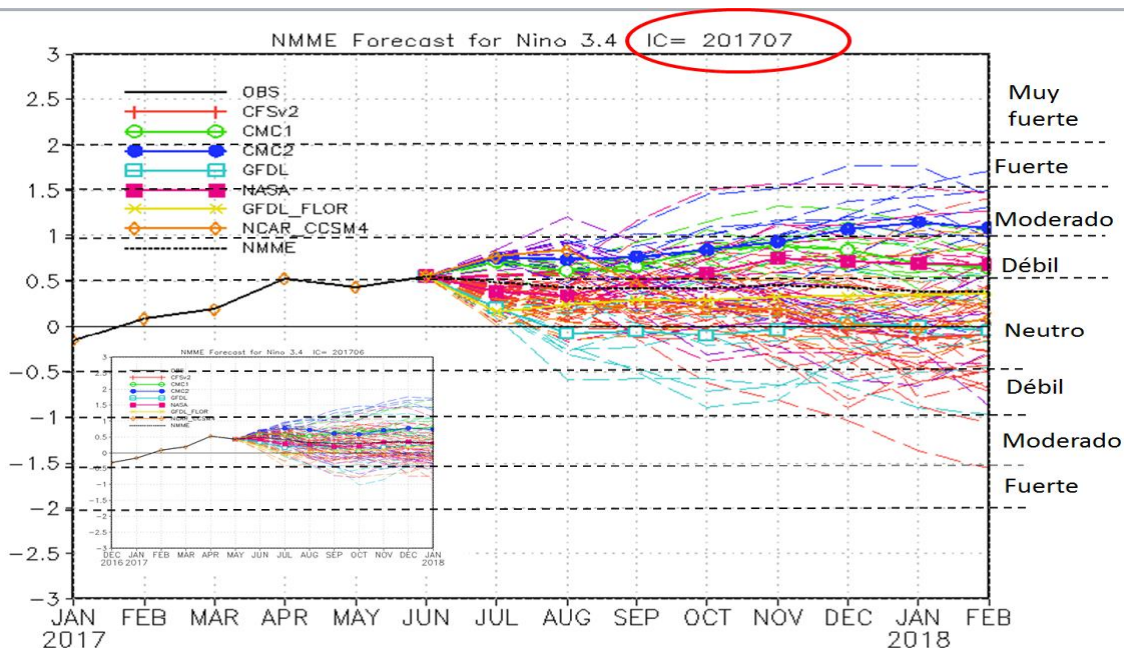


Figura 4.2.3. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

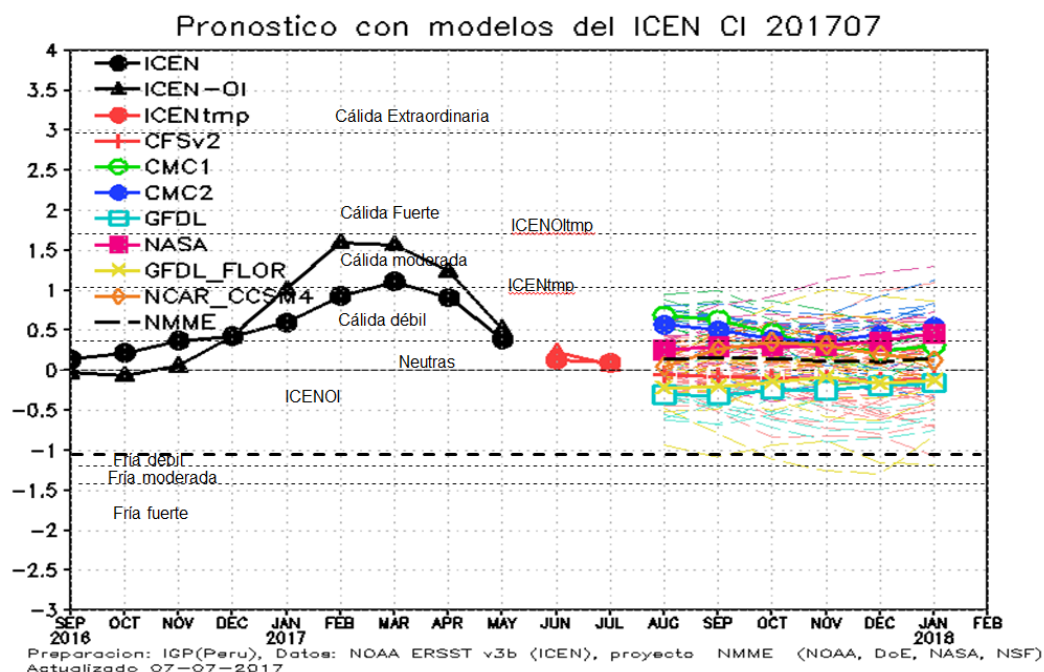


Figura 4.2.4. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos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

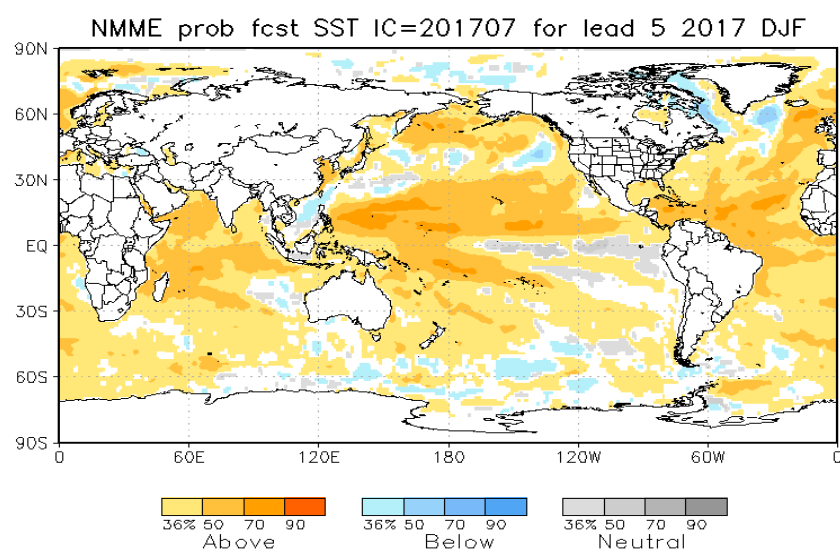


Figura 4.2.5. Pronósticos probabilísticos de temperatura superficial del mar (calibrados) para el trimestre diciembre 2017 – febrero 2018 por modelos de NMME inicializados en julio 2017 (Fuente: NOAA).

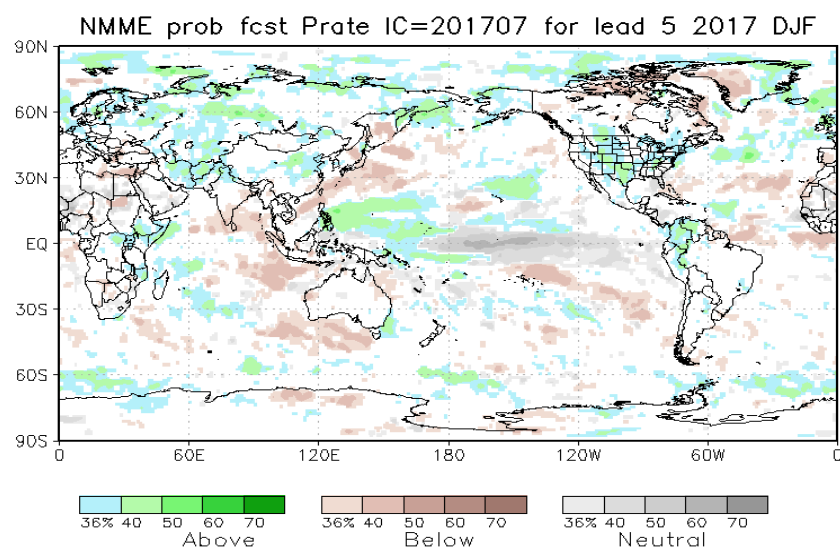


Figura 4.2.6. Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre 2017 – febrero 2018 por modelos de NMME inicializados en julio 2017 (Fuente: NOAA).

8. TABLAS

Tabla 3.2.3.1 Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de julio 2017.
Fuente ANA.

Zona	Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	Poechos	10-jul	Piura	396.1	397.5	100.0
	San Lorenzo	10-jul	Piura	193.0	191.5	99.2
	Tinajones	10-jul	Lambayeque	319.0	331.5	100.0
	Gallito Ciego	10-jul	La Libertad	366.0	366.6	100.0
Costa - Centro	Viconga	09-jul	Lima	30.0	23.9	79.6
Costa - Sur	Choclococha	09-jul	Ica	131.1	120.0	91.5
	Condoroma	10-jul	Arequipa	259.0	243.7	94.1
	El Pañe	10-jul	Arequipa	99.6	80.6	80.9
	Dique Los Españoles	10-jul	Arequipa	9.1	2.0	22.4
	Pillones	10-jul	Arequipa	78.5	79.1	100.0
	El Frayle	10-jul	Arequipa	127.2	113.4	89.1
	Aguada Blanca	10-jul	Arequipa	30.4	20.7	68.0
	Chalhuanca	10-jul	Arequipa	25.0	23.2	92.6
	Bamputañe	10-jul	Arequipa	40.0	30.7	76.8
	Pasto Grande	09-jul	Moquegua	175.0	84.1	48.1
	Paucarani	06-jul	Tacna	10.5	7.5	71.0
	Laguna Aricota	10-jul	Tacna	260.0	190.6	73.3
	Jarumas	03-jul	Tacna	12.5	12.6	100.0
Sierra - Centro	Cuchoquesera	09-jul	Ayacucho	60.0	74.8	100.0
Sierra - Sur	Lagunillas	10-jul	Puno	500.0	445.5	89.1
	Sibinacocha	10-jul	Cusco	110.0	90.8	82.5

Tabla 3.1.4.1. Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de setiembre 2016 a mayo del 2017. Además el ONItmp para mayo y junio del 2017. Fuente IGP.

Valores del Oceanic Niño Index (ONI)

La Niña en
el Pacífico
Central
duró hasta
diciembre →

Mes	ONI	Categoría
09/2016	-0.75	Fría Débil
10/2016	-0.84	Fría Débil
11/2016	-0.84	Fría Débil
12/2016	-0.67	Fría Débil
01/2017	-0.42	Neutra
02/2017	-0.12	Neutra
03/2017	0.15	Neutra
04/2017	0.39	Neutra
05/2017	0.48	Neutra

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

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

Mes	ONItmp	Categoría
06/2017	0.49*	Neutra
07/2017	0.45**	Neutra

* Se usaron los datos de May. Jun 2017 (ERSST4) y Jul 2017 (NMME).
 ** Se usaron los datos de May. 2017 (ERSST4), y Jun y Jul 2017 (NMME)
 NMME CI 2017 07

Tabla 3.1.4.2. Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de setiembre de 2016 a mayo de 2017. Además el ICENtmp para los meses de mayo y junio 2017. Fuente IGP.

Valores del **ICENOI**

Mes	ICENOI	Categoría
09/2016	-0.03	Neutra
10/2016	-0.06	Neutra
11/2016	0.06	Neutra
12/2016	0.42	Cálida Débil
01/2017	1.02	Cálida Moderada
02/2017	1.60	Cálida Moderada
03/2017	1.57	Cálida Moderada
04/2017	1.24	Cálida Moderada
05/2017	0.52	Cálida Débil

Mes	ICENOItmp	Categoría
06/2017	0.23	Neutra
07/2017	0.07	Neutra

* Se usaron los datos de May y Jun. (SST-OI) y Jul. (NMME)

** Se usaron los datos de Jun. 2017 (SST-OI), Jul. y Ago 2017 (NMME)
NMME CI 2017 07

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

Estación	ATSM (°C)						ANMM (cm)					
	2017						2017					
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Talara	1.0	3.0	4.3	0.0	-0.1	-0.1	4	8	14	10	7	7
Paita	2.4	4.6	5.7	2.3	1.4	1.3	6	11	15	10	8	7
Isla Lobos de Afuera	0.7	4.2	5.8	2.1	0.0	1.0	3	7	11	8	4	3
Salaverry	0.0	4.5	5.5	1.7	1.0	0.6	-	-	-	-	-	-
Chimbote	-0.2	2.6	4.4	1.4	0.7	1.0	1	7	11	9	4	2
Callao	0.2	1.9	2.9	1.8	1.1	0.7	-1	1	4	3	1	0
San Juan	0.5	0.6	0.9	0.6	1.4	0.7	5	3	7	6	6	5
Mollendo	-0.2	-1.3	-0.1	0.3	1.7	1.8	-	-	-	-	-	-
Matarani	-	-	-	-	-	-	1	-1	0	1	-1	1
Ilo	0.1	-0.6	0	0.3	0.7	0.5	-	-	-	-	-	-

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

Modelo	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		0.37	0.29	0.29	0.23	0.12	-0.04	-0.12
CMC1		0.59	0.67	0.71	0.81	0.87	0.82	0.73
CMC2		0.64	0.75	0.78	0.85	0.96	1.07	1.12
GFDL		0.18	0.01	-0.09	-0.08	-0.05	-0.01	-0.01
NASA		0.38	0.40	0.47	0.62	0.70	0.73	0.71
GFDL_FLOR		0.26	0.19	0.22	0.24	0.25	0.29	0.31
NCAR_CCSM4		0.68	0.69	0.49	0.26	0.12	0.04	0.00
NMME		0.44	0.43	0.41	0.42	0.42	0.41	0.39
ONItmp	0.49							

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

Modelo	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		-0.01	-0.05	-0.07	-0.09	-0.10	-0.13	-0.12
CMC1		0.43	0.68	0.63	0.47	0.28	0.24	0.31
CMC2		0.40	0.57	0.50	0.39	0.36	0.45	0.54
GFDL		-0.21	-0.30	-0.31	-0.24	-0.25	-0.19	-0.16
NASA		0.16	0.26	0.30	0.30	0.31	0.36	0.46
GFDL_FLOR		-0.08	-0.21	-0.20	-0.14	-0.08	-0.16	-0.12
NCAR_CCSM4		-0.05	0.05	0.27	0.36	0.32	0.19	0.12
NMME		0.09	0.14	0.16	0.15	0.12	0.11	0.15
ICENtmp	0.13							

Tabla 4.3.1. Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño Costero – La Niña costera en el verano diciembre 2017 – marzo 2018.

Magnitud del evento durante Diciembre 2017 – marzo 2018	Probabilidad de ocurrencia
La Niña moderada – fuerte	2%
La Niña débil	10%
Neutro	63%
El Niño débil	20%
El Niño moderado – fuerte – extraordinario	5%

Tabla 4.3.2 Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico Central en el verano diciembre 2017 – marzo 2018.

Magnitud del evento durante Diciembre 2017 – marzo 2018	Probabilidad de ocurrencia
La Niña moderada – fuerte	2%
La Niña débil	9%
Neutro	50%
El Niño débil	27%
El Niño moderado – fuerte – extraordinario	12%

ENFEN
Callao, junio de 2017.
Lima-Perú