COMISIÓN MULTISECTORIAL ENCARGADA DEL ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 3 N°07

Julio 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 Romaní

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° 07, julio de 2017**,** 62 p.

El Informe Técnico Enfen de julio 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, julio 2017

mensual de los impactos de El N… …er sur en las condiciones meteorológicas, ocea… …ológico-pesqueras e hidrológicas del mes de may… …en el Perú y las perspectivas … …ridad.

IMARPE INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

Senamhi SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU

IGP

INDECI INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

ANA Autoridad Nacional del Agua

CENEPRED

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 julio, b) 10 de julio, c) 20 de julio, y d) 31 de julio de 2017. La línea sólida en color azul indica el límite externo de las regiones Niño. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.	24
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.	25
3.1.1.3.	TSM (°C) durante agosto 2016 al 06 de agosto 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.	25
3.1.1.4.	Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de agosto de 2016 a agosto de 2017. Fuente: NCEP/NOAA.	26
3.1.1.5.	Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.	26
3.1.1.6.	a) Anomalía mensual de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) y b) Anomalías pentadales de OLR para el mes de junio del 2017. Datos: NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.	27
3.1.1.7.	Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de julio. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	28
3.1.1.8	Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central-oriental (170°W-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de julio. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	28
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.	29
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 Rosbby, 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).	30
3.1.1.11	Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 200 hPa y b) 925 hPa para el mes de julio del 2017. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI – SPC.	31
3.1.1.12	Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de mayo (a y b); junio (c y d); y julio (e y f) del 2017, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.	32
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 julio, b) 12 de julio, c) 17 de julio, d) 22 de julio, e) 27 de julio y f) 01 de agosto de 2017. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	33
3.1.2.2.	**a**) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2ºN y 2ºS. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2ºN y 2ºS. A diferencia de informes anteriores, se excluyen las boyas TRITON (Pacífico occidental) que ya no está operativo. Elaboración: IGP.	34
3.2.1.1.	Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el de mes de julio. 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 julio; Inferior: Anomalía de la Presión a nivel del mar en el mes de julio. Procesamiento: SENAMHI-SPC.	35
3.2.1.2	Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondiente al mes de julio, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, c) Ubicación espacial de la ZCIT durante julio 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.	36

3.2.1.3.	a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s) desde enero hasta julio del 2017. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT, procesamiento: IMARPE.	37
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.	37
3.2.2.1.	Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2016 a julio del 2017. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.	38
3.2.3.1	Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para julio 2017, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.	38
3.2.3.2	Series de tiempo actualizados a fines de julio 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) Lambayeque, d) Rímac, e) Majes de la vertiente del Pacífico; y f) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015 2016, rojas: Promedio histórico; celestes: promedio de años húmedos y líneas grises: promedio de años secos. Fuente datos: SENAMHI/ Procesamiento: ANA.	39
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.	40
3.2.4.2.	Condiciones térmicas del océano frente a Perú, a) Anomalías de la TSM (°C) cada tres días durante julio del 2017 y b) Diagrama de Hovmoeller de ATSM (°C) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano el periodo agosto 2016/julio 2017. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE	41
3.2.4.3.	Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta julio 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.	42
3.2.4.4	Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a julio 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.	43
3.2.5.1	Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups); e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrófica (cm/s), frente a Paita, realizada durante el 22 y 23 de julio. Fuente: IMARPE.	44
3.2.5.2	Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrófica (cm/s), frente a Chicama, realizada durante el 20 y 21 de julio del 2017. Fuente: IMARPE.	44
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 julio del 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: LHFM/DGIOCC/IMARPE.	45
3.2.5.4	Diagrama de Hovmöller de la estructura térmica en los puntos fijos: a) 85°W y 2°S y b) 90millas de Paita hasta los 200 m de profundidad, desde el 11 de enero de 2016 hasta 07 de agosto 2017. El grafico inferior de la izquierda indica el punto de monitoreo. Fuente: Datos: ARGO, Grafico: DHN.	46
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.	47
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 julio del 2017. Fuente: IMARPE.	48
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 julio del 2017. Fuente: IMARPE.	49
3.2.5.8	Distribución vertical de: a) fosfatos (uM), b) silicatos (uM), c) nitratos (uM), d) nitritos (uM) frente a Paita 22 – 23 de julio del 2017. BIC Flores 1707. Fuente: IMARPE.	50
3.2.5.9	Distribución vertical de: a) fosfatos (uM), b) silicatos, c) nitratos y d) nitritos frente a Chicama. Monitoreo Bio-Oceanográfico frente a Chicama y Paita 20 – 21 de julio del 2017. BIC Flores 1707. Fuente: IMARPE.	50
3.2.5.10	Series de tiempo de silicatos (uM) 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 julio y junio del 2017. Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.	51
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 la primera temporada de pesca de la región norte – centro y primera temporada en la región sur 2017. Abril - Julio. Fuente: AFIRNP.	53
3.2.7.2	Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomatico (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2012 – Julio 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 julio 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 Pacifico 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 Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras a-c).	56
4.2.3	Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.	57
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 marzo del 2018 por modelos de NMME inicializados en agosto 2017 (Fuente: NOAA).	58
4.2.6	Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre enero – marzo 2018 por modelos de NMME inicializados en agosto 2017 (Fuente: NOAA).	58

Tablas

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

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

RESUMEN **9**

1. INTRODUCCIÓN **10**

2. MATERIALES Y MÉTODOS **10**

2.1 Variables **10**

2.2 Índices **10**

2.3 Modelos de Pronóstico **11**

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN JULIO **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 15

3.2.5 Condiciones oceanográficas subsuperficiales frente al litoral peruano 16

3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana 18

3.2.7 Recursos pesqueros e indicadores biológicos 18

4 PRONÓSTICO **19**

4.1 A Corto Plazo (Semanas)…….…….…….…….…….…….. **19**

4.2 A Mediano Plazo (Hasta 3 meses)……..……..……..……..……....**20**

4.3 A Largo Plazo (Más de 3 meses) **20**

5 CONCLUSIONES **20**

6 REFERENCIAS **21**

7 FIGURAS **24**

8 TABLAS **59**

RESUMEN

La Comisión 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 julio de 2017.

Con respecto a la componente océano-atmosfera, en la región del Pacífico Ecuatorial Central (región Niño 3.4), la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) disminuyó a +0,4°C. Durante la primera quincena del mes de julio se observó en el Pacífico Central un pulso de vientos del este, el cual, según información de los datos observados y modelos numéricos, formó una onda Kelvin fría. Además, 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 presentó un valor promedio de TSM 21,5°C. En promedio la TSM, en la costa norte y sur presentó valores cercanos a lo normal; mientras que en la costa centro se registró una anomalía de +0,8°C. Por otro lado, a lo largo de la costa peruana el nivel medio del mar (NMM) mostró valores cercanos a sus niveles promedios. El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para junio fue +0,04°C (condición cálida débil) y los valores estimados del ICEN para julio y agosto (ICENtmp) corresponden a condiciones neutrales.

En tanto, en el Pacífico ecuatorial occidental, la actividad convectiva se vio reforzada por ascensos verticales persistentes; mientras que, en la región central se intensificó el patrón de subsidencia anómala. El contenido de calor oceánico y la inclinación de la termoclina ecuatorial se presentaron con valores alrededor de su normal. No obstante, en las estaciones fijas costeras, se registró un ascenso de las isotermas a partir de la tercera semana de julio entre Paita y Callao, disminuyendo la anomalía de la temperatura en los primeros 100 m de la columna de agua a condiciones neutras en Paita.

Por otro lado, 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, ayudando a mantener una tendencia al enfriamiento de la TSM. Las temperaturas del aire, también mostraron una tendencia a la normalización. Por otro lado, los caudales de los ríos de la costa del país presentaron una tendencia estable durante el mes, alcanzando valores normales propios de la temporada seca. Las reservas hídricas en la costa norte y sur, presentaron en promedio un 92% y 76% respectivamente, respecto a su capacidad hidráulica, a excepción del embalse Pasto Grande (Moquegua) que se encuentra al 44% de su capacidad.

En las secciones oceanográficas se detectaron anomalías positivas de la temperatura de hasta +1,0°C entre los 50 m y 200 m frente a Paita y a Chicama. Asimismo se observó cerca de la costa la influencia de aguas subtropicales superficiales de alta salinidad y de aguas del afloramiento costero entre Paita y Callao.

Respecto a los indicadores biológicos, la clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, mostró en julio condiciones promedio normales de acuerdo a su estacionalidad.

Tomando en consideración el monitoreo y el análisis de la Comisión Multisectorial ENFEN (Comunicado Oficial N°12 – 2017), así como los resultados de los modelos de las agencias internacionales, se considera probable el desarrollo de condiciones neutras en la región Niño 1+2 en lo que resta del año. Asimismo, se prevé la persistencia de las condiciones neutras en el Pacífico central hasta fin de año.

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

2. DATOS

2.1. VARIABLES

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

2.2. ÍNDICES

Índice Costero El Niño (ICEN): Consiste en la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2. Estas anomalías se calculan usando la climatología mensual para el periodo base 1981-2010. La fuente de datos para este índice son las TSM absolutas del producto ERSST v3b de la NOAA (EEUU) para la región Niño 1+2. Para el cálculo y uso en tiempo real, se utiliza temporalmente el valor aproximado 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 1º y 0,5º 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	X																IMARPE
								X	X						X		X	X					IGP
	Nivel medio del Mar		X																				DHN
				X																X			IMARPE
																			X				IGP
	Salinidad								X														DHN
				X		X	X																IMARPE
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 JULIO

3.1 Condiciones a Macroescala

3.1.1 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

Durante julio, las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial central (Región Niño 3.4) mostraron la disminución gradual de sus valores respecto al mes de junio, manifestando en la última semana del mes, anomalías dentro de lo normal, con un valor mensual de 0,39°C, dentro del umbral de condiciones neutras (Figura 3.1.1.1 y Figura 3.1.1.4 y Figura 3.1.1.2-panel superior). Por otro lado, en el Pacífico ecuatorial oriental (Región Niño 1+2), la cobertura espacial de las anomalías negativas de la TSM aumentó, observando núcleos de hasta -1°C y presentando como promedio del mes -0,1°C (Figura 3.1.1.1, Figura 3.1.1.4, Figura 3.1.1.2-panel inferior y Figura 3.1.1.3).

El Índice de Oscilación del Sur (IOS) calculado para el mes de julio mostró un valor de +8,1 (Figura 3.1.1.5), este valor indica condiciones para la 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 (OLR) mostró una tendencia a lo normal en la región central y oriental del Pacífico (Figura 3.1.1.6, a y b); mientras que, la actividad convectiva se extendió de la zona occidental a la central (180°), reemplazando las anomalías secas en esta región (Figuras 3.1.1.7 y 3.1.1.8).

En el Pacífico Central – Occidental (140°E – 160°W), el flujo de vientos alisios se mantuvo sobre su patrón normal mensual (Figura 3.1.1.11 b) y mayor al mes anterior. La componente zonal anómala del viento en niveles bajos de la tropósfera (850 hPa) y el esfuerzo de viento sobre la superficie marina mostró pulsos del este predominantes hacia la quincena del mes (Figuras 3.1.1.9 a y 3.1.1.10 a), reduciéndose hacia finales de mes. Por otro lado, hacia el Pacífico Ecuatorial Oriental (140°W – 80°W), se detectó ligeras anomalías del oeste en tropósfera baja (Figura 3.1.1.9 a y Figura 3.1.1.11 b). Mientras que, sobre el océano, predominaron condiciones normales.

En niveles altos de la tropósfera (200hPa), sobre el Pacífico Ecuatorial, dominó la configuración normal del viento zonal. 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 ascensos anómalos del viento sobre el Pacífico Ecuatorial Central – Occidental, a diferencia del mes anterior.

En julio, se observó una intensificación de la convección entre 170°E - 170°W y se mantuvo la subsidencia entre 170°W – 150°W, respecto de niveles verticales 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 (Figura 3.1.2.2). Por otro lado, se observó la formación de una onda Kelvin fría, formada por un pulso de anomalía de viento ecuatorial del este alrededor de 180° en la quincena de julio, según la información de la profundidad de la termoclina (Figura 3.1.1.9) y otra más débil con los datos de altimetría (Figura 3.1.1.10, panel b y c).

Debajo de la superficie del océano Pacífico ecuatorial, la temperatura sub-superficial, dentro de la capa de los 100 m de profundidad, continuó observándose la permanencia de condiciones cálidas, con núcleos de anomalías positivas, de hasta 1°C, disminuyendo durante el transcurso del mes en la región central hasta valores normales (Figura 3.1.2.1). El nivel del mar en la franja ecuatorial presentó en la última semana del mes niveles por debajo de lo normal, principalmente en la región central hasta de -5 cm.

Durante el mes de julio se observaron pulsos de viento del este de una magnitud notable como para formar una onda Kelvin fría 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 +0,27 °C en junio de 2017 indicando una condición neutra para el Pacífico Central. El valor estimado del ONI, combinando observaciones y pronósticos, indica condiciones neutras para los meses julio y agosto de 2017.

3.2 Condiciones a Escala Regional

3.2.1 Circulación Atmosférica en el Pacífico Suroriental

Durante el mes de julio, en promedio, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración zonal y desplazada al suroeste; con un núcleo de 1024 hPa, generó una anomalía promedio de +6,0 hPa. Durante la primera quincena del mes, su acercamiento hacia la costa sudamericana contribuyó al incremento de los vientos de moderada intensidad a lo largo de la franja costera del Perú (Figura 3.2.1.1).

Frente al litoral peruano, el esfuerzo de viento de componente sureste permaneció ligeramente intenso en las regiones centro y norte (Figura 3.2.1.2 b) contribuyendo al repliegue norte de la ZCIT en la flanco oriental del Pacifico 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 de moderadas a fuertes. En la franja costera de 40 Km se registraron vientos entre 3,0 y 9,0 m/s, los más fuertes (> 7,0 m/s) se observaron entre 14°S y 16°S, mientras que los más débiles (< 3,0 m/s) se presentaron al sur de los 16°S (Figura 3.2.1.3 a). Entre tanto, la configuración de la dirección del viento mostró su patrón normal a lo largo de la costa (Figura 3.2.1.3 b).

Durante el mes, el IAC (Índice de Afloramiento Costero) persistió la mayor parte del mes al norte de los 17°S a lo largo de la costa peruana, salvo alrededor del día 20 y especialmente frente a la costa central (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 se han normalizado con respecto al mes anterior, observándose un descenso importante en la costa central (Figura 3.2.2.1).

3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

Durante el mes de julio, sobre el territorio nacional, las lluvias se concentraron en la sierra sur, principalmente en la Región Puno, donde la humedad presente estuvo modulada por flujos de vientos del este (Figura 3.2.3.1). Cabe mencionar que a lo largo de la vertiente occidental de los Andes predominaron condiciones propias de la época de estiaje. En la Amazonía la proyección estacional de la ZCIT hacia el norte del continente y el flujo convergente de niveles altos mantuvieron un escenario seco con precipitaciones anómalas negativas.

Los caudales de los ríos de la costa del país presentaron una tendencia estable durante el mes, alcanzando valores normales propios de la temporada seca. Las reservas hídricas en la costa norte y sur, presentaron en promedio un 92% y 76% respectivamente, respecto a su capacidad hidráulica, a excepción del embalse Pasto Grande (Moquegua) que se encuentra al 44% 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 continúo disminuyendo gradualmente, desde el predominio de núcleos positivos con anomalías de hasta +1°C a inicios del mes, hasta presencia de núcleos fríos con anomalías de -1,5°C a finales del mes. Frente a la costa central, las anomalías de la TSM disminuyeron, pero aun manteniendo condiciones cálidas cerca a la costa. Mientras que en la zona sur se observó el enfriamiento consistente hasta anomalías negativas de hasta -1,5°C. Solo frente a Pisco y San Juan se mantuvieron las condiciones cálidas (Figura 3.2.4.2).

Para el mes de junio de 2017, el Índice Costero El Niño (ICEN) basado en ERSST indicó una condición climática Neutra (-0,11ºC) al igual que el ICENOI (+0,04°C), estimado con datos de OISSTv2 (Tabla 3.2.4.1). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) coinciden en mostrar condiciones Neutras para los meses de julio y agosto. Según el ICEN y el ICENOI, el evento El Niño costero habrían terminado en los meses de abril y mayo, respectivamente (Figura 3.2.4.1).

En el litoral norte de Perú, las anomalías de la TSM presentaron valores normales durante el mes, con una tendencia hacia el enfriamiento, mientras que el litoral centro mostró, anomalías positivas en promedio de 0,8°C. En la zona sur del litoral, la TSM fue disminuyendo hasta presentar a partir de la quincena valores normales. (Tabla 3.2.4.2, Figura 3.2.4.3 a y b).

El Nivel Medio del Mar (NMM) en el litoral peruano mostró niveles normales durante todo el mes, con un incremento en la última semana del mes hasta valores de +8 cm desde el norte hasta Pisco, sin alterar el promedio del mes. (Tabla 3.2.4.2 y Figura 3.2.4.4 a). En la franja de 100 km adyacente a la costa, se registró a inicios de mes anomalías de NMM cercanas a cero, mientras que en la segunda quincena, las anomalías aumentaron ligeramente por encima de +5 cm (Figura 3.2.4.4 b).

3.2.5 Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.

En la sección de Paita realizada el 22 y 23 de julio 2017 (Figura 3.2.5.1), sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 16°C a 19°C con una débil termoclina, mientras que sobre los 150 m predominaron las anomalías entre +0,5°C y +1,0°C principalmente. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 150 y 170 m de profundidad. Por debajo de los 100 m, las anomalías fueron cercanas a cero, a excepción de un núcleo de +0,5°C sobre el talud continental entre los 350 m y 400 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 a y b). Las concentraciones de sales sobre los 120 m estuvieron asociadas a las ASS (Aguas Subtropicales Superficiales), masa de agua que generó mezclas hasta los 150 m de profundidad, excepto en la capa superficial por fuera de las 90mn, donde se presentó mezcla debido a la interacción de las ASS y AES. El núcleo de las ASS fue detectado a unas 80 mn de la costa (40 – 80 m), con S>35,2 ups y anomalías de hasta +0,4 ups (Figura 3.2.5.1 c y d). La distribución del oxígeno no presentó una oxiclina, en tanto, la ZMO se ubicó entre los 200 m y 250 m de profundidad. Sobre los 100 m predominaron flujos hacia el norte en la franja dentro de las 30 mn y por fuera de las 80 mn, con velocidades de hasta 40 cm/s, Por debajo de los 100 m predominaron flujos hacia el sur centrados en el eje de las 60mn, con velocidades de hasta 30 cm/s (Figura 3.2.5.1 e y f).

La sección Chicama realizada el 20 y 21 de julio 2017 (Figura 3.2.5.2), sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 19º y 16°C sin una termoclina definida. La isoterma de 15°C, se ubicó entre los 120 y 180 m, lo que significó un descenso de 50m en la zona oceánica y un ascenso de 30 m en la zona costera, en relación a lo observado el mes de junio.

Las anomalías térmicas fueron cercanas a cero sobre los 60 m; en cambio entre los 70 y 300 m las anomalías térmicas presentaron valores de hasta +1,0°C (Figura 3.2.5.2 a y b). Las ASS se localizaron por fuera de las 50 mn y encima de los 60 m, aunque su influencia alcanzó la costa generando mezcla con las aguas costeras frías. Predominaron anomalías halinas positivas sobre los 300 m, con anomalías máximas de +0,05 ups (Figura 3.2.5.2 c y d). La distribución del oxígeno mostró el ascenso de las iso-oxigenas debido a los procesos de afloramiento costero. El borde superior de la zona de mínima de oxígeno (ZMO) se encontró más profundo fuera de la plataforma continental, alcanzando los 230 m entre las 40 y 80 mn de la costa, mientras que sobre la plataforma se ubicó a menos de 100 m. Asimismo se determinaron flujos con dirección al sur (10 – 30 cm/s) en la capa de 150 m, fuera de las 80mn (Figura 3.2.5.2 e y f).

En las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao se observó la emergencia y ascenso de la isoterma de 16°C, mientras que en las estaciones de Atico e Ilo, más bien se observó el descenso de la isoterma de 15°C (Figura 3.2.5.3). Además, se detectaron anomalías positivas de la temperatura de hasta +1,0°C entre los 50 m y 200 m frente a Paita y a Chicama. Asimismo se observó cerca de la costa la influencia de aguas subtropicales superficiales de alta salinidad y de aguas del afloramiento costero entre Paita y Callao. Al sur predominaron las aguas del afloramiento costero (Figura 3.2.5.5).

Frente a Paita, la boya Argo ubicada alrededor de 85°W y 2°S, mostró dentro de los 40 m una tendencia hacia el enfriamiento, presentando la isoterma de 20°C a finales del mes más superficial. Mientras que la isoterma de 16°C presentó una profundización de hasta 40 m, indicando el calentamiento. La boya ubicada a 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 19°C hasta valores de 18°C, con una capa de mezcla de 40 m de profundidad y la base de la termoclina a 140 m de profundidad. (Figura 3.2.5.4 a). Por otro lado, la boya a 85°W y 2°S, mostró, aguas de mezcla entre las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), hasta los 40 m, mientras que por debajo y hasta los 120 m de profundidad, se observó presencia de las ASS con concentraciones de salinidad de 35,1 ups. A finales del mes se registró aguas alrededor de 35,0 ups en toda la columna de agua. Frente a Paita (90 mn), hasta los 140 m de profundidad se registró concentraciones de salinidad de 35,1 ups, que indicarían aguas de mezcla con las aguas de afloramiento (Figura 3.2.5.4 b).

La distribución de salinidad en la columna de agua continuó presentando valores propios de ASS en frente a Paita, aguas de mezcla en Chicama y Callao, mientras que en Atico e Ilo se observaron aguas costeras frías (Figura 3.2.5.6).

En cuanto al oxígeno disuelto (OD), también se visualizó el ascenso de las iso-oxígenas en las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao, apareciendo la iso-oxígena de 0,5 mL/L a los 80 m de profundidad en Chicama y a los 30 m en Callao.

En cambio, en Atico e Ilo se registró la profundización de las iso-oxígenas profundas (Figura 3.2.5.7).

3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana

3.2.6.1. Silicatos

En la sección Paita, la distribución de nutrientes mostró algunos núcleos de baja concentración de nutrientes en la capa de mezcla, asociados a rezagos de aguas con salinidades superiores a 35,1 ups. Las concentraciones mayores se encontraron restringidas a las primeras 10 mn de la costa, con fosfatos de 2,0 µM, silicatos de 10,0 µM y nitratos de 10,0 a 12,5 µM. En el nivel de los 50 m se evidenciaron los procesos relacionados al ciclo del nitrógeno con un máximo de nitritos de 0,5 µM (Figura 3.2.5.8).

En la sección Chicama, se observó en general mayores concentraciones de nutrientes en la columna de agua que en la sección Paita. Dentro de las 80 mn se presentaron valores en la columna de agua de 1,5 a 2,5 µM de fosfatos, entre 10,0 a 25,0 µM de silicatos, 10,0 a 20,0 µM de nitratos y un máximo de nitritos de 1,0 µM, con una distribución en general irregular (Figura 3.2.5.9).

Frente a Paita la recuperación de los nutrientes ocurrió entre mayo a junio (Figura 3.2.5.10). En julio disminuyeron los fosfatos a valores por debajo a 1,5 µM y los nitratos a concentraciones de 15,0 µM para nitratos.

3.2.6.2. Clorofila – a

Usando información del satélite MODIS a una resolución espacial de 9 km, se obtuvo la distribución superficial de clorofila-a para julio 2017, donde se observó la tendencia a disminuir con mayor énfasis entre Chimbote a Paita, con valores oligotróficos cercanos a costa (inferiores a 2,5 $mg.m^{-3}$). La zona de productividad mayor se encontró ubicada entre Callao a Pisco, con valores de clorofila-a entre 2,5 a 5,0 $mg.m^{-3}$ (Figura 3.2.6.1 y Figura 3.2.6.2).

3.2.7 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 31 de julio del presente año ascendió a 3,1 millones de t. En la región norte – centro, con información de la flota industrial, se registró la distribución de anchoveta en dos bloques marcados. El primero en la región norte, donde solo se registró ejemplares adultos, presentó tres núcleos dispersos: el primero entre 30 y 50 mn frente a Pimentel (6°S), el segundo dentro de las 30 mn entre Chicama/Malabrigo (7°S) y Salaverry (8°S) y el tercer grupo frente a Chimbote (9°S), con 0% de juveniles. El segundo bloque, de mayor cobertura, se registró dentro de las 30 mn entre Supe (10°S) a Bahía Independencia (14°S), con presencia de 26% de juveniles.

En el sur, con capturas puntuales frente a La Planchada (16°S), Mollendo (17°S) y Morro Sama (18°S), dentro de las 10 mn y 59% de juveniles en general (Figura 3.2.7.1 a).
En general, durante la Primera Temporada de Pesca de la Región Norte – centro de la anchoveta, se pudo observar una zona fija de distribución del recurso entre Chicama/Malabrigo (7°S) y Bahía Independencia (14°S), a los extremos norte y sur, los cardúmenes se mostraron dispersos. La presencia de ejemplares juveniles fue marcada durante toda la temporada, registrándose desde Chicama/Malabrigo dentro de las 60 mn hasta el extremo sur (20 mn) del mar peruano (Figura 3.2.7.1 b).

En julio, 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 la anchoveta viene presentando una maduración gonadal progresiva, incrementando su actividad desovante (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, similar al mes anterior, especies transzonales como *Scomber japonicus* "caballa". Mientras que la presencia de especies de aguas costeras frías como *Pleurocondes monodon* "múnida" se mantuvieron en la región centro, además otras especies como samasa, bagre, merluza y pámpano se encuentran dentro de su distribución habitual (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 pulsos de viento del este en el Pacífico Central durante el mes de agosto, entonces, se tendría la presencia de más ondas Kelvin frías, las que arribarían a partir del mes de setiembre. Cabe señalar que en la actualidad el núcleo de la onda Kelvin fría, observada en la profundidad de la termoclina y, en menor magnitud, en el nivel del mar, llegaría al extremo oriental a fines de agosto e inicios de setiembre.

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), los valores estimados del ONI (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos, indican condiciones Neutras para los meses de julio y agosto 2017, considerando los datos hasta junio de la fuente ERSSTv4, así como las salidas de ensamble de modelos NMME para julio – agosto 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 julio de la fuente OISST.v2, así como las salidas del ensamble de modelos NMME para julio es de -0,14°C, indicando condiciones neutras, respectivamente (Tabla 3.1.4.2).

4.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)

La proyección de las ondas Kelvin del 31 de julio 2017 se realizó sin el forzante de vientos. Según la simulación, una onda Kelvin fría (modo 1) se habría generado, debido a una intensificación de los vientos alisios en el Pacífico Ecuatorial Central y Occidental durante el mes de julio 2017, y llegaría hacía el extremo del Pacífico Ecuatorial Oriental a fines de agosto 2017. Asimismo, esta intensificación de los vientos habría reforzado la onda Kelvin fría (modo 2) generada en mayo 2017, la cual continúa propagándose hacia el extremo del Pacífico Ecuatorial Oriental, superficializando la termoclina ecuatorial en el Pacífico Ecuatorial Central y que llegaría en setiembre 2017 a la costa sudamericana (Figura 4.2.1 y Figura 4.2.2)

Para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), hasta fin de año, los 7 modelos de NMME indican condiciones Neutras; en algunos meses los pronósticos indican condiciones frías (Figura 4.2.3 y Tabla 4.2.1). Por otro lado, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2), desde setiembre hasta febrero, la mayoría de los modelos NMME pronostican condiciones Neutras. 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 condiciones neutras hasta febrero del 2018 (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 han reducido sustancialmente la probabilidad de condiciones cálidas tanto costeras como en el Pacífico Central Ecuatorial. El patrón de precipitación (Figura 4.2.6) y TSM (Figura 4.2.5) pronosticado se asemeja al de La Niña. Este escenario es compatible con la probabilidad de una menor actividad convectiva en por 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 julio, las condiciones cálidas de la TSM frente al litoral peruano, incluyendo la región Niño 1+2, fueron disminuyendo respecto al mes anterior. La anomalía en el litoral, en promedio, presentó aún valores positivos pero en el rango neutro. Frente a la costa, la TSM mantuvo valores cercanos a su promedio, predominando condiciones neutras y ligeramente frías al norte de 14°S, mientras que al sur de esta latitud las condiciones fueron ligeramente cálidas de +1°C. El enfriamiento paulatino de las regiones costeras centro y norte se asociaron parcialmente al incremento de 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, especialmente hacia la quincena del mes.

Ello continuó influenciando en la proyección de aguas subtropicales superficiales de alta salinidad y de aguas de afloramiento costero entre Paita y Callao. La tendencia al enfriamiento de la TSM frente al litoral mantuvo relación con la normalización del nivel medio del mar (NMM).

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°C correspondiente a condiciones cálidas débiles. Por otro lado, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor del ICEN para el mes de mayo fue de +0,52°C (fuente NCEP OI SST v2) que correspondió a condiciones cálidas débiles. Los valores estimados (ICENtmp) para junio y julio corresponden a condiciones neutras.

El alejamiento paulatino de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) al norte de su posición climática continuó influenciado por la intensificación de los alisios del sureste y la normalización de la TSM en la región oriental del Pacífico. 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 favorables (vientos del este) y humedad en el sur del país han permitido la sucesión de eventos de lluvias ligeras. Ahora bien, los caudales de los ríos de la costa del país presentaron una tendencia estable durante el mes, alcanzando valores normales propios de la temporada seca.

En la región norte-centro, la anchoveta mantuvo su distribución dentro de las 50 mn de costa, presentando un ligero incremento en los valores de los indicadores reproductivos.

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 (58%) seguidas por las condiciones de El Niño (26%). Para el Pacífico Central, se estiman como más probables las condiciones neutras (53%), y de La Niña (32%).

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

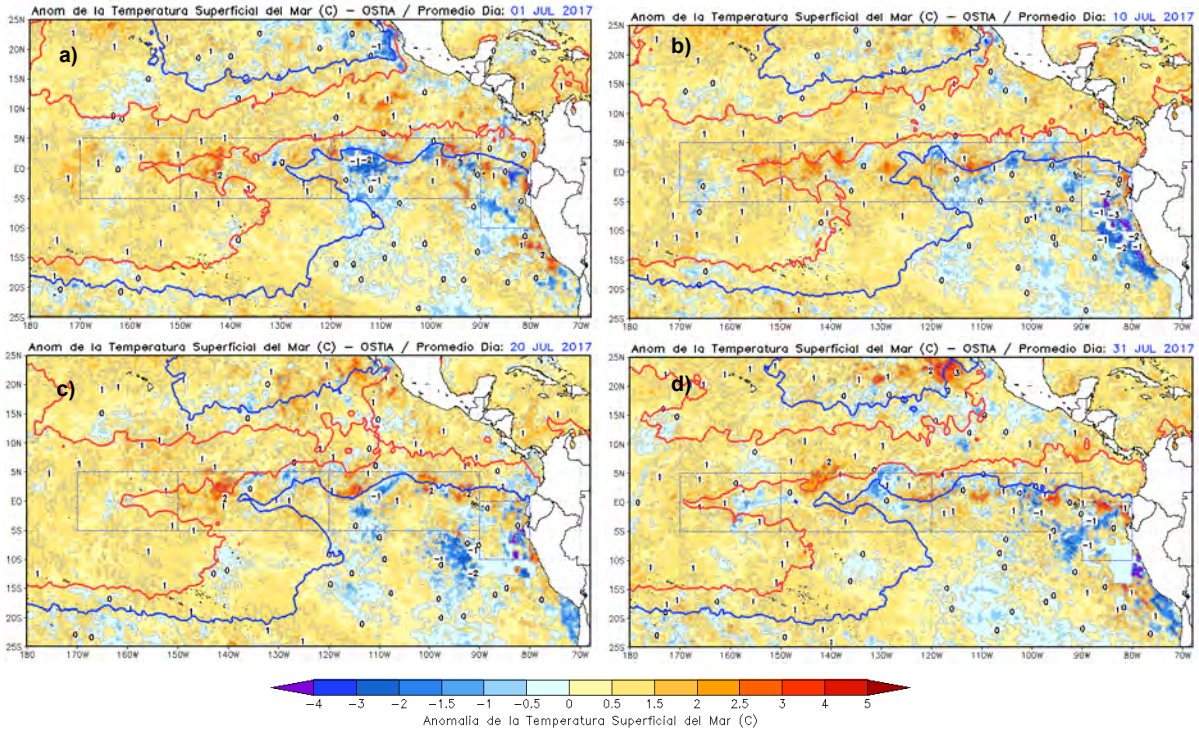


Figura 3.1.1.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de julio, b) 10 de julio, c) 20 de julio, y d) 31 de julio de 2017. La línea sólida en color azul indica el límite externo de las regiones Niño. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

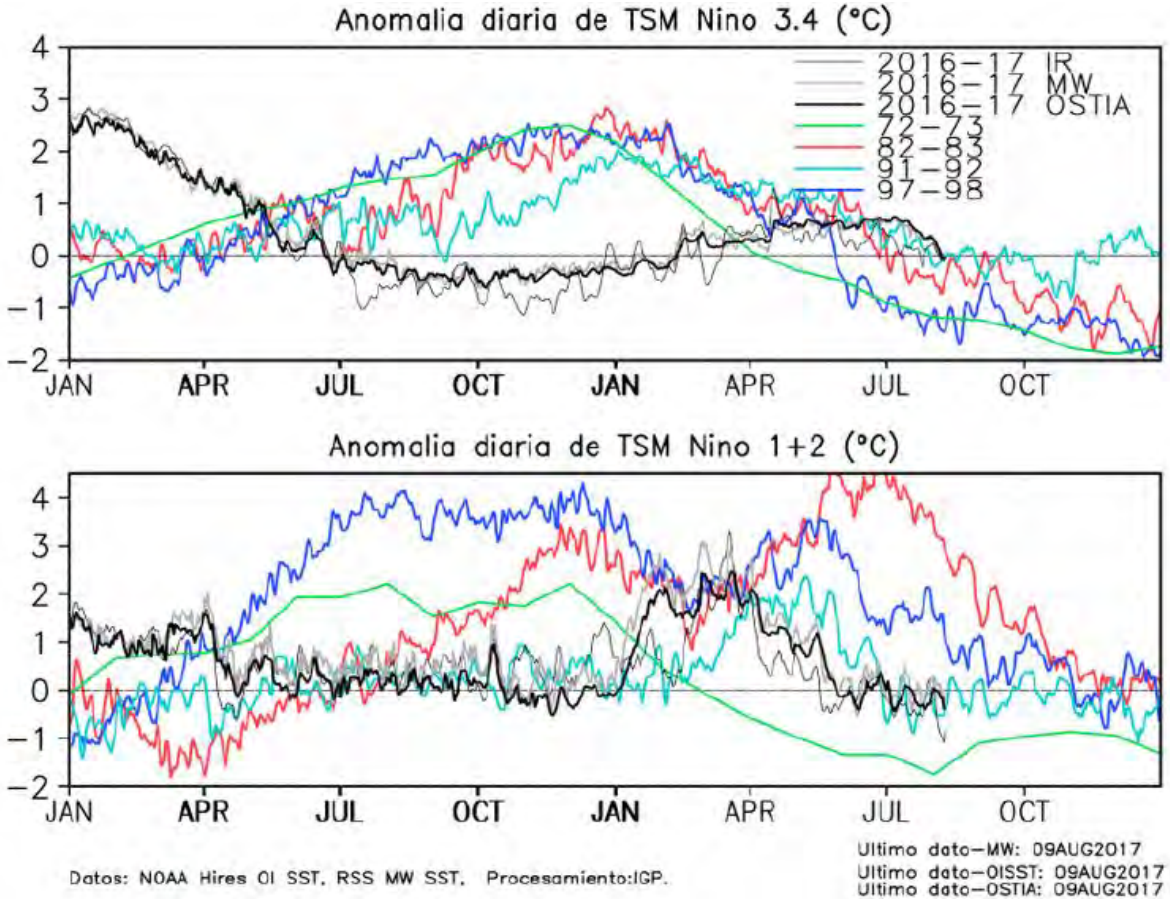


Figura 3.1.1.2. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (a) y en la región Niño 1+2 (b). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto 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.

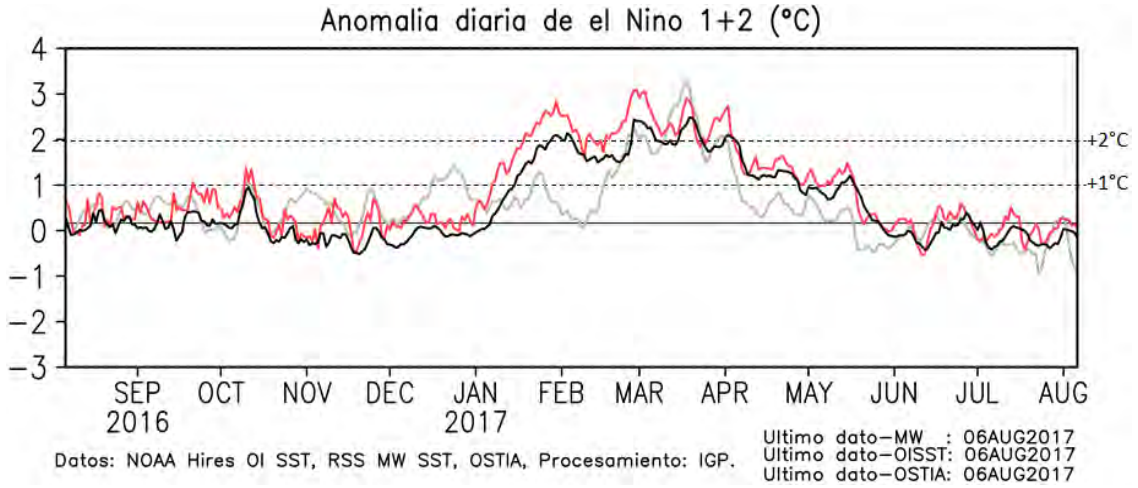


Figura 3.1.1.3. TSM (°C) durante agosto 2016 al 06 de agosto del 2017 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microondas en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.

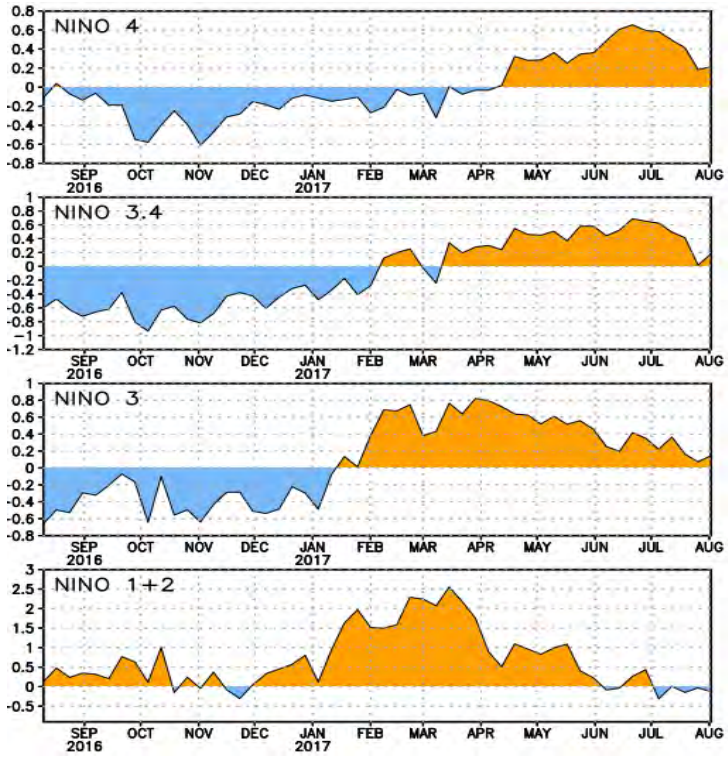


Figura 3.1.1.4. Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de agosto de 2016 a agosto de 2017. Fuente: NCEP/NOAA.

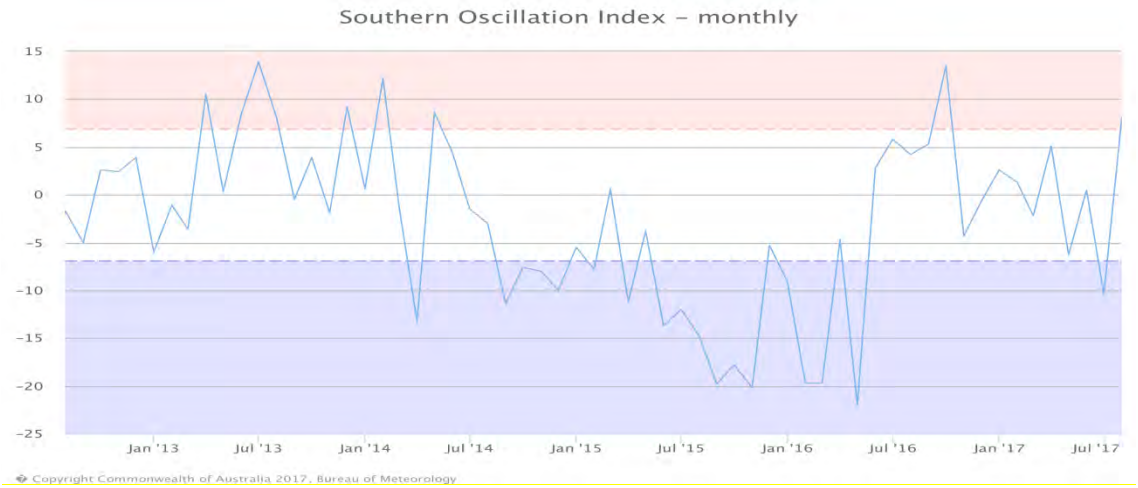


Figura 3.1.1.5. Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

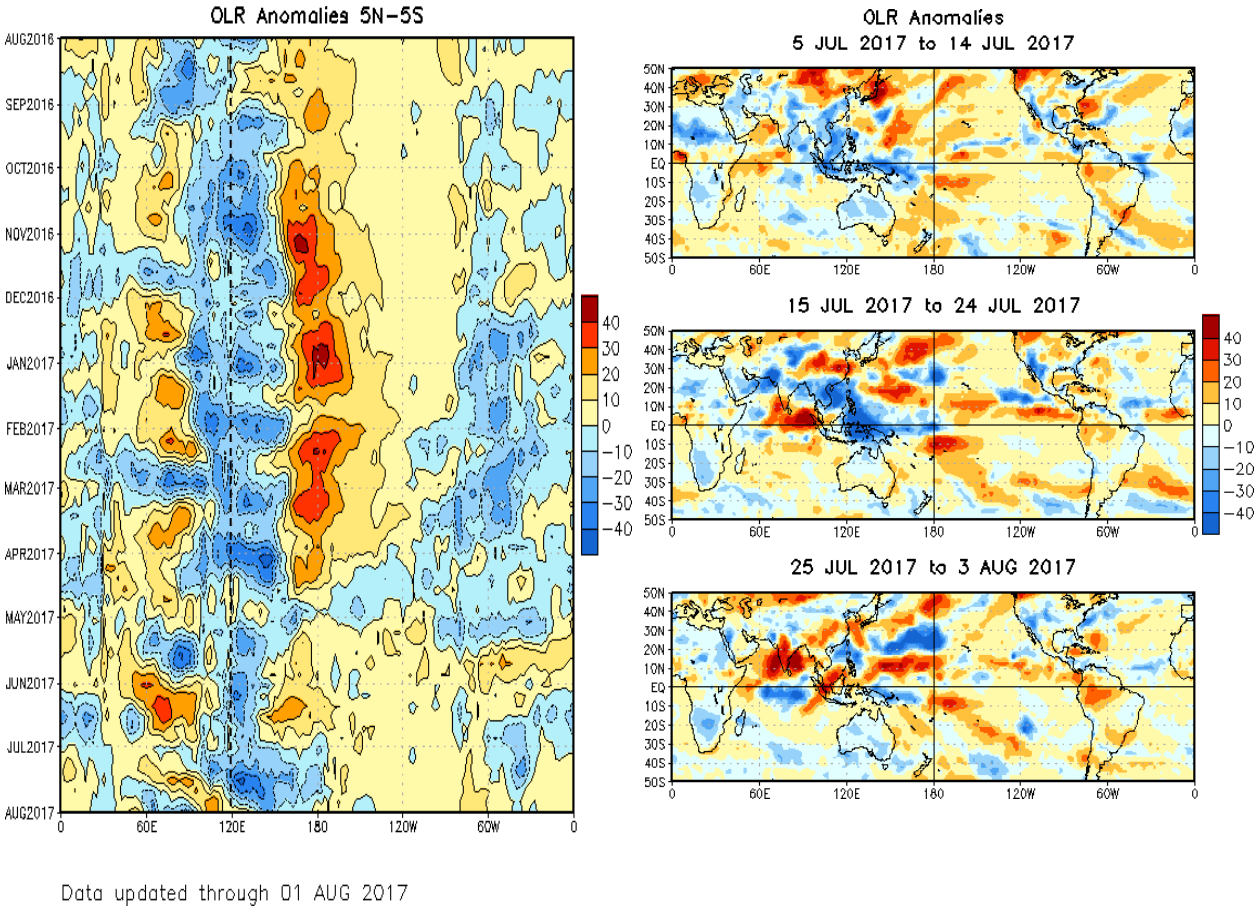


Figura 3.1.1.6. a) Anomalía mensual de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) y b) Anomalías pentadales de OLR para el mes de junio del 2017. Datos: NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.

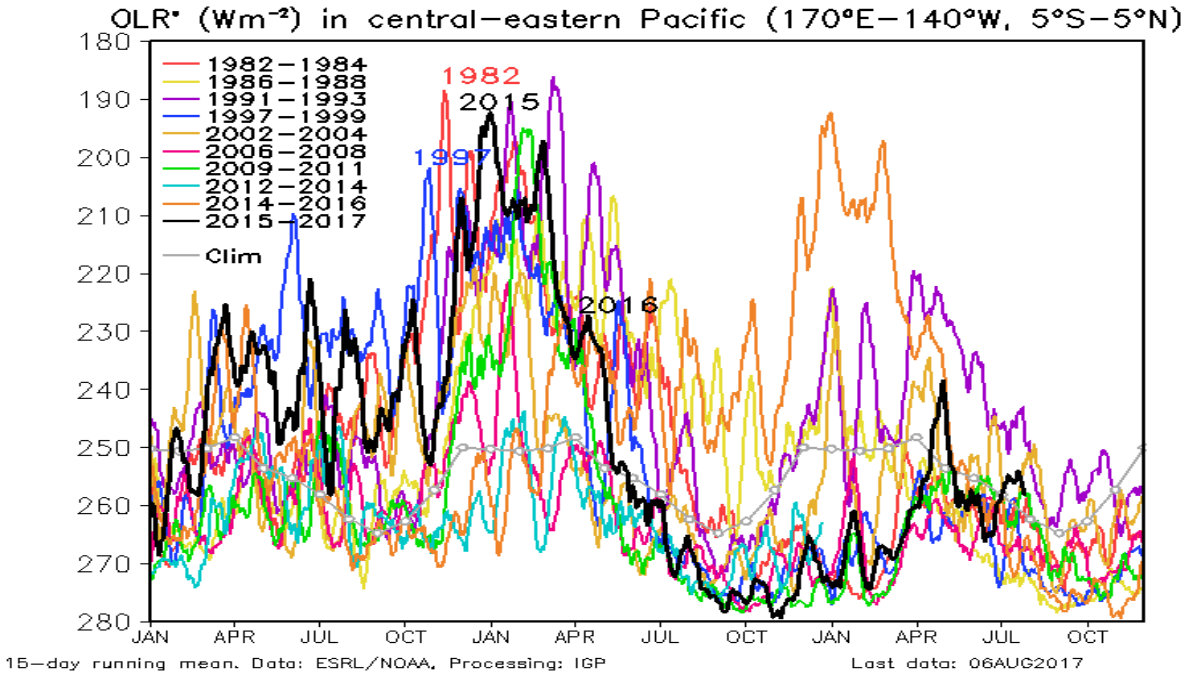


Figura 3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de julio. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

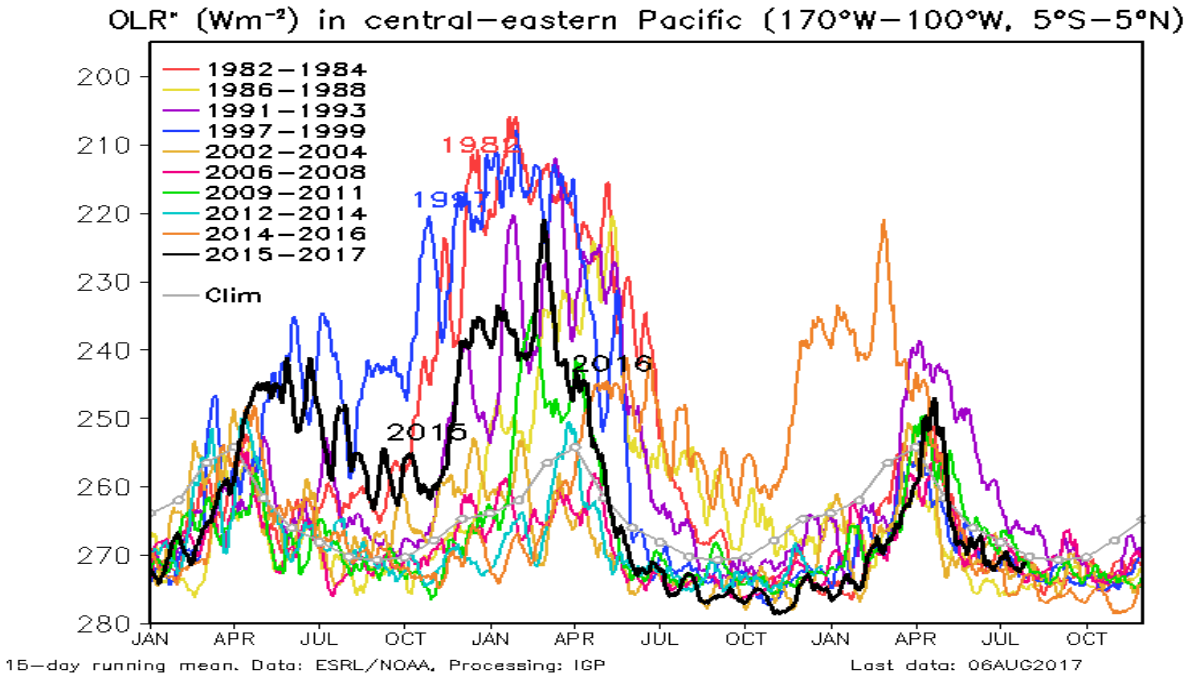


Figura 3.1.1.8. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m2) en el Pacífico central-oriental (170°W-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de julio. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

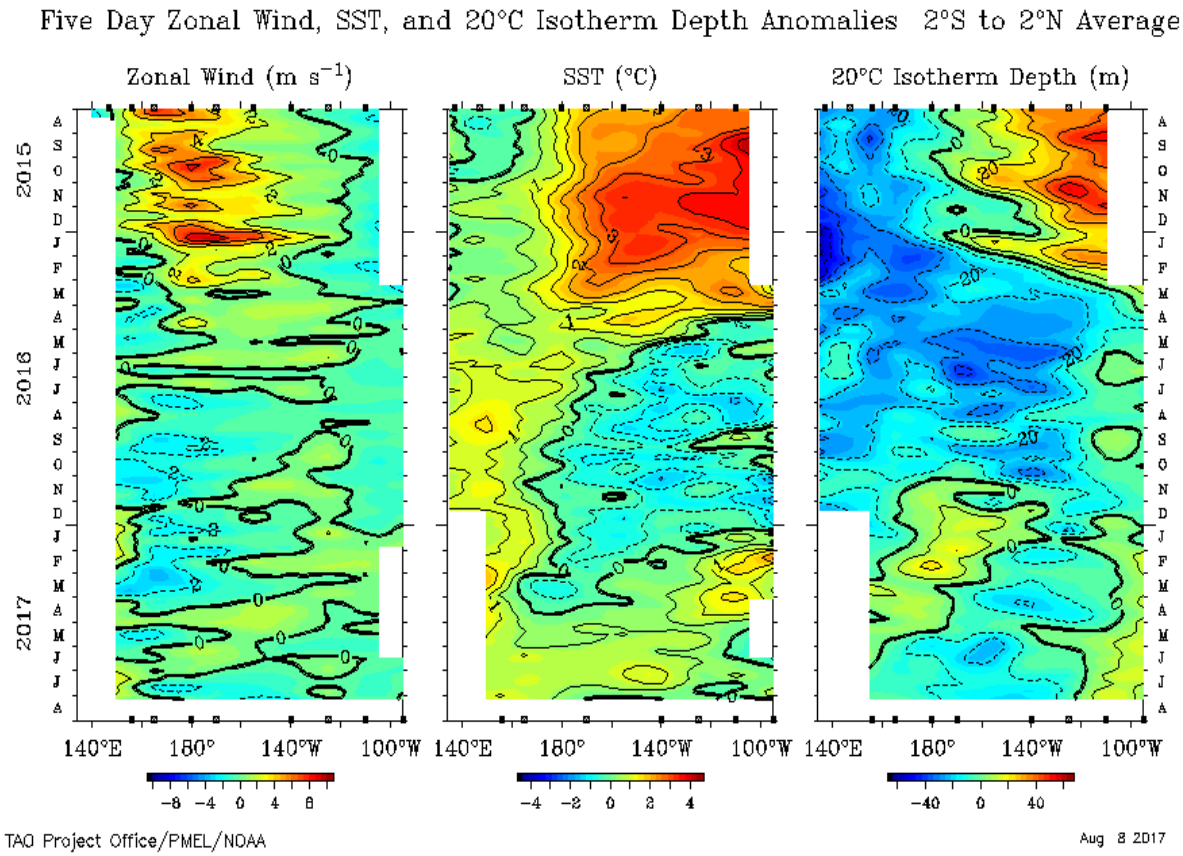


Figura 3.1.1.9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del viento zonal ecuatorial (a), anomalía de la TSM (b) y anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO/TRITON.

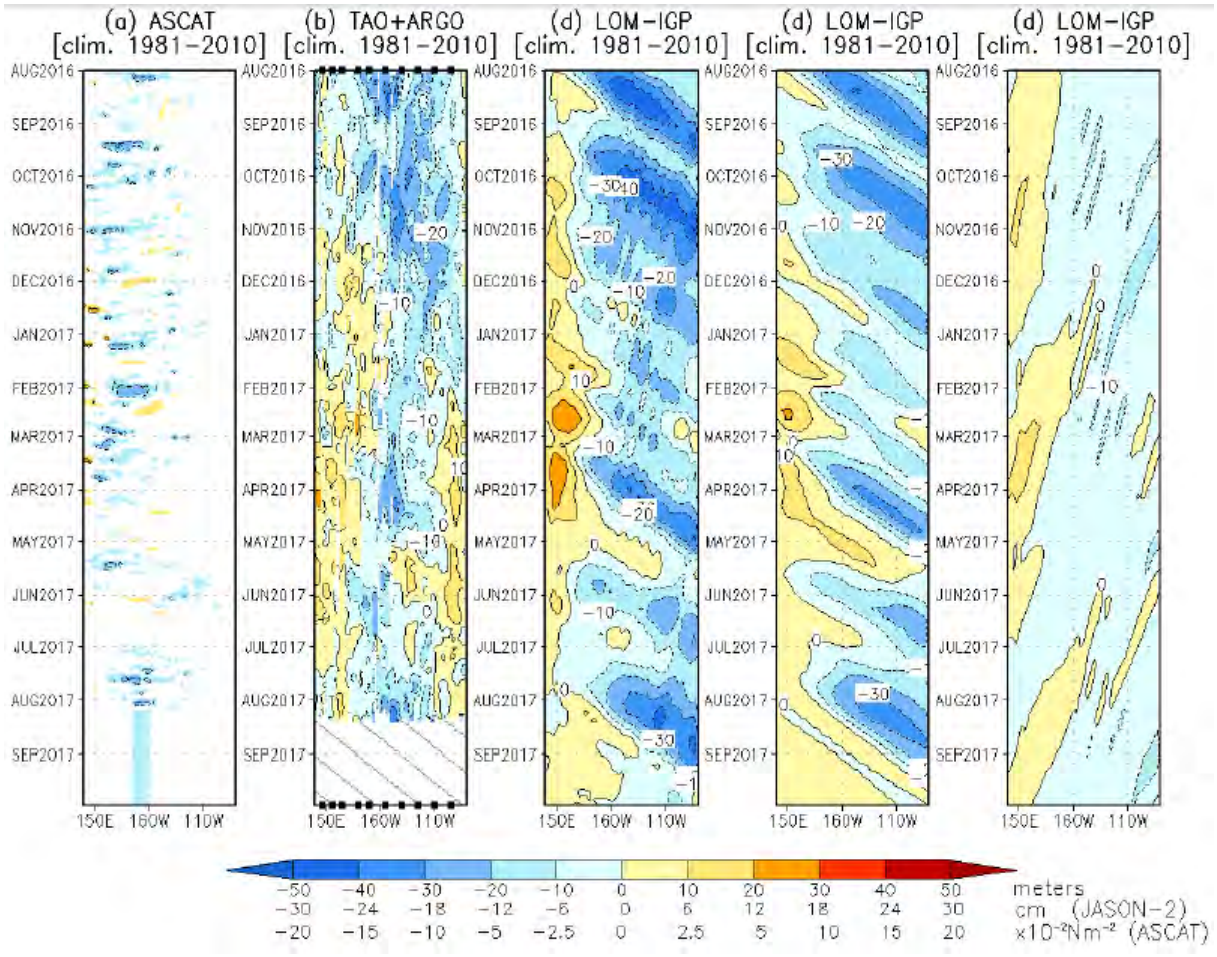
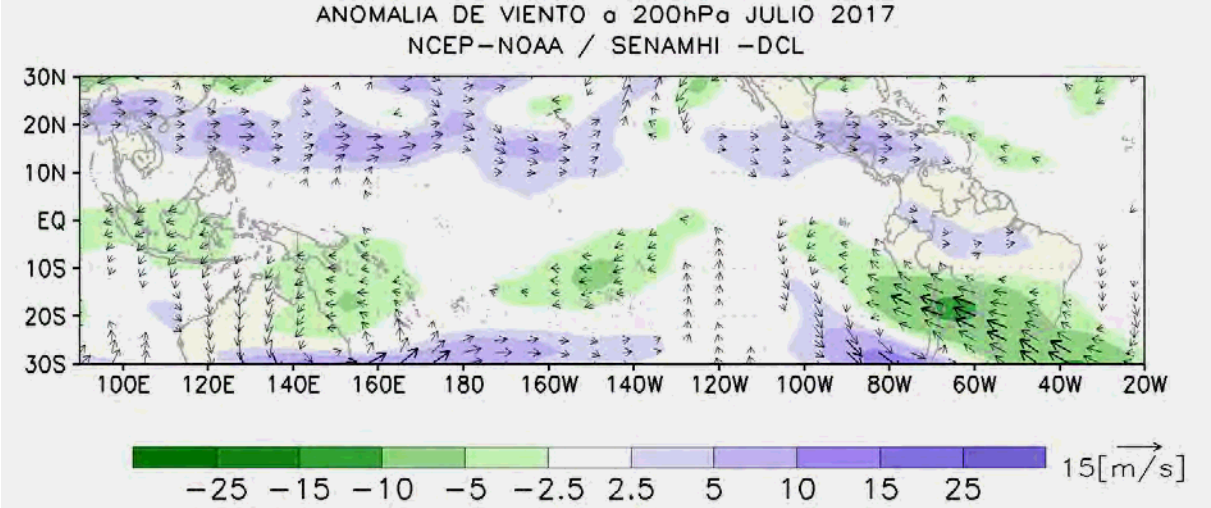
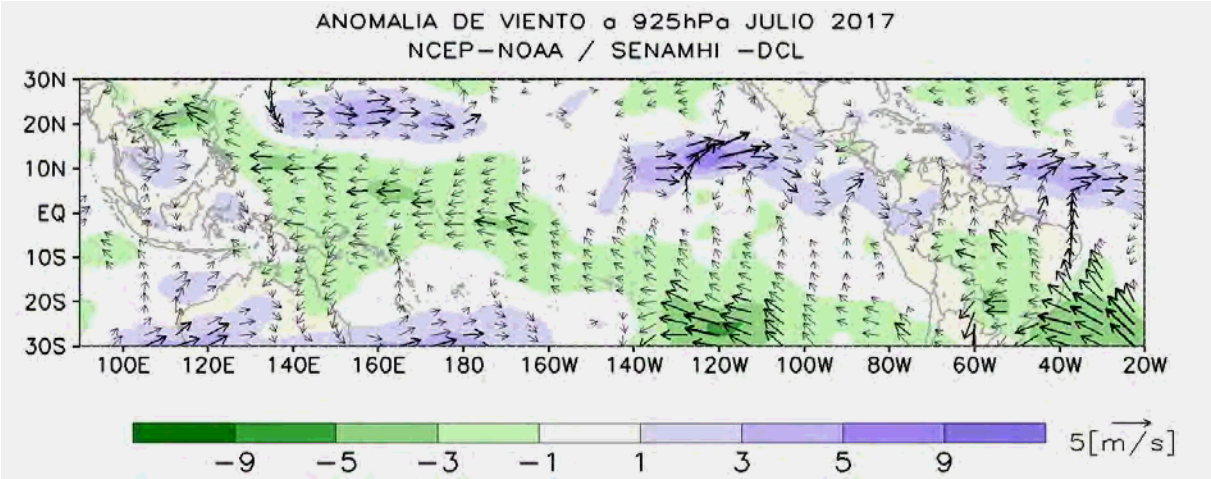


Figura 3.1.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rosbby, 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).



(a)



(b)

Figura 3.1.1.11. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 200 hPa y b) 925 hPa para el mes de julio del 2017. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI – SPC.

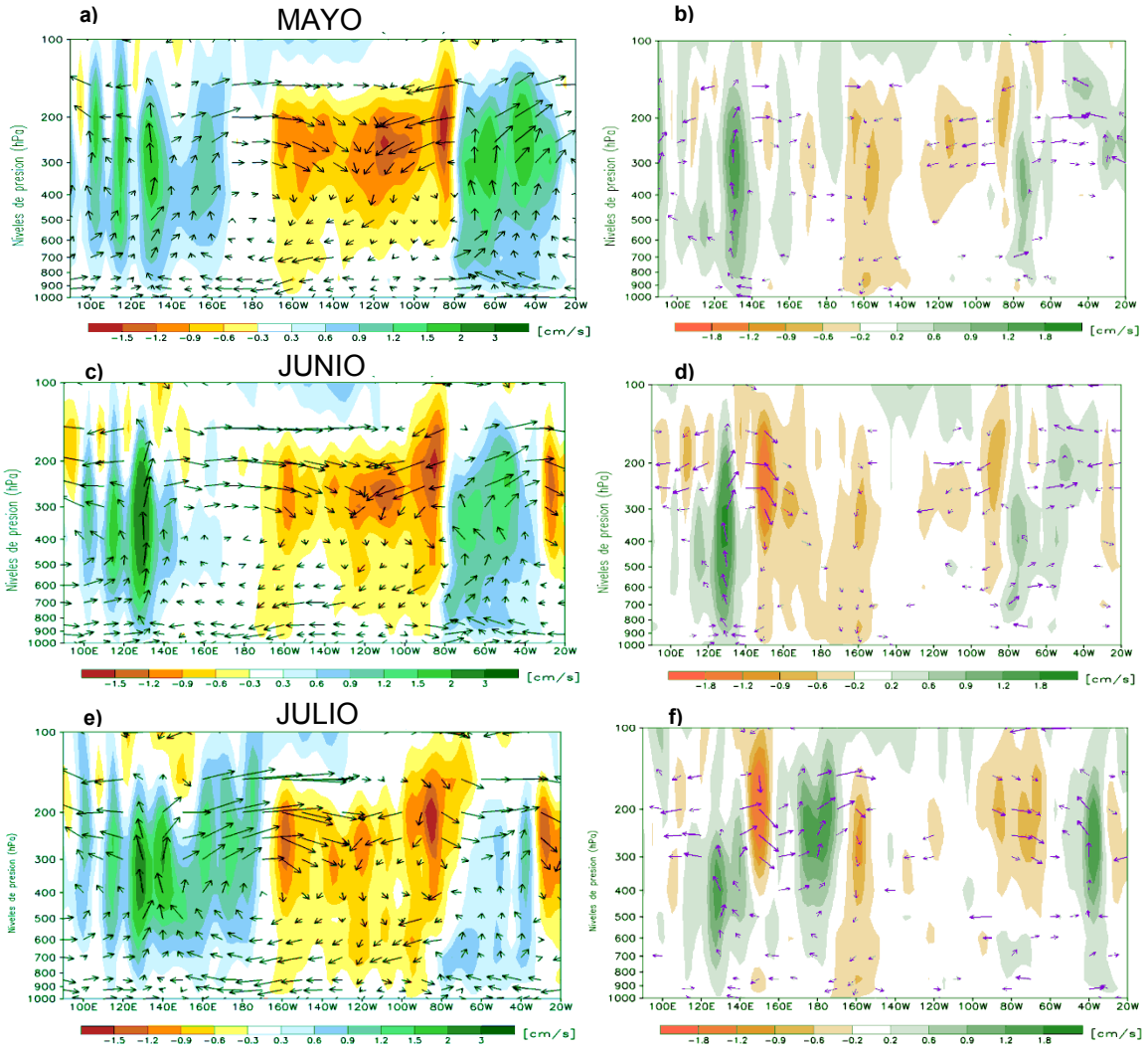


Figura 3.1.1.12. Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de mayo (a y b); junio (c y d); y julio (e y f) del 2017, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

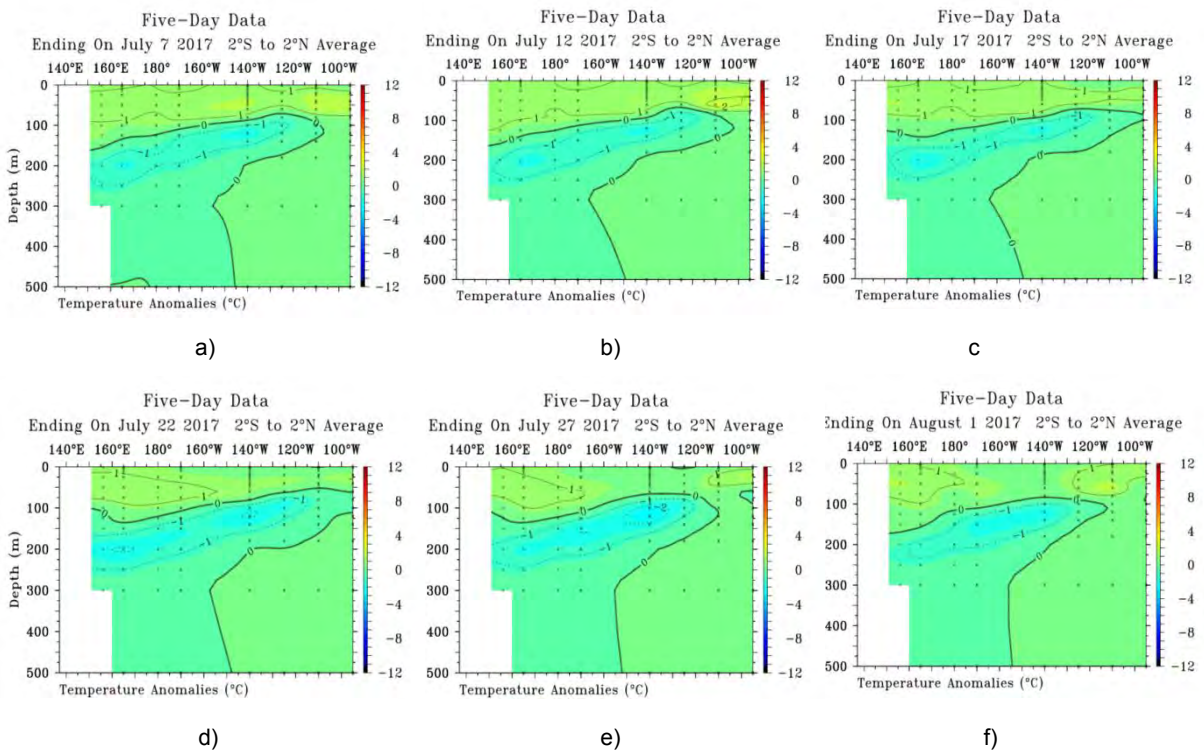


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 7 de julio, b) 12 de julio, c) 17 de julio, d) 22 de julio, e) 27 de julio y f) 01 de agosto de 2017. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

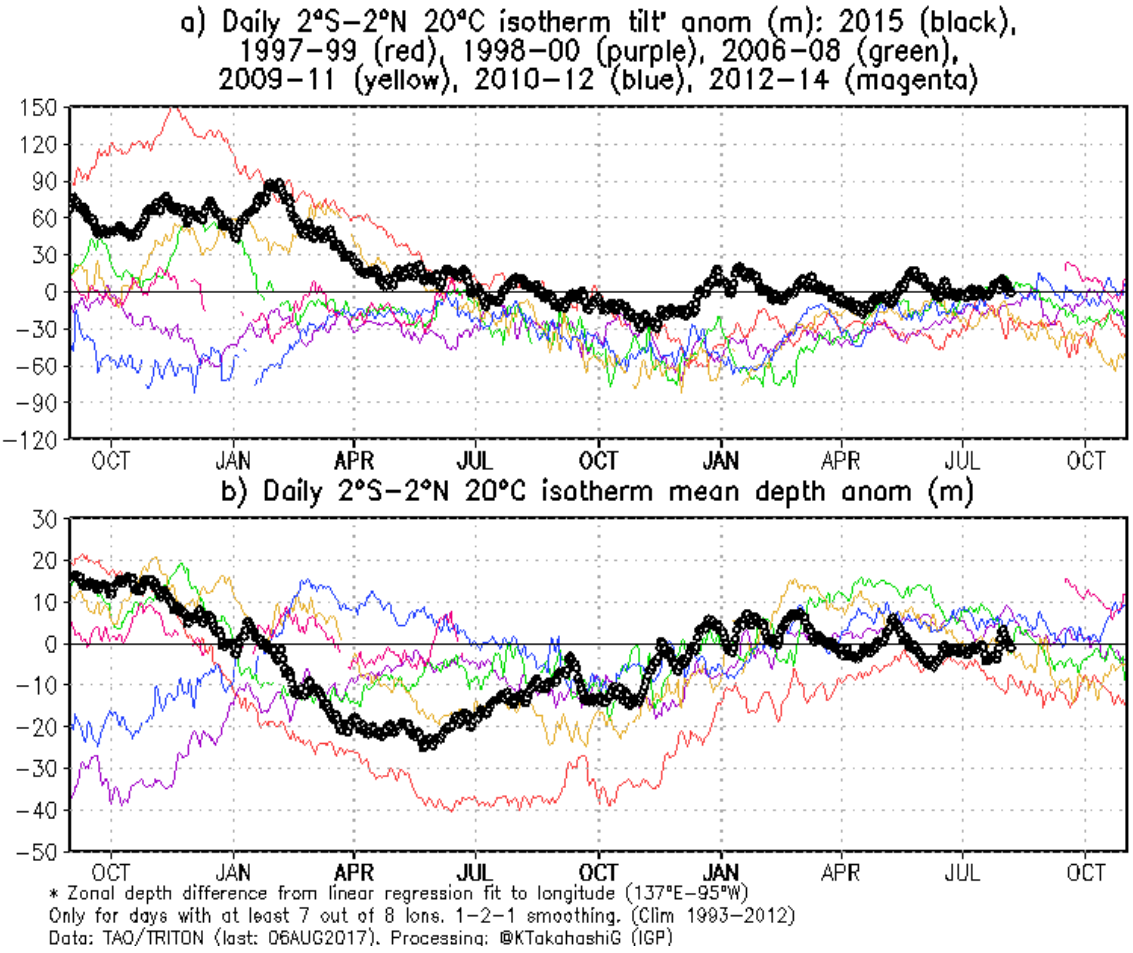


Figura 3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2ºN y 2ºS. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2ºN y 2ºS. A diferencia de informes anteriores, se excluyen las boyas TRITON (Pacífico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

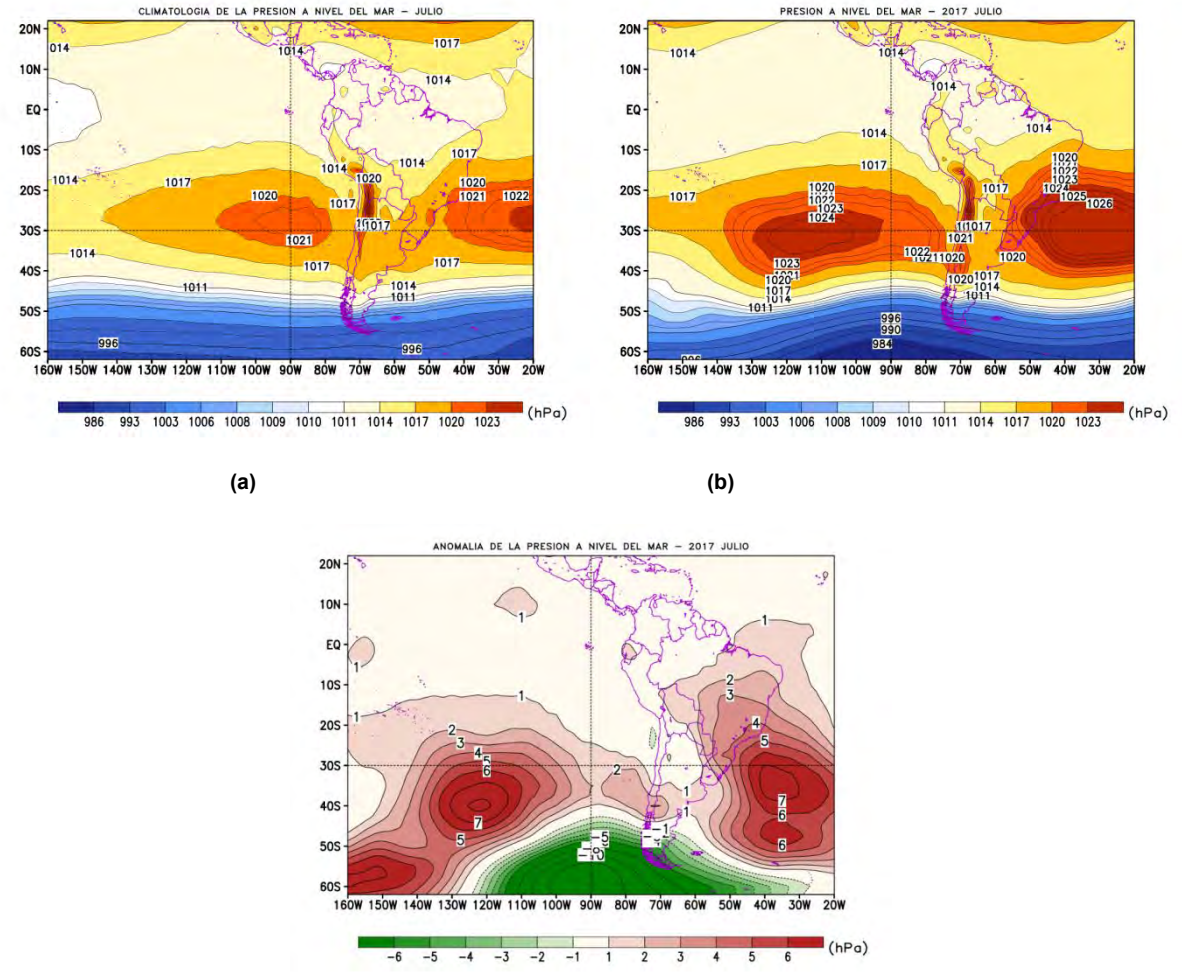
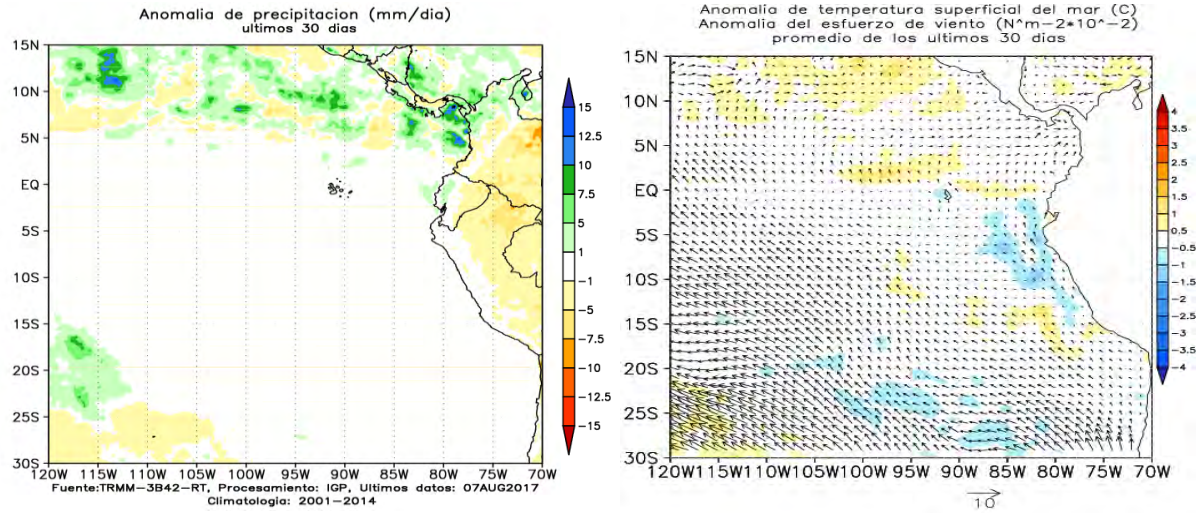
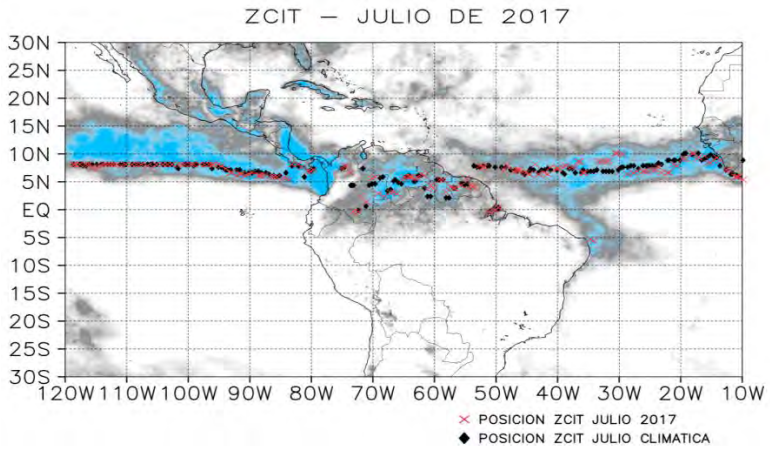


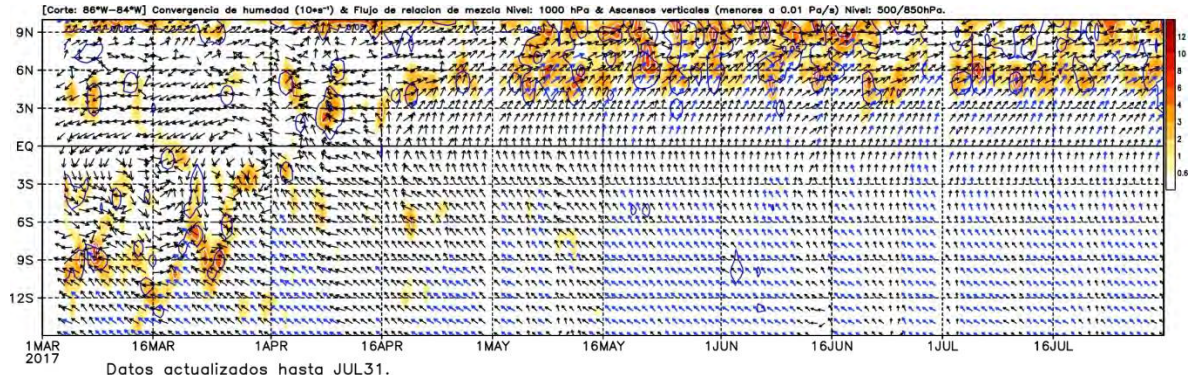
Figura 3.2.1.1. Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el de mes de julio. **Superior Izquierda**: Promedio mensual de la Presión a nivel del mar; **Superior Derecha**: Distribución climatológica de la presión a nivel medio del mar durante el mes de julio; **Inferior:** Anomalía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



(a) **(b)**



(c)



(d)

Figura 3.2.1.2. Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondiente al mes de julio, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, c) Ubicación espacial de la ZCIT durante julio 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.

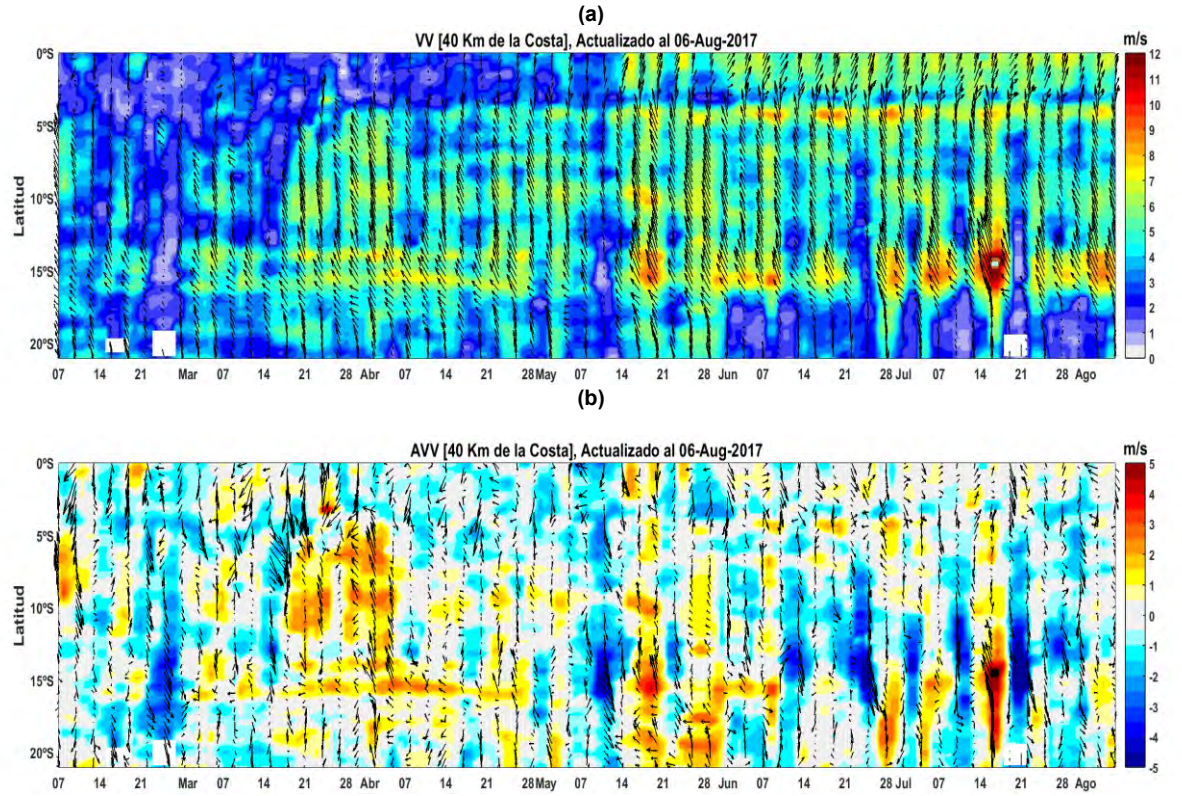


Figura 3.2.1.3. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s) desde enero hasta julio del 2017. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT, procesamiento: IMARPE.

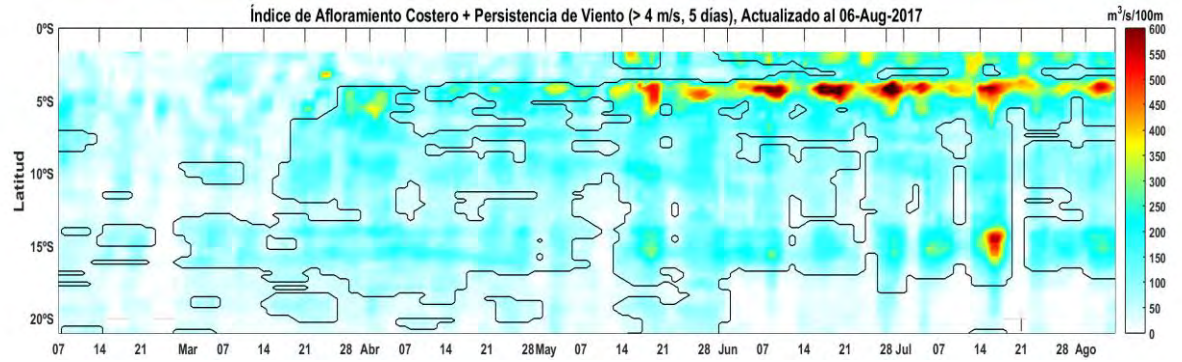


Figura 3.2.1.4. Índice de Afloramiento Costero (a partir del viento diario satelital a 40 Km frente a la costa del Perú). Las líneas encierran los períodos en los cuales persistió viento con componente sur (vv>4 m/s) al menos 05 días consecutivos. Datos: ASCAT, Procesamiento: IMARPE.

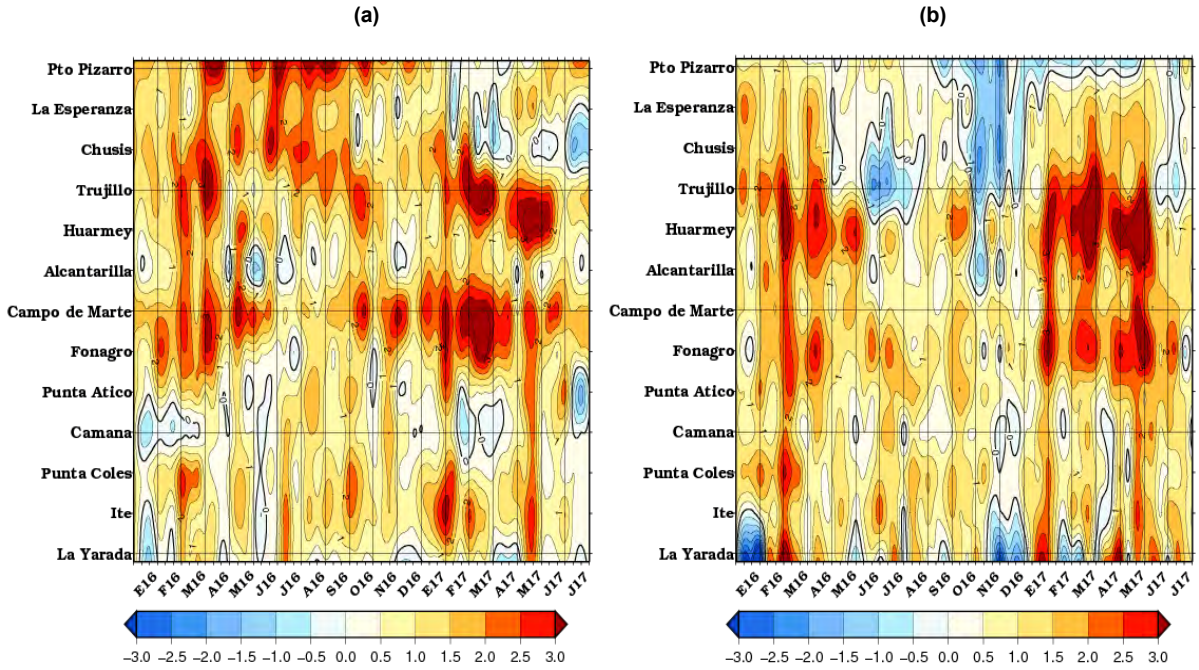


Figura 3.2.2.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2016 a julio del 2017. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

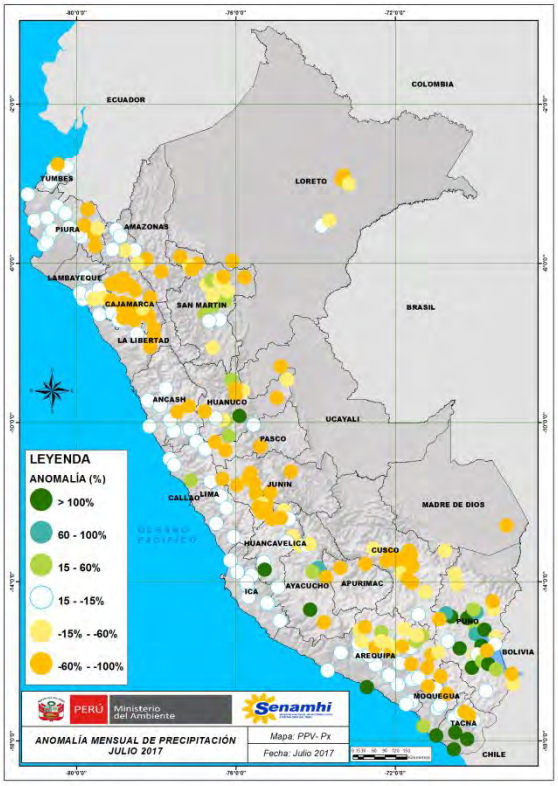


Figura 3.2.3.1. Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para julio 2017, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.

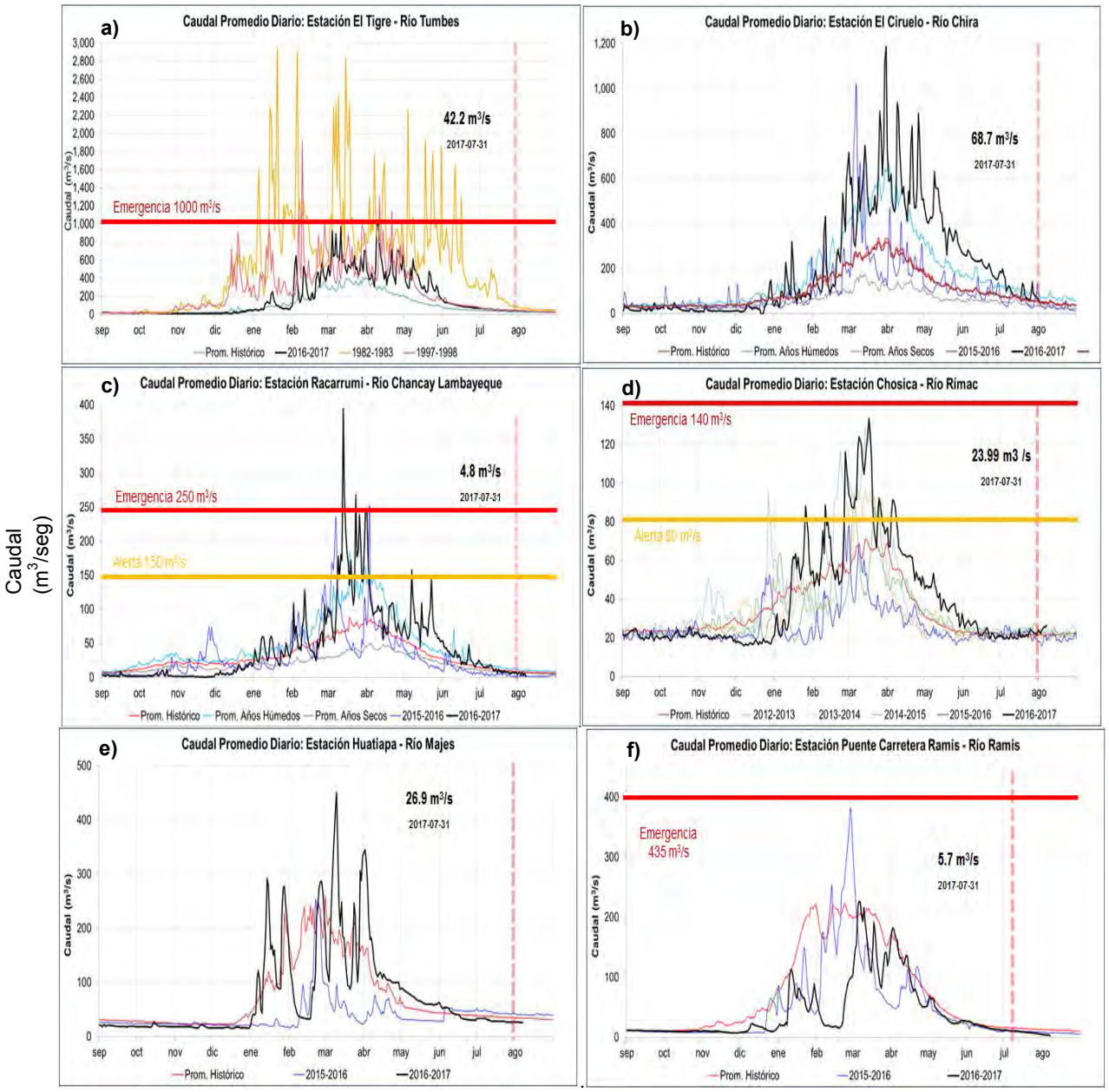


Figura 3.2.3.2. Series de tiempo actualizados a fines de julio del 2017, de los caudales diarios (m3/s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre a agosto: a) Tumbes, b) Chira, c) Lambayeque, d) Rímac, e) Majes de la vertiente del Pacífico; y f) Ramis, de la cuenca del Titicaca.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

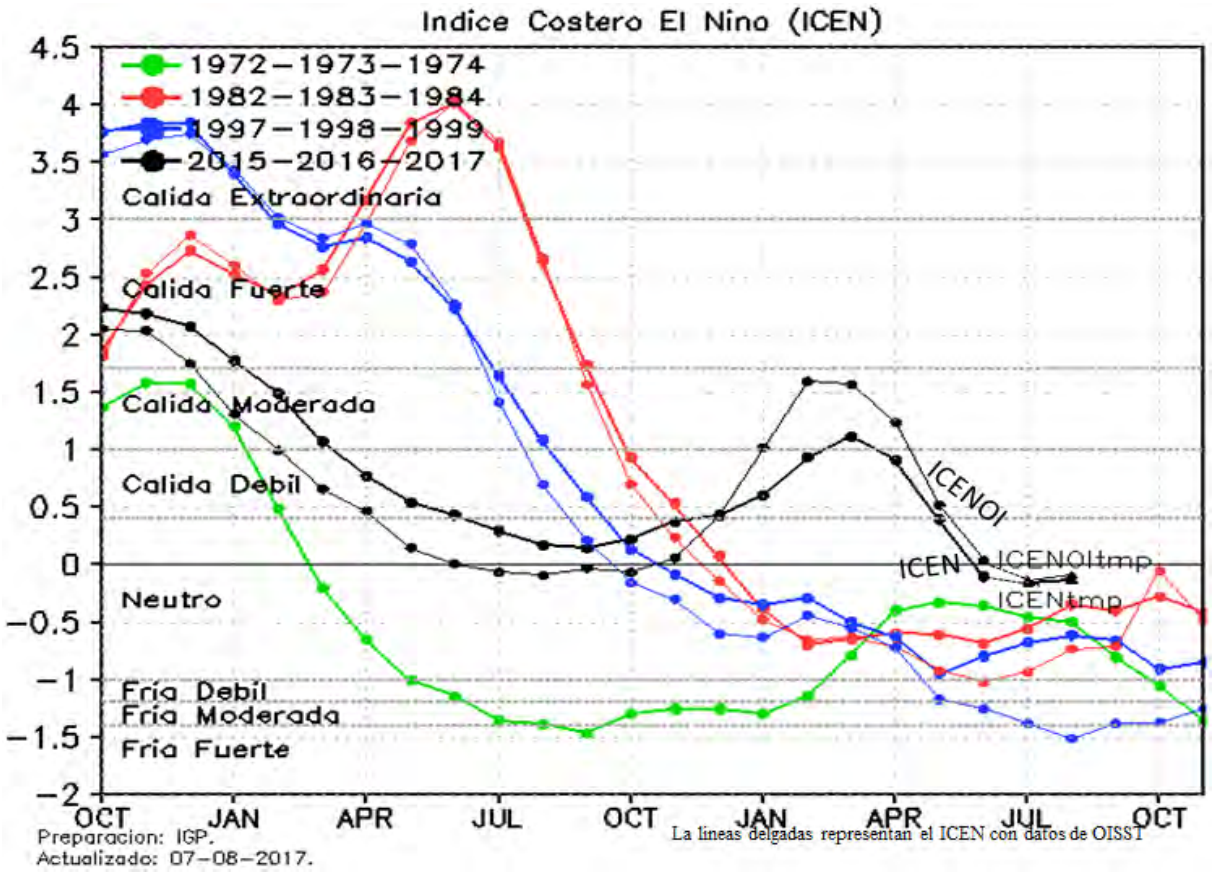
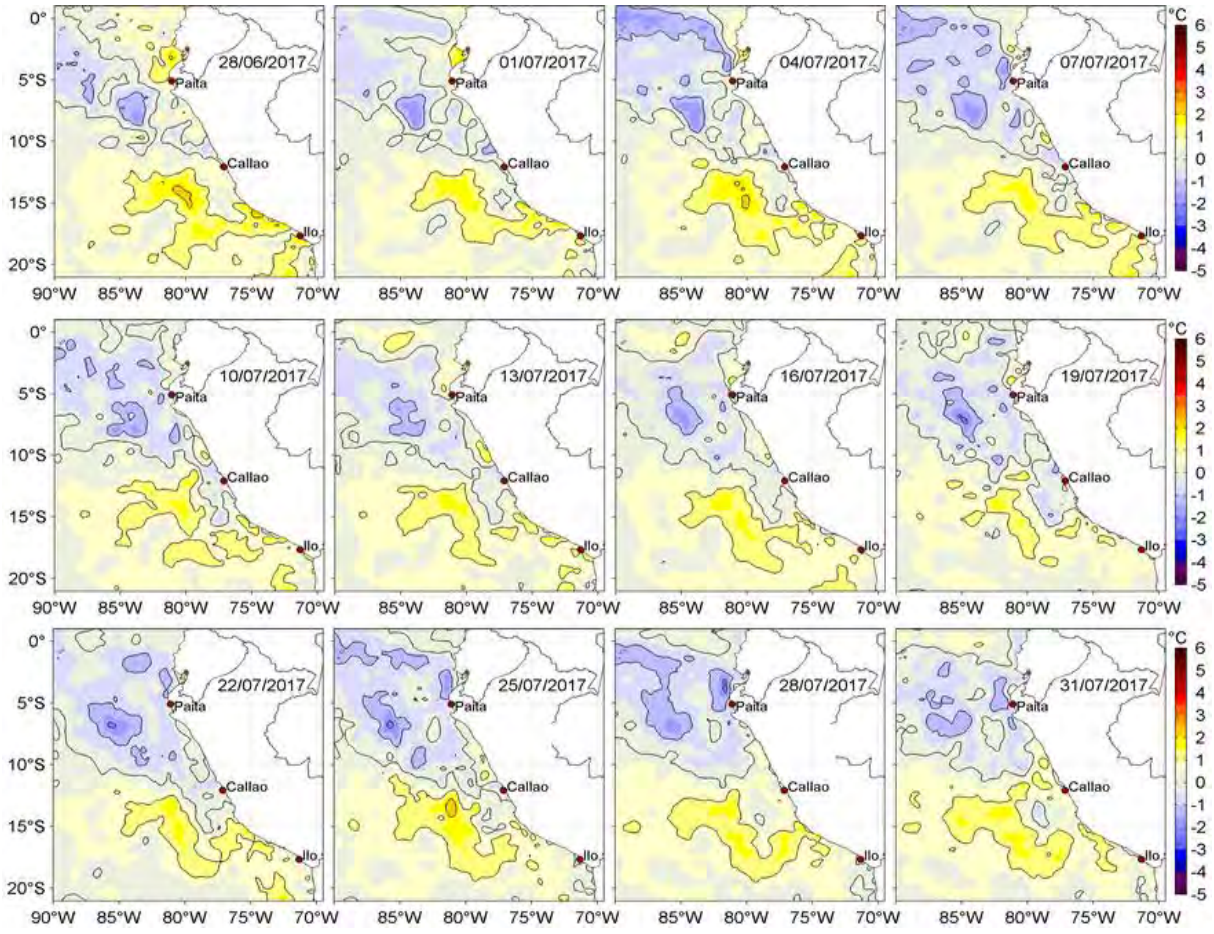
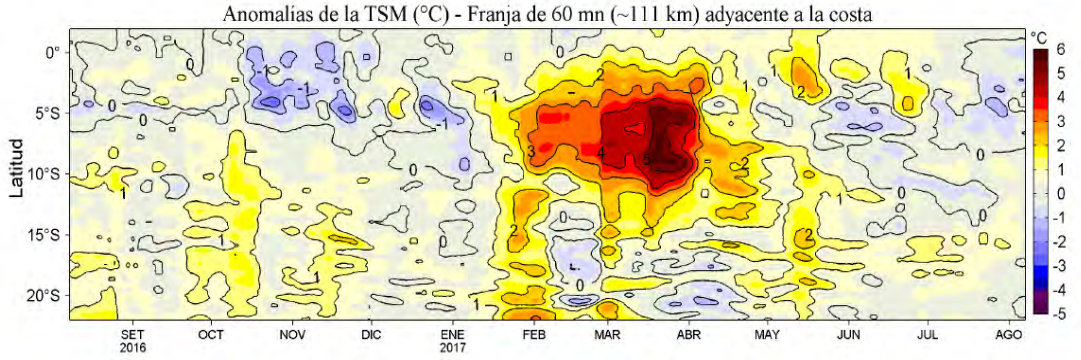


Figura 3.2.4.1. Variabilidad temporal ICEN para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016-2017 (negro). Fuente IGP.

Cambios cada 3 días de las Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar entre el 25-junio y 31-julio del 2017 – OSTIA

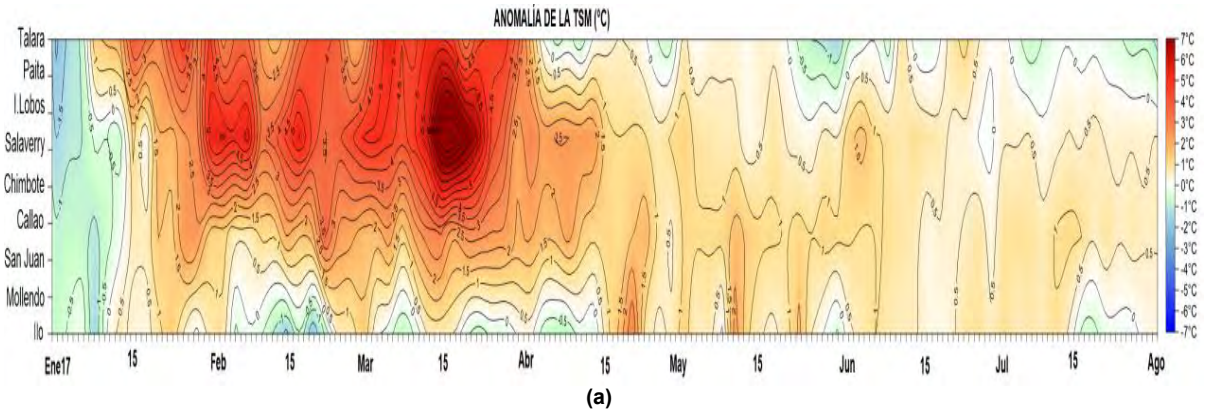


(a)

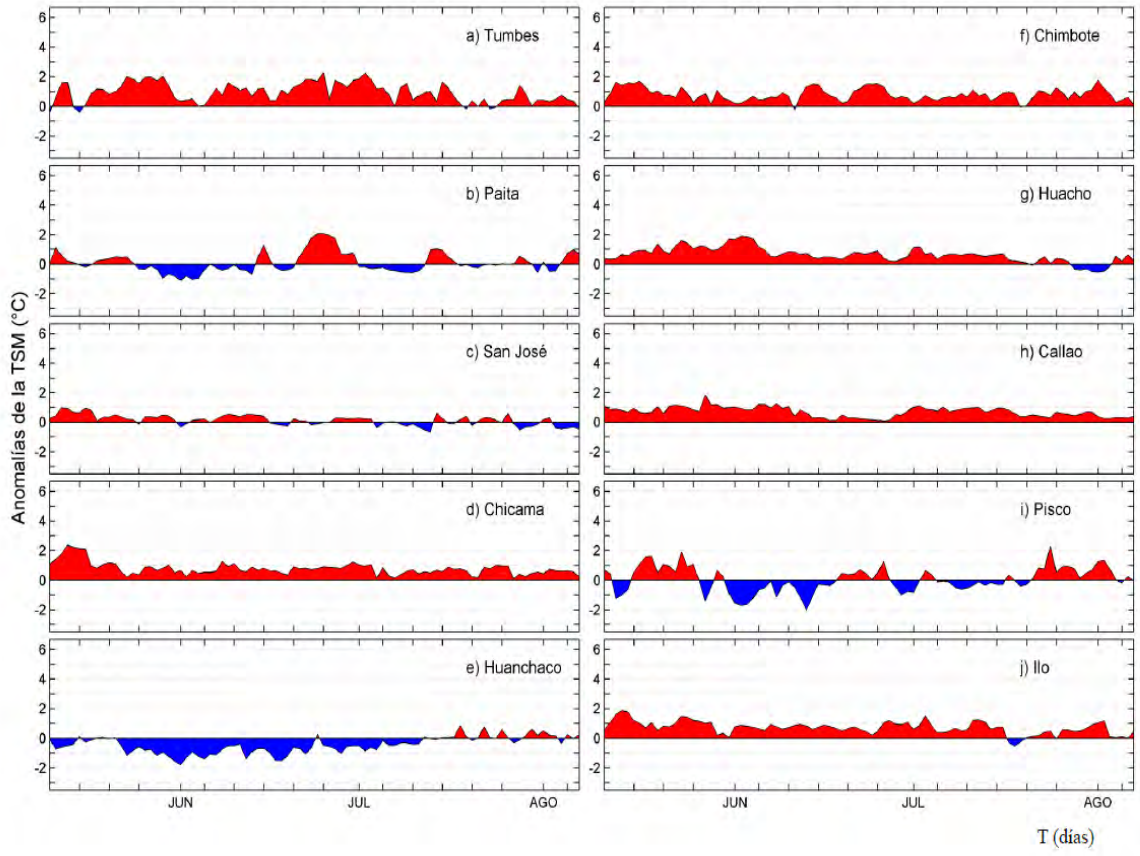


(b)

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



(a)



(b)

Figura 3.2.4.3. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta julio 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.

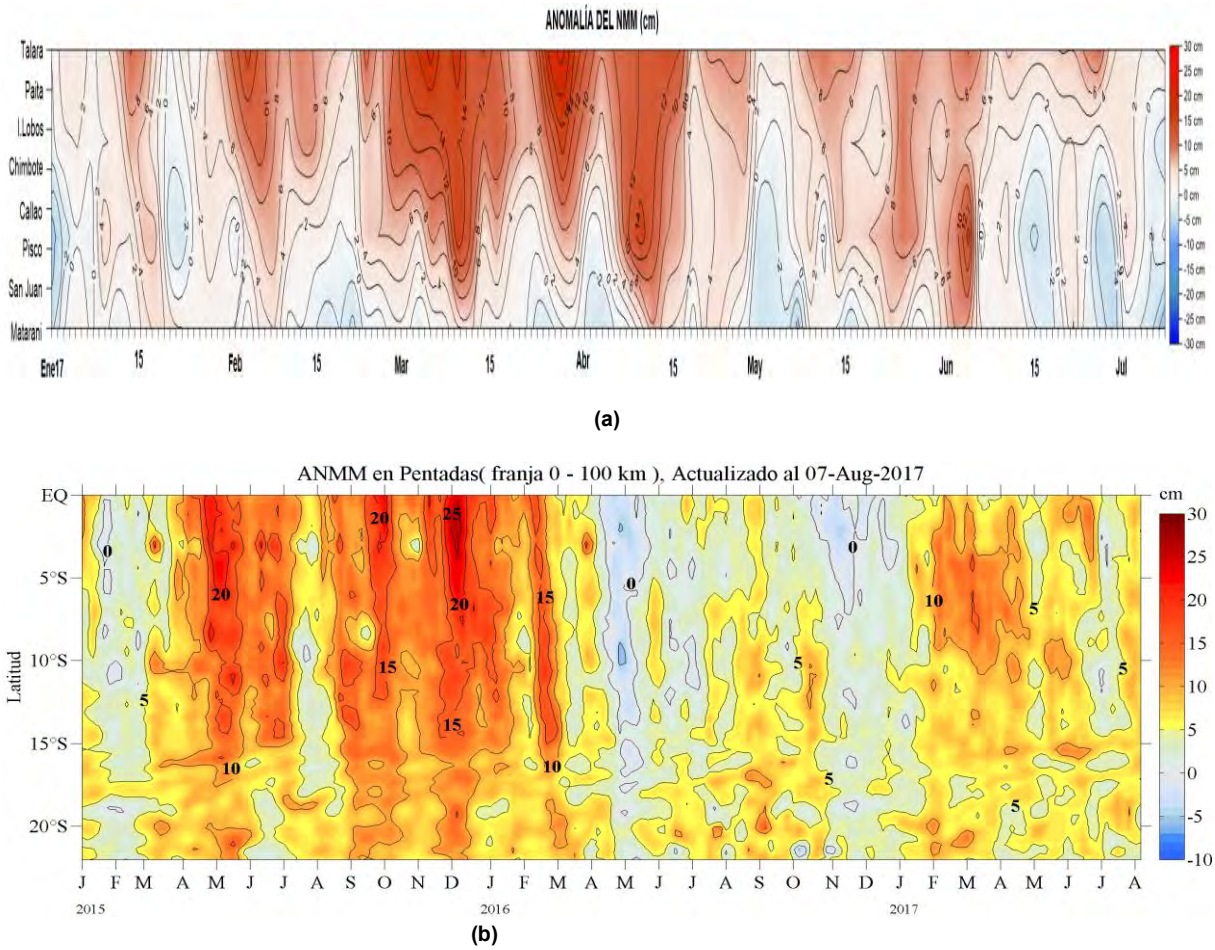


Figura 3.2.4.4. Anomalías del Nivel Medio del Mar, actualizados a julio del 2017, a) Hovmöller durante el último bimestre en estaciones costeras de la DHN y b) Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2017; Fuente AVISO – IMARPE.

SECCION PAITA (22 – 23 de julio del 2017)

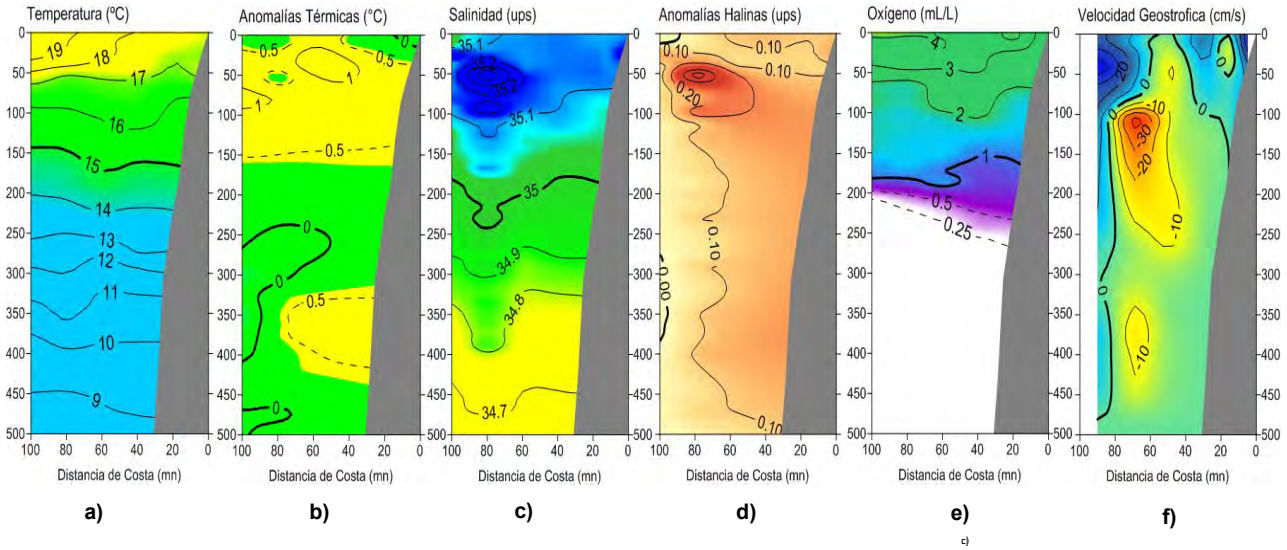


Figura 3.2.5.1 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups); e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrófica (cm/s), frente a Paita, realizada durante el 22 y 23 de julio. Fuente: IMARPE.

SECCION CHICAMA (20 – 21 de julio del 2017)

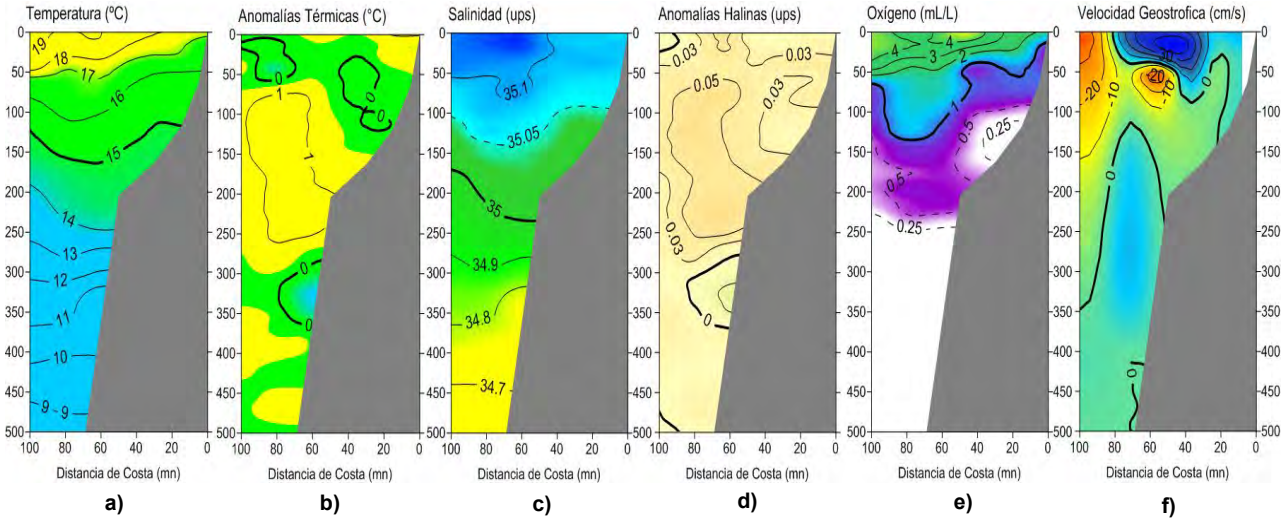


Figura 3.2.5.2 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrófica (cm/s), frente a Chicama, realizada durante el 20 y 21 de julio del 2017. Fuente: IMARPE.

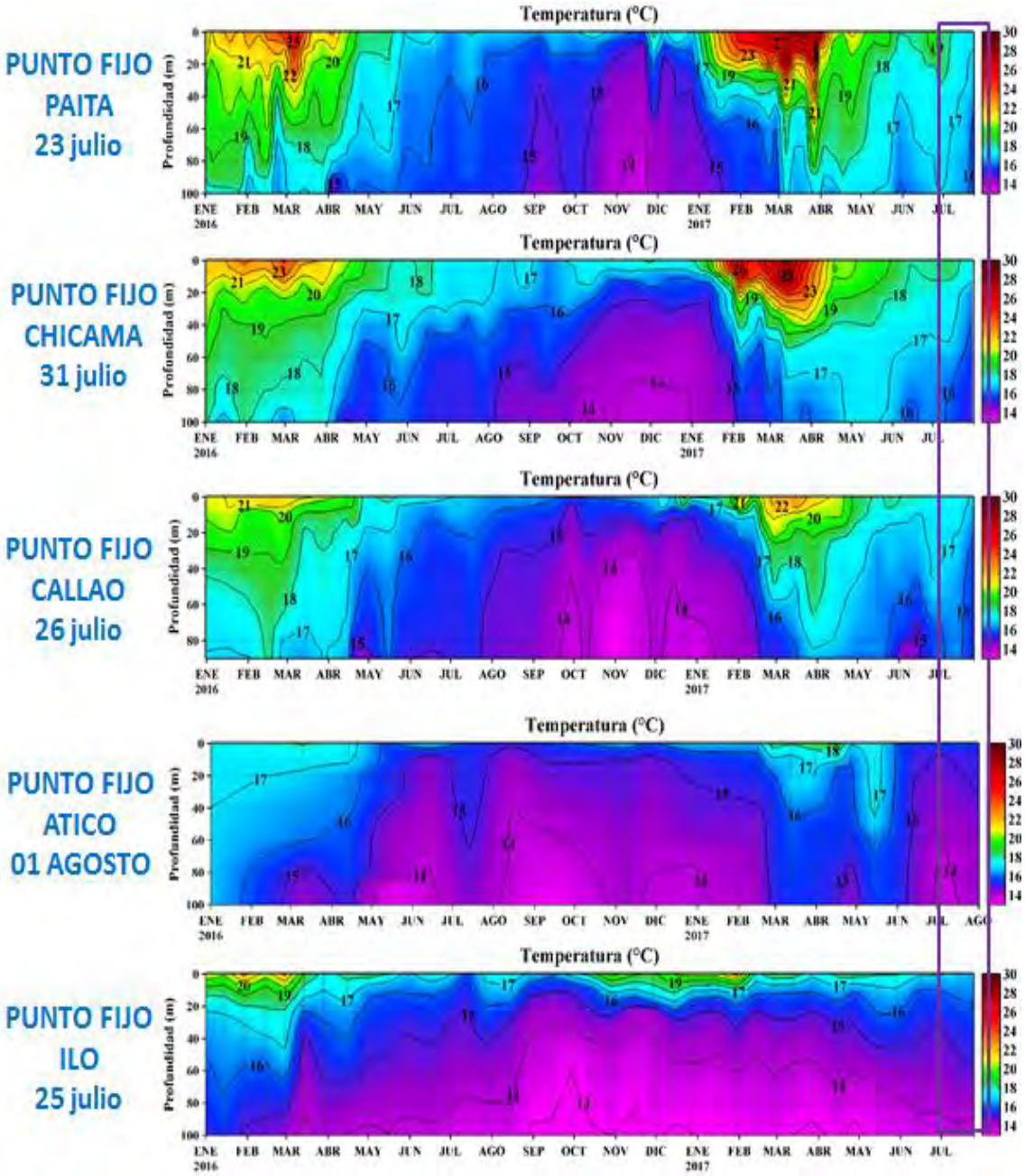


Figura 3.2.5.3. Series de tiempo de la estructura térmica en las estaciones fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico, e Ilo desde enero del 2016 a julio del 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: LHFM/DGIOCC/IMARPE.

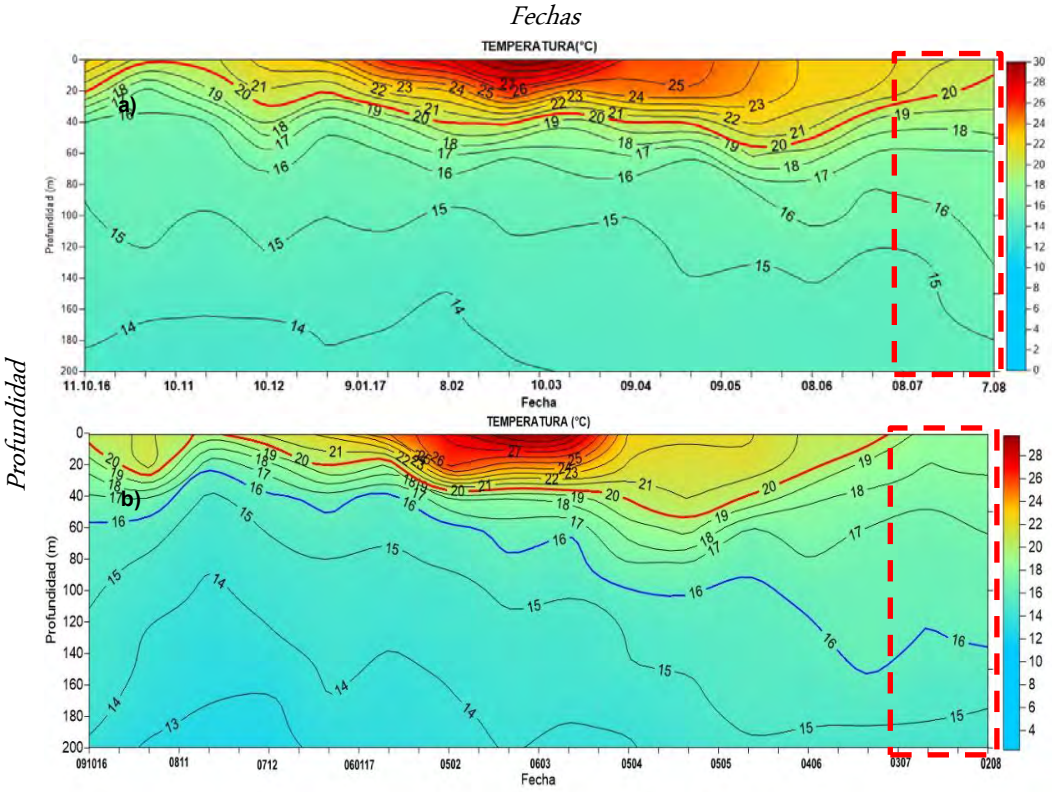


Figura 3.2.5.4. Diagrama de Hovmöller de la estructura térmica en los puntos fijos: a) 85°W y 2°S y b) 90millas de Paita hasta los 200 m de profundidad, desde el 11 de enero de 2016 hasta 07 de agosto 2017. El grafico inferior de la izquierda indica el punto de monitoreo. Fuente: Datos: ARGO, Grafico: DHN.

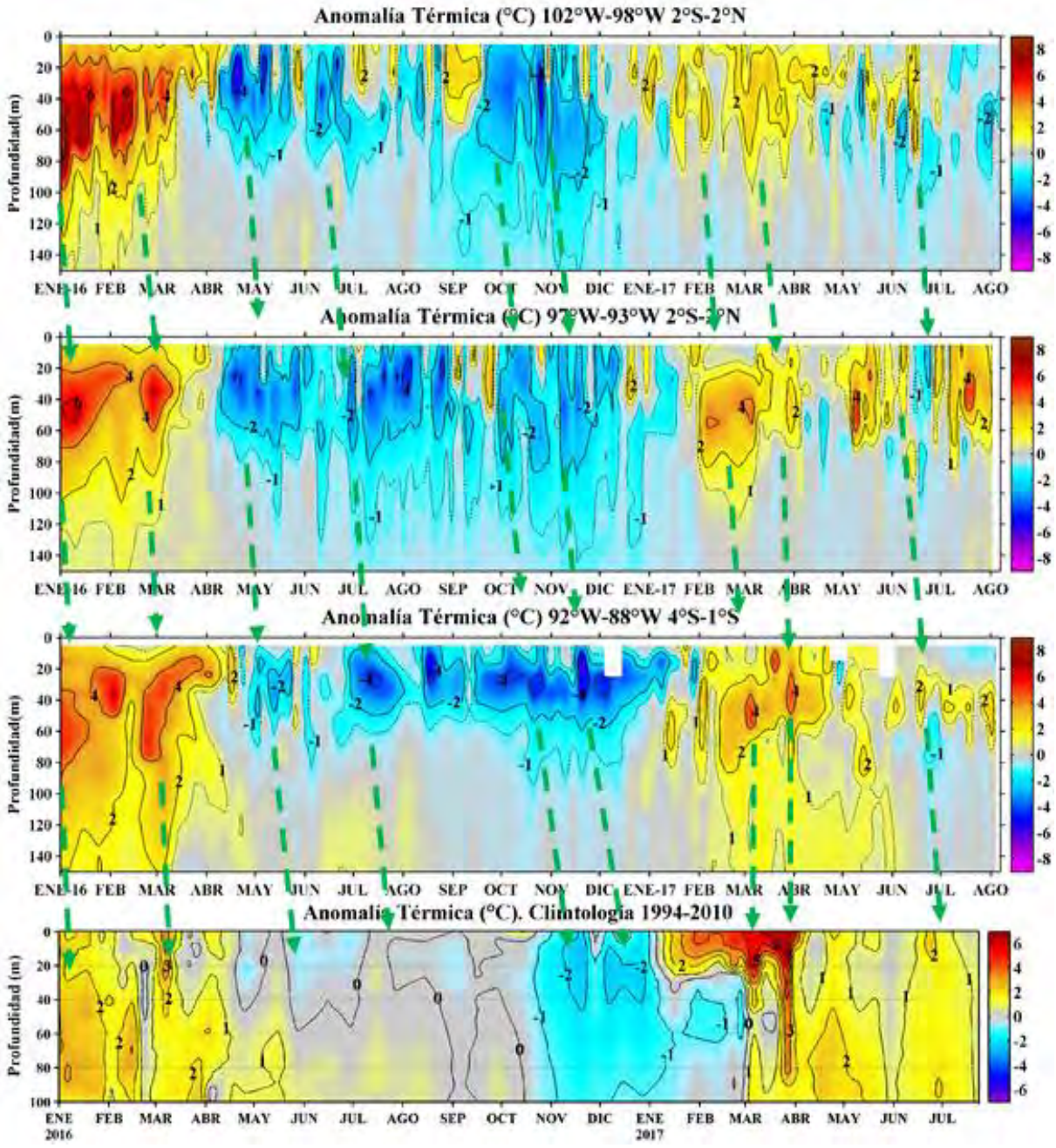


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo serie de anomalía térmica usando datos Argo y climatología GODAS (1993-2015) en la zona ecuatorial (a – c) y anomalía térmica de la estación fija de Paita. Fuente: IMARPE.

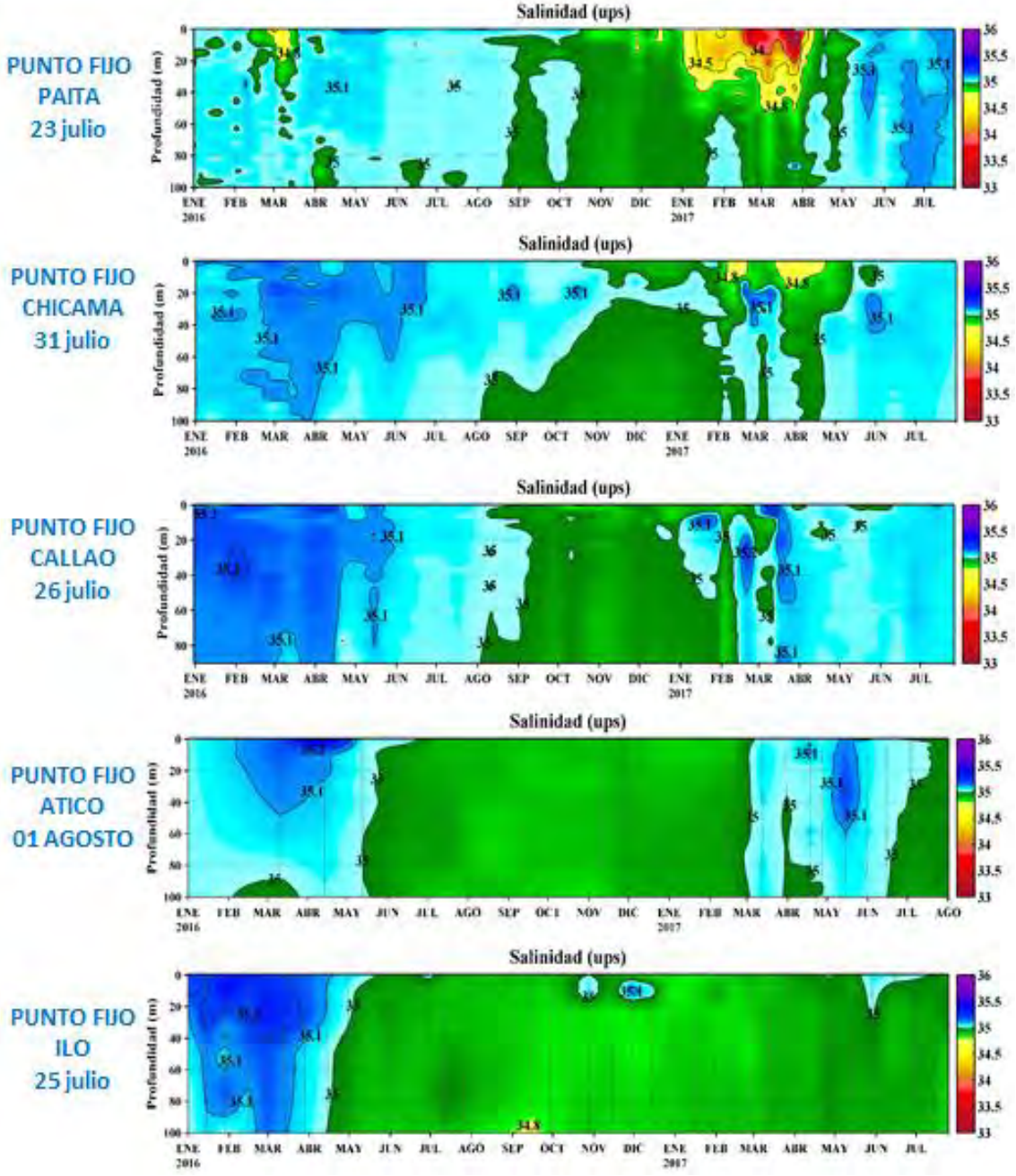


Figura 3.2.5.6. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (UPS) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo entre enero del 2016 y julio del 2017. Fuente: IMARPE.

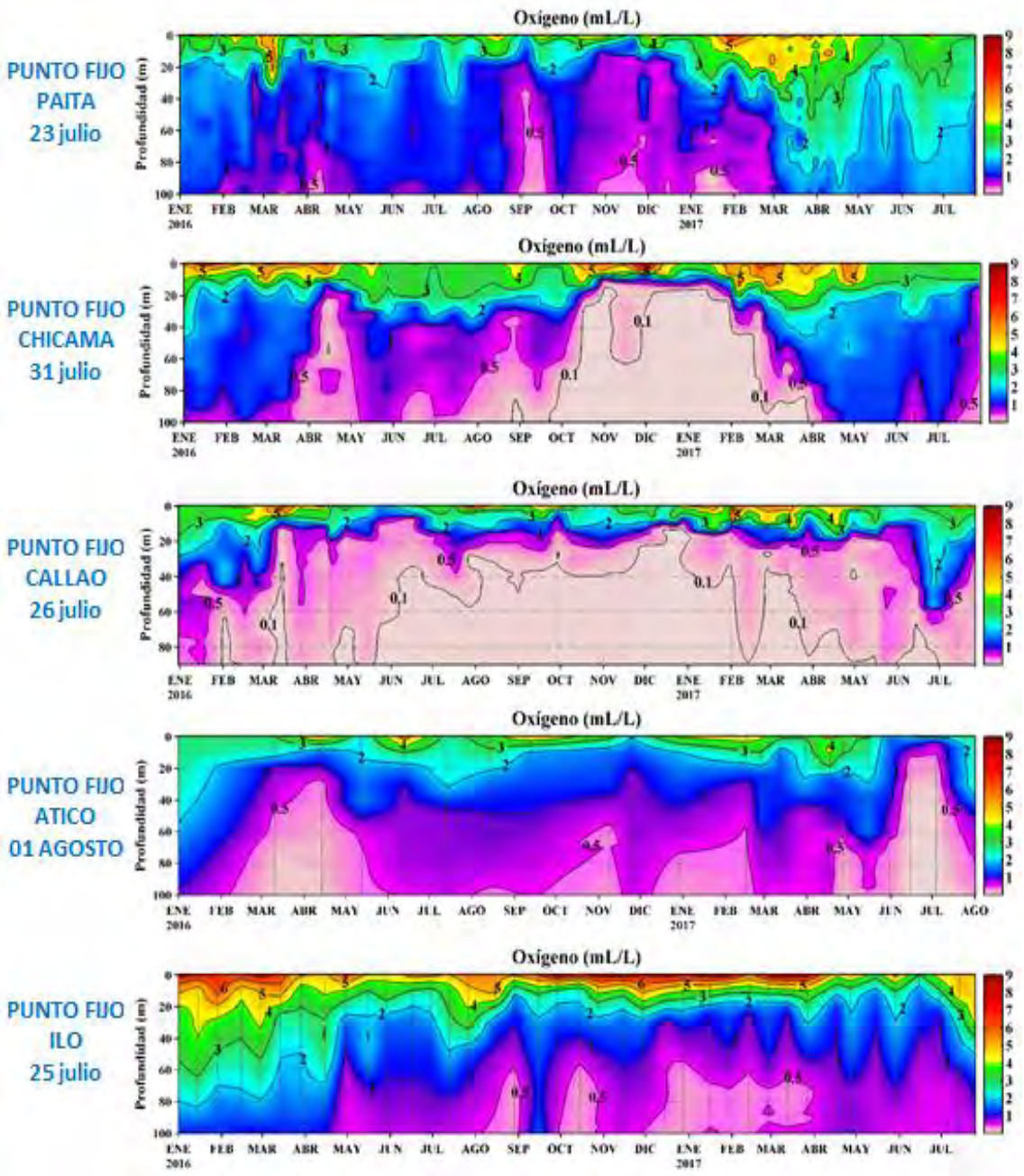


Figura 3.2.5.7. Series de tiempo del Oxígeno disuelto en el agua de mar (mL/L) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2016 a julio del 2017. Fuente: IMARPE.

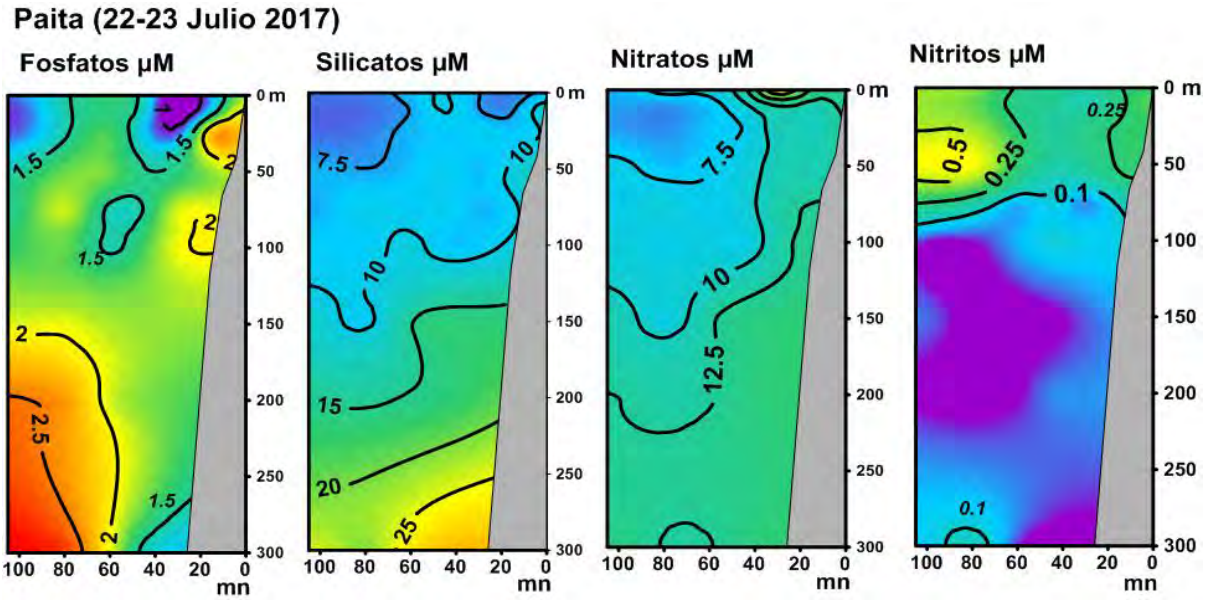


Figura 3.2.5.8. Distribución vertical de: a) fosfatos (uM), b) silicatos (uM), c) nitratos (uM), d) nitritos (uM) frente a Paita 22 – 23 de julio del 2017. BIC Flores 1707. Fuente: IMARPE.

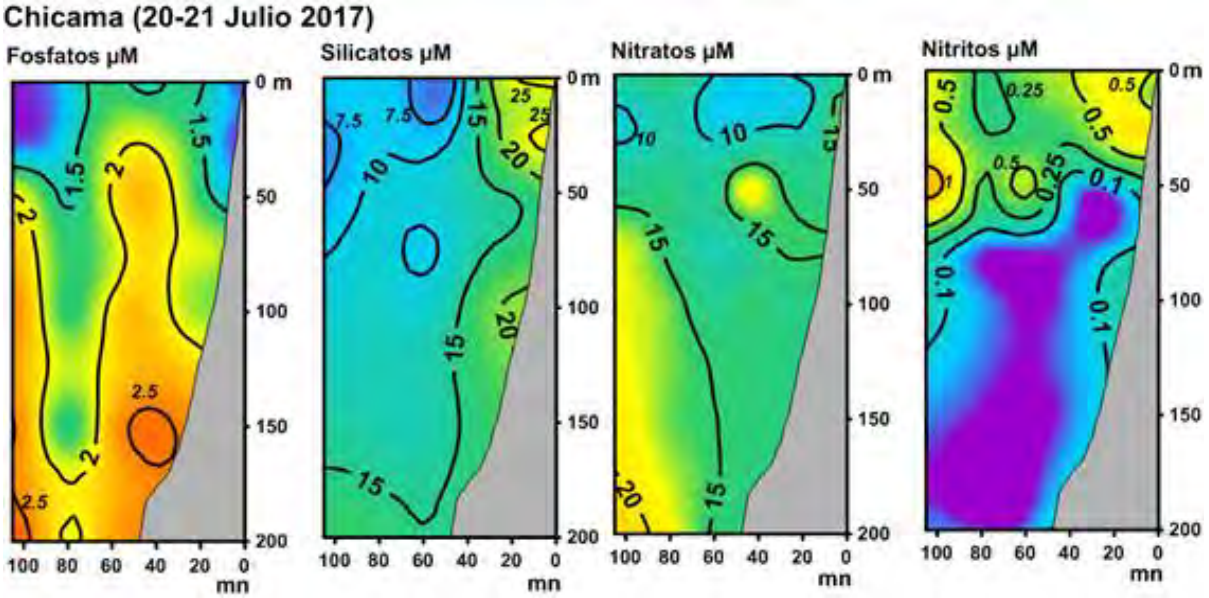


Figura 3.2.5.9. Distribución vertical de: a) fosfatos (uM), b) silicatos, c) nitratos y d) nitritos frente a Chicama. Monitoreo Bio-Oceanográfico frente a Chicama y Paita 20 – 21 de julio del 2017. BIC Flores 1707. Fuente: IMARPE.

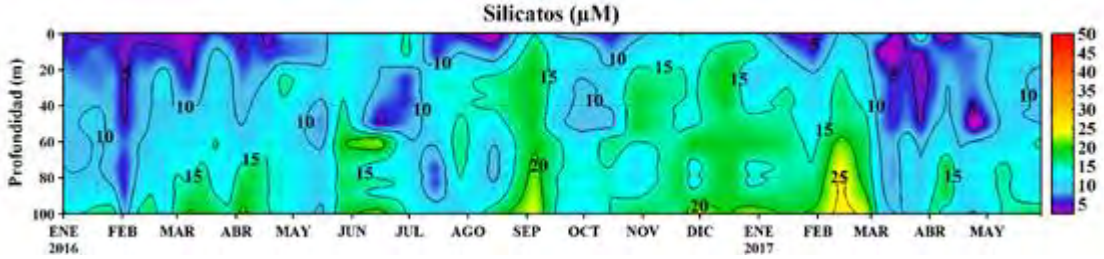


Figura 3.2.5.10. Series de tiempo de silicatos (uM) en la estación fija Paita de enero del 2016 a junio del 2017.

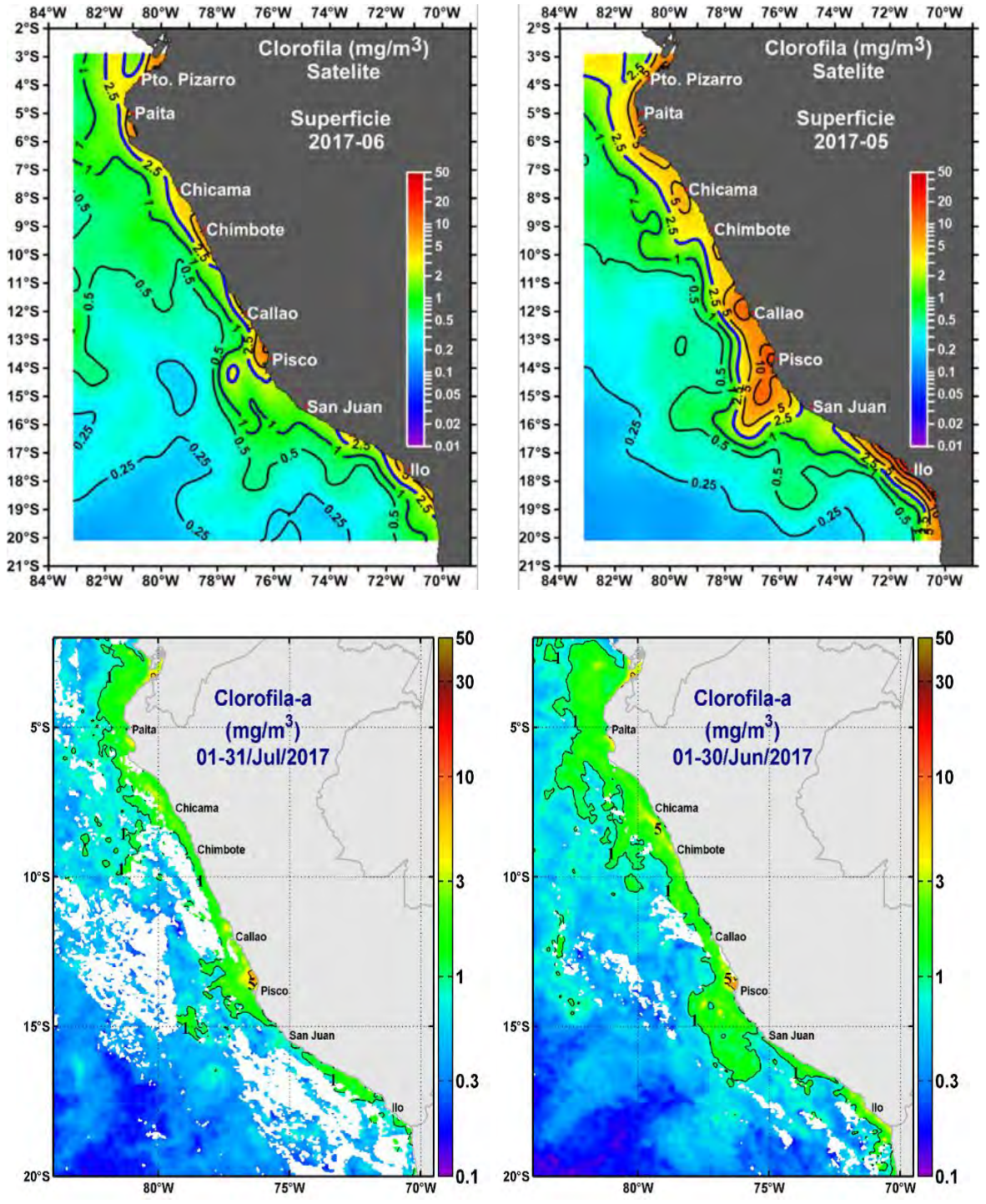


Figura 3.2.6.1. Distribución espacial de la clorofila "a" frente a la costa peruana durante julio y junio del 2017. Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

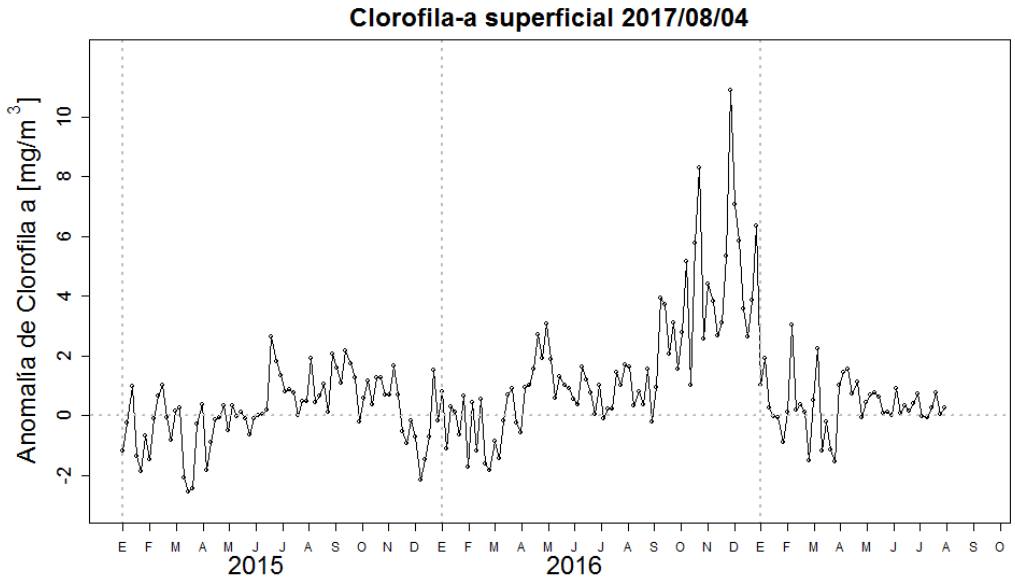
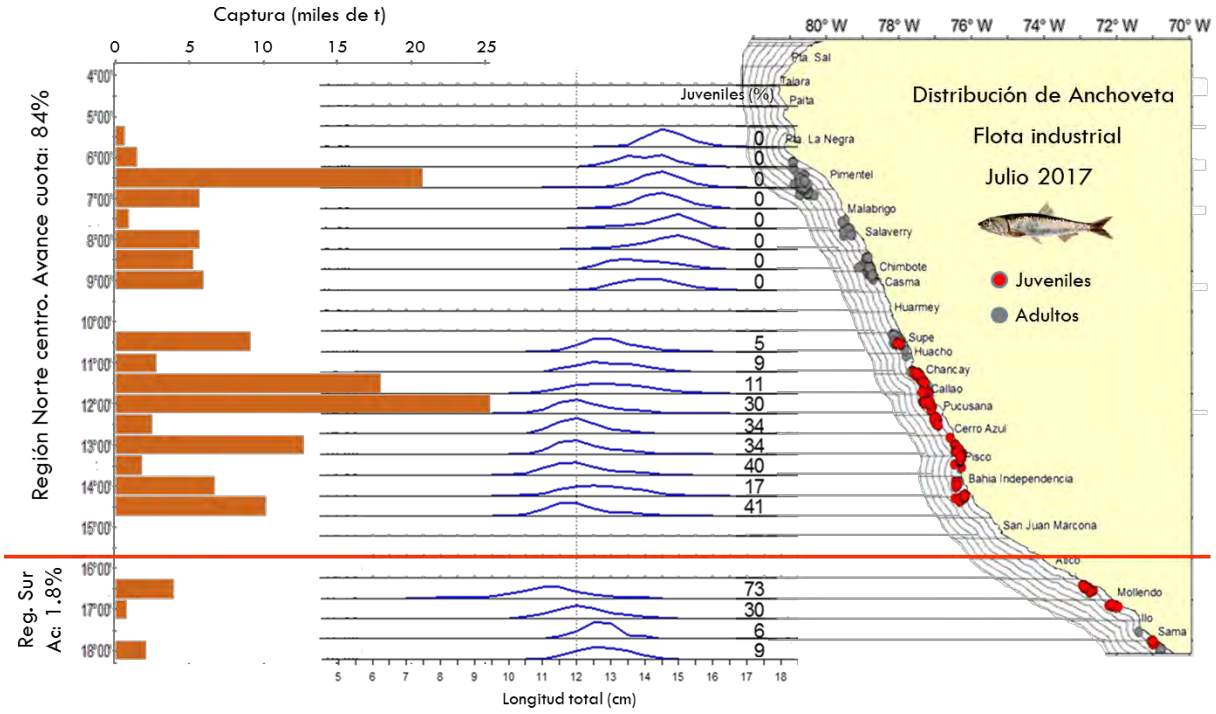
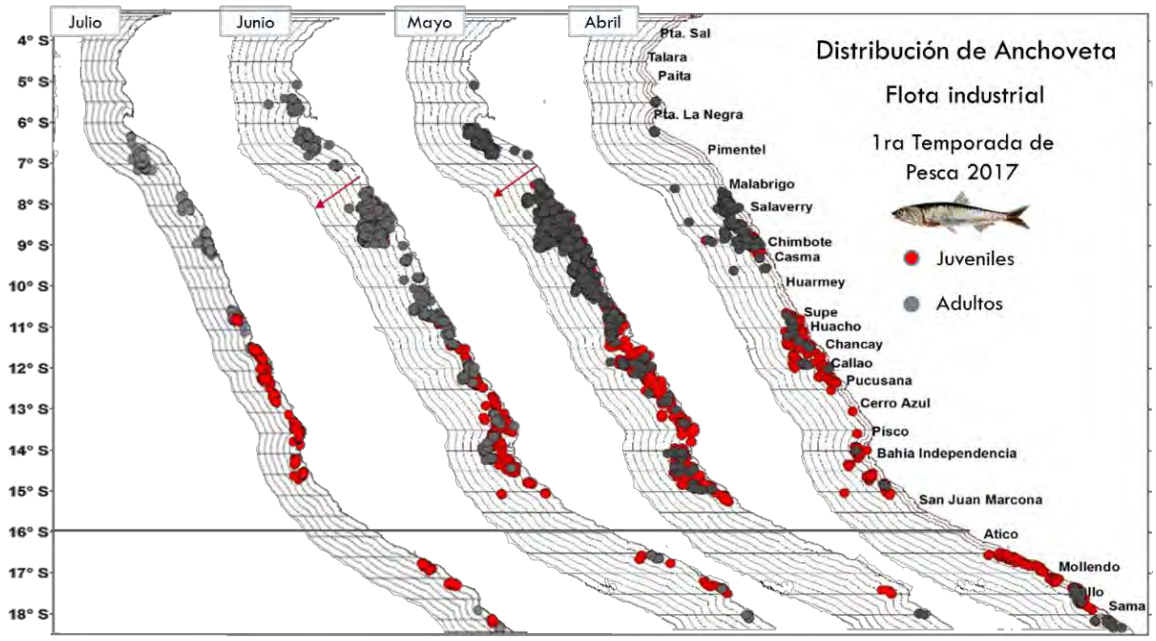


Figura 3.2.6.2. Diagrama Hovmöller de las anomalías pentadales de clorofila-a superficial entre los 04°S y 16°S (0-100km). Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.



(a)



(b)

Figura 3.2.7.1. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoveta por la flota industrial (a) y (b) durante la primera temporada de pesca de la región norte – centro y primera temporada en la región sur 2017. Abril - Julio. Fuente: AFIRNP.

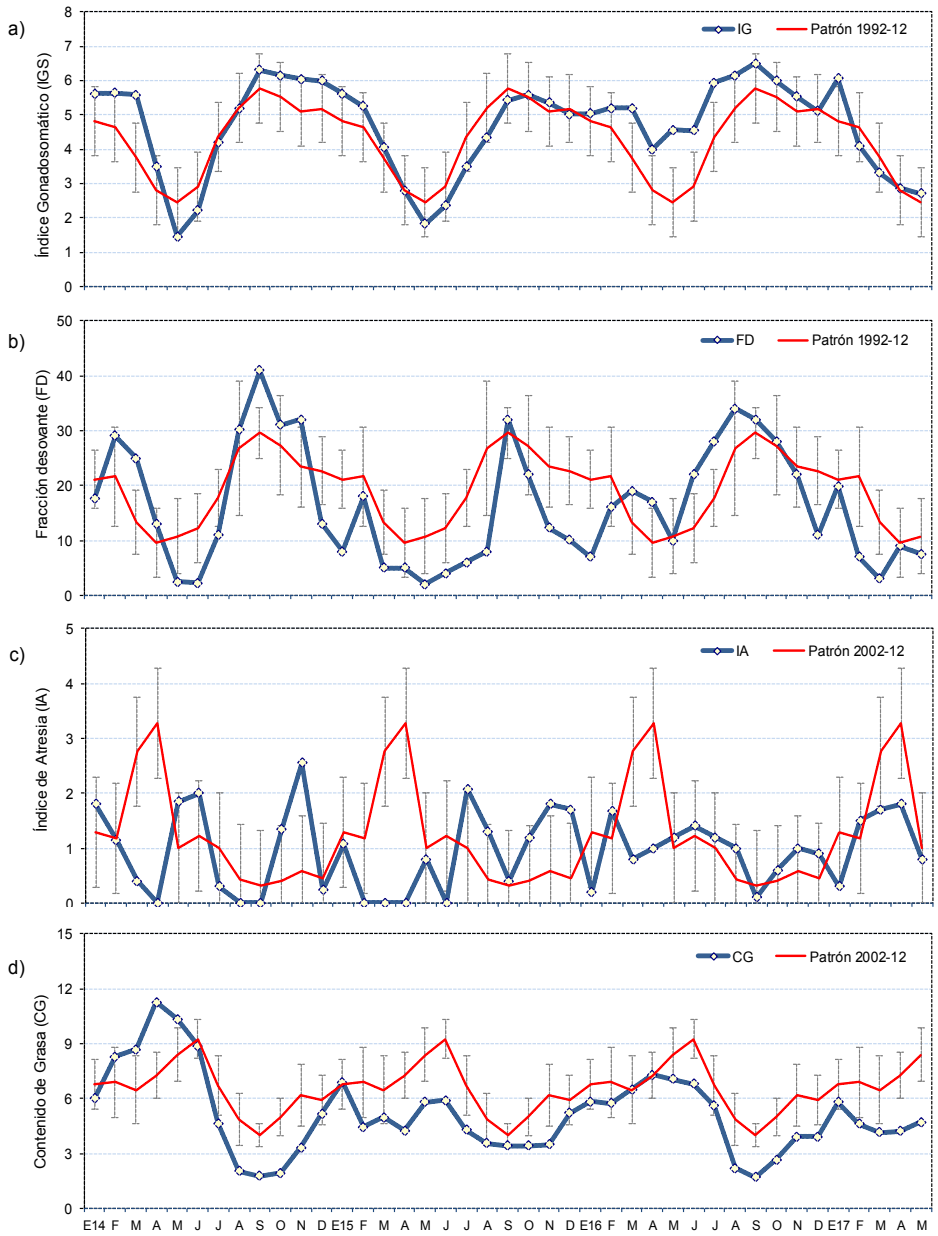


Figura 3.2.7.2. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomatico (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2012 – Julio 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

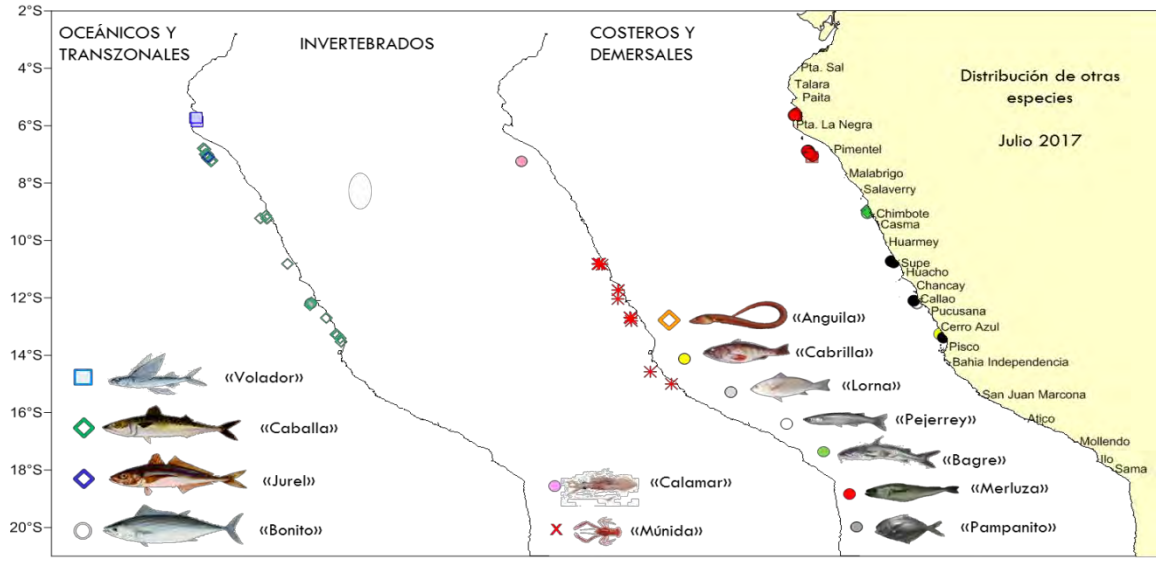


Figura 3.2.7.3. Otras especie registradas como pesca incidental en embarcaciones industriales dirigidas a la pesca de anchoveta durante julio 2017. Fuente: Bitácoras de Pesca/AFDPERP/DGIRP/IMARPE.

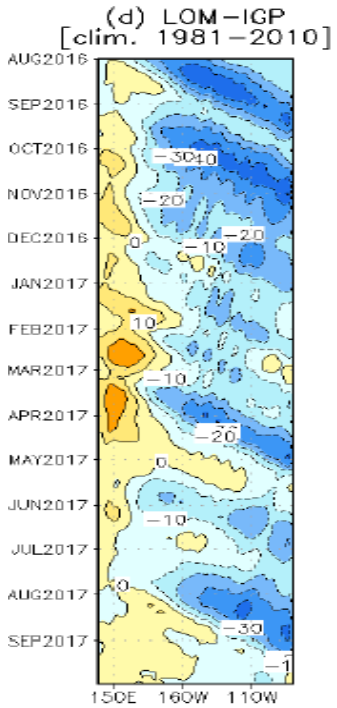


Figura 4.2.1 Diagrama Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacifico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby).

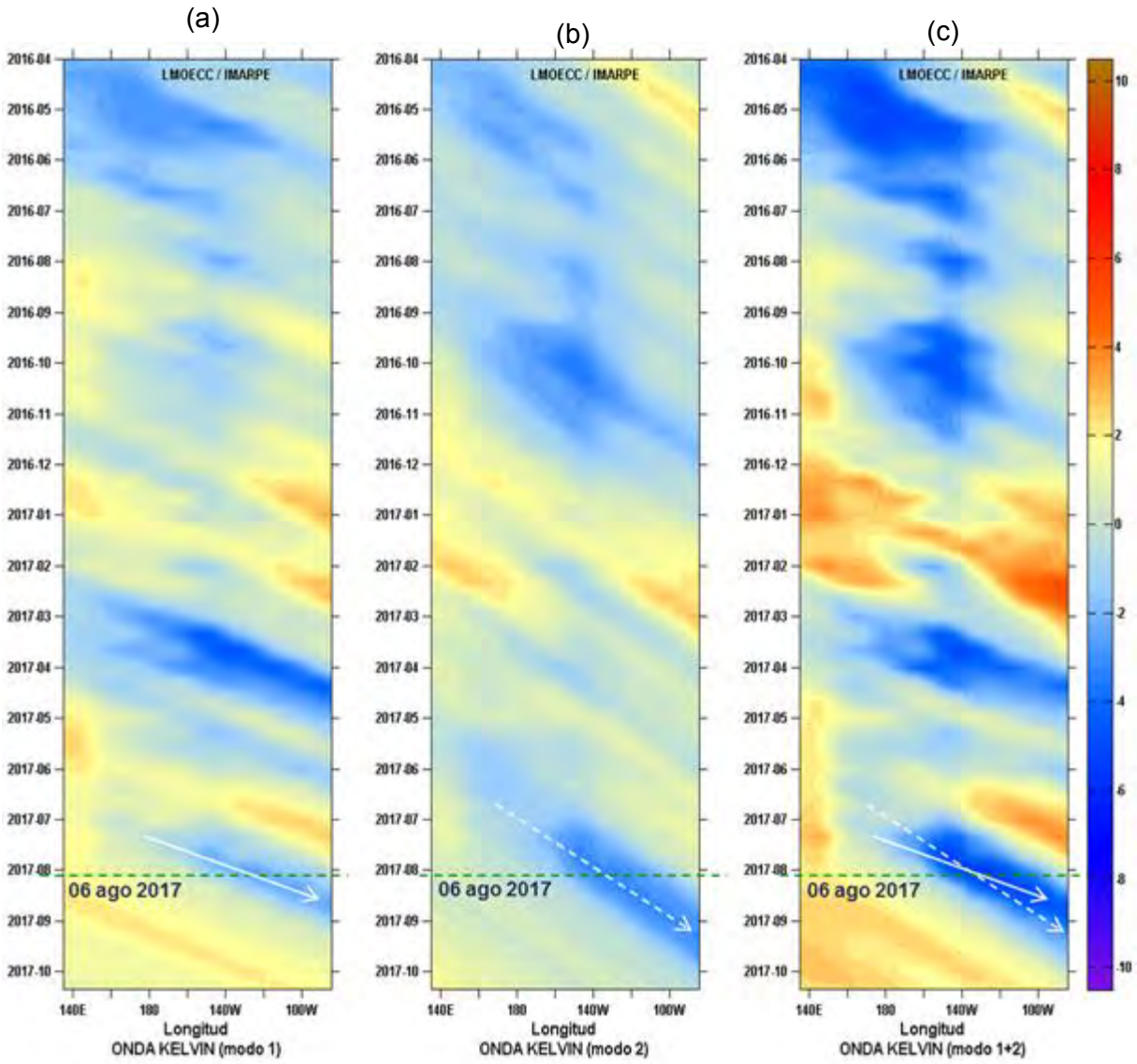


Figura 4.2.2. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacifico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

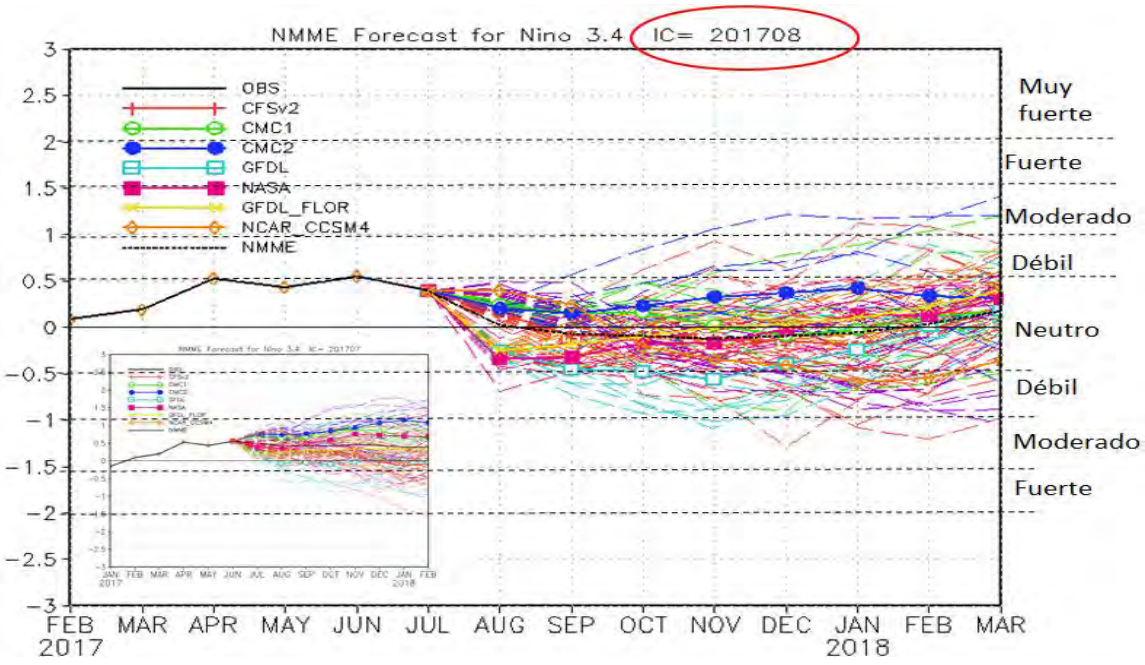


Figura 4.2.3. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

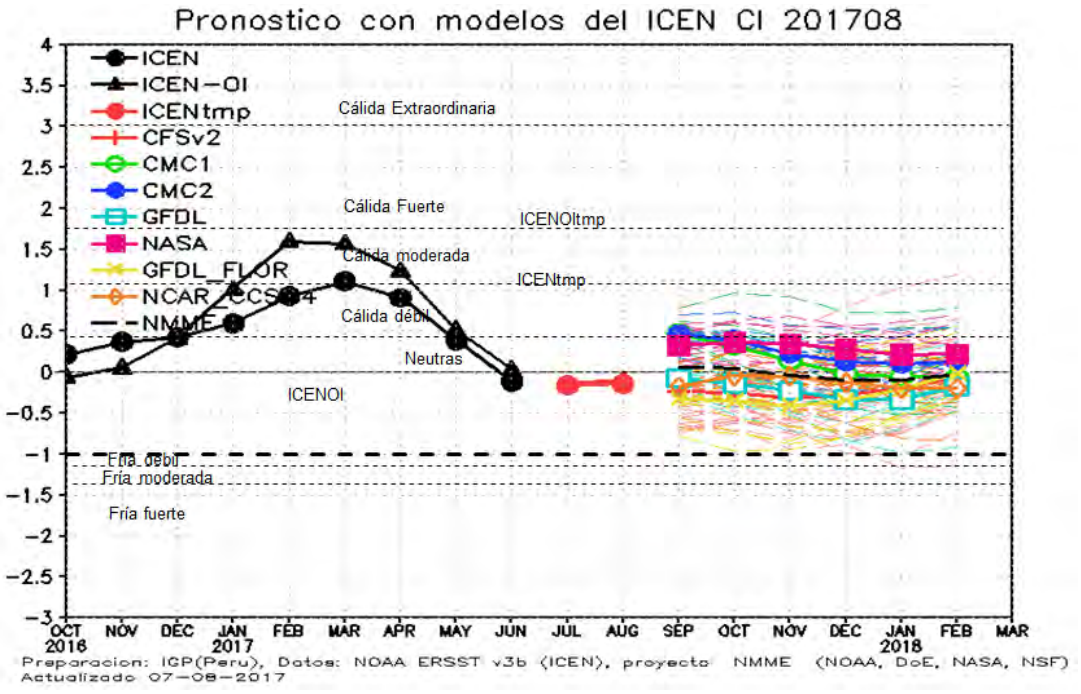


Figura 4.2.4. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos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

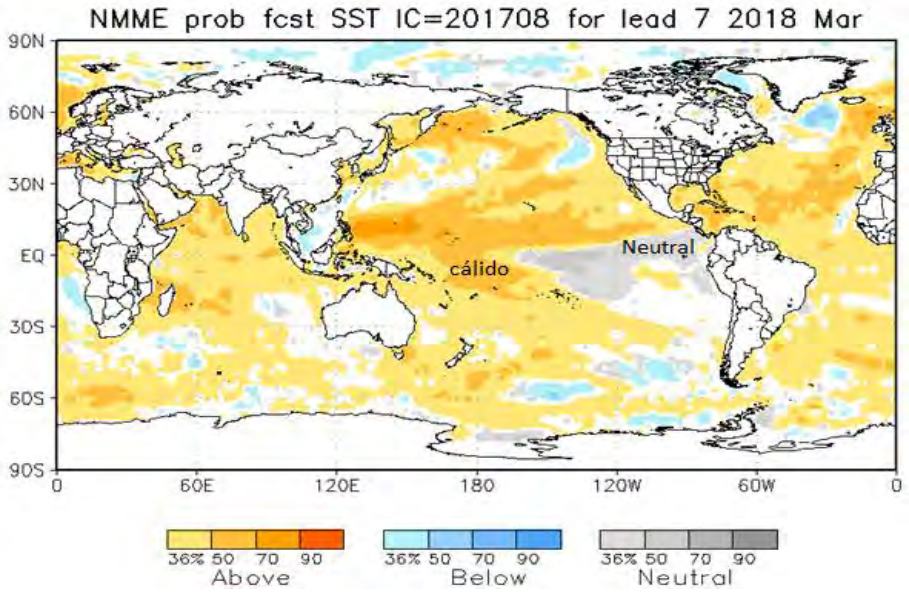


Figura 4.2.5. Pronósticos probabilísticos de temperatura superficial del mar (calibrados) para marzo del 2018 por modelos de NMME inicializados en agosto 2017 (Fuente: NOAA).

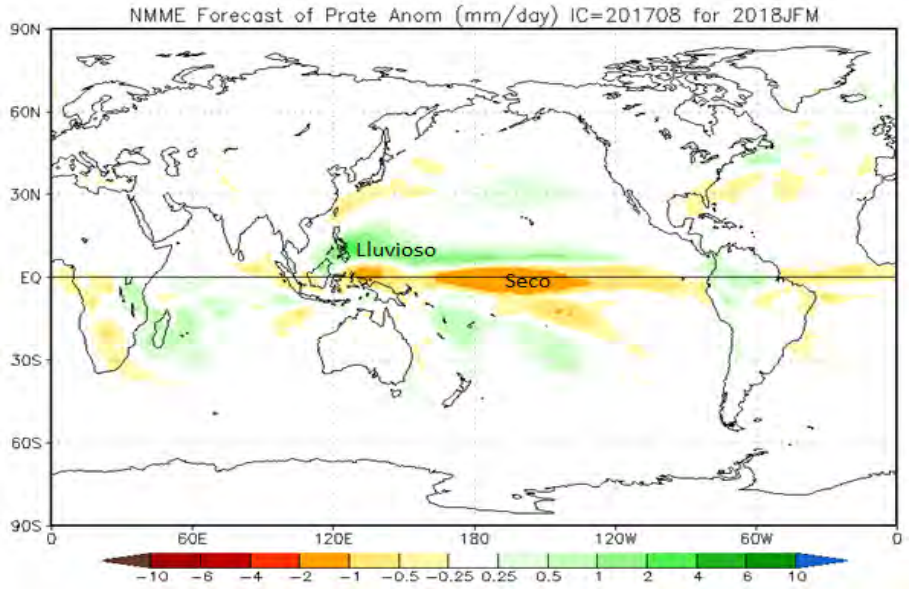


Figura 4.2.6. Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre enero – marzo 2018 por modelos de NMME inicializados en agosto 2017 (Fuente: NOAA).

8. TABLAS

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

Valores del Oceanic Niño Index (ONI)

Mes	ONI	Categoría
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
06/2017	0.27	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
07/2017	*0.10	Neutra
08/2017	**-0.01	Neutra

* Se usaron los datos de Jun y Jul 2017 (ERSST4) y Ago 2017 (NMME) .
** Se usaron los datos de Jun. 2017 (ERSST4), Jul y Ago2017 (NMME)
NMME CI 2017 08

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

Valores del ICENOI

Mes	ICENOI	Categoría
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
06/2017	0.04	Neutro

Mes	ICENOItmp	Categoría
07/2017	*-0.14	Neutra
08/2017	**-0.09	Neutra

* Se usaron los datos de Jun. Y Jul (SST-OI) y Ago (NMME)
** Se usaron los datos de Jul. 2017 (SST-OI), Ago y Set 2017 (NMME)
NMME CI 2017 08

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

Estación	ATSM (°C)							ANMM (cm)						
	2017													
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Talara	1.0	3.0	4.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	4	8	14	10	7	7	4
Paita	2.4	4.6	5.7	2.3	1.4	1.3	0.6	6	11	15	10	8	7	5
Isla Lobos de Afuera	0.7	4.2	5.8	2.1	0.0	1.0	-0.1	3	7	11	8	4	3	2
Salaverry	0.0	4.5	5.5	1.7	1.0	0.6	0.8	-	-	-	-	-	-	-
Chimbote	-0.2	2.6	4.4	1.4	0.7	1.0	0.8	1	7	11	9	4	2	3
Callao	0.2	1.9	2.9	1.8	1.1	0.7	0.8	-1	1	4	3	1	0	1
San Juan	0.5	0.6	0.9	0.6	1.4	0.7	0.8	5	3	7	6	6	5	3
Mollendo	-0.2	-1.3	-0.1	0.3	1.7	1.8	0.3	-	-	-	-	-	-	-
Matarani	-	-	-	-	-	-	-	1	-1	0	1	-1	1	-2
Ilo	0.1	-0.6	0	0.3	0.7	0.5	0.2	-	-	-	-	-	-	-

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

Modelo	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2		-0.37	-0.24	-0.25	-0.31	-0.28	-0.19	-0.06
CMC1		0.15	0.47	0.33	0.15	-0.02	-0.05	-0.06
CMC2		0.12	0.47	0.40	0.23	0.14	0.11	0.14
GFDL		-0.25	-0.08	-0.13	-0.22	-0.33	-0.33	-0.18
NASA		0.00	0.33	0.37	0.35	0.28	0.21	0.22
GFDL_FLOR		-0.40	-0.33	-0.35	-0.41	-0.34	-0.21	-0.01
NCAR_CCSM4		-0.38	-0.18	-0.04	-0.05	-0.13	-0.19	-0.20
NMME		**-0.16**	**0.06**	**0.05**	**-0.04**	**-0.10**	**-0.09**	**-0.02**
ONItmp	**-0.16**							

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

Modelo	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2		-0.27	-0.11	-0.12	-0.15	-0.19	-0.16	-0.03
CMC1		-0.03	0.17	0.10	0.01	-0.05	-0.02	0.07
CMC2		-0.04	0.18	0.22	0.29	0.36	0.37	0.35
GFDL		-0.42	-0.44	-0.54	-0.52	-0.43	-0.22	-0.01
NASA		-0.39	-0.29	-0.21	-0.09	0.02	0.11	0.21
GFDL_FLOR		-0.30	-0.18	-0.08	-0.02	0.03	0.11	0.24
NCAR_CCSM4		-0.06	0.13	-0.14	-0.36	-0.49	-0.56	-0.54
NMME		**-0.22**	**-0.08**	**-0.11**	**-0.12**	**-0.11**	**-0.05**	**0.04**
ICENtmp	**0.10**							

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	3%
La Niña débil	13%
Neutro	58%
El Niño débil	20%
El Niño moderado	5%
El Niño fuerte – extraordinario	1%

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	10%
La Niña débil	22%
Neutro	53%
El Niño débil	10%
El Niño moderado	3%
El Niño fuerte – muy fuerte	2%

ENFEN
Callao, julio de 2017.
Lima-Perú