

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 3 N°08

Agosto 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
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° 08, agosto de 2017, 61 p.

El Informe Técnico Enfen de agosto 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, Agosto 2017



PRESENTACIÓN

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



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

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

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'JAGT'.

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 agosto, b) 10 de agosto, c) 20 de agosto, y d) 31 de agosto 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.	Serie 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 septiembre de 2017 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microondas en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.	25
3.1.1.4.	Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de septiembre de 2016 a septiembre 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/m ²) y b) Anomalías pentadales de OLR para el mes de agosto del 2017. Datos: NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.	27
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 agosto. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	28
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 agosto. 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) 850 hPa para el mes de agosto 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 junio (a y b); julio (c y d); y agosto (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) 6 de agosto, b) 11 de agosto, c) 16 de agosto, d) 21 de agosto, e) 26 de agosto y f) 31 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 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.	34
3.2.1.1.	Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el de mes de agosto. 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 agosto; Inferior: Anomalía de la Presión a nivel del mar en el mes de agosto. 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 agosto, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, c) Ubicación espacial de la ZCIT durante agosto 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 agosto 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 ($^{\circ}\text{C}$) en la costa peruana desde enero 2016 a agosto del 2017. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.	38
3.2.3.1	Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para agosto 2017, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.	38
3.2.3.2	Series de tiempo actualizados a fines de agosto 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) Lambayeque, d) Rimac, 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 ($^{\circ}\text{C}$) cada tres días durante agosto del 2017 y b) Diagrama de Hovmoeller de ATSM ($^{\circ}\text{C}$) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano el periodo agosto 2016 /agosto 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 agosto 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 agosto 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 ($^{\circ}\text{C}$), 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 Paita, realizada durante el 28 y 29 de agosto de 2017. Fuente: IMARPE.	44
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 25 y 26 de agosto de 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 agosto del 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: LHFMDGIOCC/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 09 de octubre de 2016 hasta 11 de septiembre 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 agosto 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 agosto del 2017. Fuente: IMARPE.	49
3.2.5.8	Series de tiempo de Nitratos (μM) en la estación fija Callao de enero del 2016 a agosto del 2017. Fuente: IMARPE.	50
3.2.5.9	Series de tiempo de silicatos (μM) en la estación fija Chicama de enero del 2016 a agosto del 2017. Fuente: IMARPE.	50
3.2.5.10	Series de tiempo de fosfatos (μM) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Atico e Ilo de enero del 2016 a agosto del 2017.	50
3.2.6.1.	Distribución espacial de la clorofila “a” frente a la costa peruana durante julio y agosto 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 de menor escala y artesanal en la región norte – centro durante agosto. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	52

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 – Agosto 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	53
3.2.7.3	Especie registradas en la flota cerquera (industrial, menor escala y artesanal) durante agosto 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.	54
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).	54
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).	55
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 noviembre de 2016. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).	56
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).	57
4.2.6	Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre enero – marzo 2018 por modelos de NMME inicializados en agosto 2017 (Fuente: NOAA).	57

Tablas

Tabla 3.1.4.1	Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de noviembre 2016 a julio del 2017. Además el ONItmp para agosto y septiembre del 2017. Fuente IGP.	58
Tabla 3.1.4.2	Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de noviembre de 2016 a julio de 2017. Además el ICENtmp para los meses de agosto y septiembre de 2017. Fuente IGP.	59
Tabla 3.2.4.2.	Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre enero – agosto de 2017. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	59
Tabla 4.2.1	Pronósticos de ONI por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 3.4).	60
Tabla 4.2.2	Pronósticos de ICEN por modelos de NMME (promedios trimestrales de los pronósticos de las anomalías en Niño 1+2).	60
Tabla 4.3.1	Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño costero – La Niña costera en el verano Diciembre 2017 – Marzo 2018.	60
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.	61

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, agosto 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 AGOSTO	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).....	19
4.3 A Largo Plazo (Más de 3 meses).....	20
5 CONCLUSIONES	20
6 REFERENCIAS	22
7 FIGURAS	24
8 TABLAS	58

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 agosto de 2017.

Con respecto a la componente océano-atmósfera, en la región del Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) continuó evidenciando una tendencia descendente, reportando en el mes de agosto una anomalía de $-0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Durante la primera y segunda semana del mes de agosto se observó en el Pacífico central una continuación de anomalías de vientos del este, aportando en la generación de una segunda onda Kelvin fría que llegaría en el mes de octubre. Según el valor temporal del índice Oceánico Niño (ONI), el Pacífico central mantuvo condiciones de ENSO neutral ($-0,27\text{ }^{\circ}\text{C}$).

En el Pacífico Oriental, incluyendo la costa peruana, se presentó una reducción de los valores de TSM respecto al mes de julio. En promedio dentro de las 20 mn (millas náuticas) predominaron aguas de afloramiento costero, por lo que, la TSM y el Nivel Medio del Mar (NMM) presentaron valores cercanos a lo normal. El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) hasta julio fue $-0,47\text{ }^{\circ}\text{C}$ (condición neutra) y los valores estimados del ICEN para agosto y septiembre (ICENtmp) siguen manteniendo la tendencia a la neutralidad.

En tanto, en el Pacífico ecuatorial central – oriental, la actividad convectiva se mantiene inferior a su climatología, en contraste, el patrón anómalo de convección ecuatorial sigue indicando un desplazamiento hacia el Pacífico occidental, consistente con condiciones tipo La Niña. El contenido de calor oceánico y la inclinación de la termoclina ecuatorial se presentaron con valores alrededor de su normal. 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 Intertropical (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 93% y 73% respectivamente.

En las secciones oceanográficas se detectaron anomalías positivas de la temperatura de hasta $+1,0^{\circ}\text{C}$ 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. Por otro lado, la clorofila – a, indicador de la producción del fitoplancton, mostró en agosto condiciones promedio normales de acuerdo con su estacionalidad.

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

2. DATOS

2.1. Variables

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

2.2. Índices

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

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	X															IMARPE
	Nivel medio del Mar		X				X	X						X	X	X						IGP
				X															X			DHN
	Salinidad						X													X	IMARPE	
Biogeoquímicas	Oxígeno y Nutrientes			X	X	X															IMARPE	
	Clorofila			X	X	X															IMARPE	
																				X	IMARPE, Climatología: 2002-2014	
Pesquerías	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 AGOSTO

3.1. Condiciones a Macroescala

3.1.1. Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

Durante agosto, la anomalía de la TSM en el Pacífico ecuatorial central (Región Niño 3.4) continuó disminuyendo, manifestando condiciones normales con un valor promedio de $-0,15^{\circ}\text{C}$ (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), se mantuvieron las condiciones normales, con un pico de enfriamiento a mediados del mes hasta -1°C , pero en promedio del mes, presentó condiciones normales con un valor de $-0,45^{\circ}\text{C}$ (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 agosto mostró un valor de $+3,3$ (Figura 3.1.1.5), este valor indica condiciones neutras 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), continuó mostrando una tendencia a la neutralidad en la región central y oriental del Pacífico; durante este mes resaltó la condición seca, aunque se evidenció actividad convectiva en la zona nor-occidental del Pacífico y sobre el este del Océano Índico (Figura 3.1.1.6 a y b)

En el Pacífico central (160°E - 160°W ; 5°S - 5°N), el esfuerzo de viento zonal continuó con anomalía del este, siendo de menor magnitud que el mes anterior, tanto en la tropósfera baja (Figura 3.1.1.11 b) como sobre la superficie oceánica (Figura 3.1.1.10 a). De esto último, el esfuerzo de viento sobre la superficie marina mostró pulsos del este predominantes hacia la quincena del mes, reduciéndose hacia finales de mes. Por otro lado, hacia el Pacífico ecuatorial oriental (140°W – 80°W), la actividad convectiva fue menor respecto a su climatología (Figuras 1 y 2), el patrón anómalo de convección ecuatorial continuó indicando un desplazamiento hacia el Pacífico occidental, consistente con condiciones tipo La Niña. (Figura 3.1.1.9 a y Figura 3.1.1.11 b).

En niveles altos de la tropósfera (200 hPa), sobre el Pacífico Ecuatorial, dominó la configuración normal del viento zonal. Asimismo, sobre la región nororiental del continente sudamericano, se evidenció un patrón de vientos anómalos del este resaltando sobre Brasil (Figura 3.1.1.11.a).

Las secciones verticales de la tropósfera a lo largo de la franja ecuatorial presentaron flujos subsidentes sobre el Pacífico ecuatorial central y oriental, asociado a una intensificación de la convección en el Pacífico occidental (100°E - 140°E); sin embargo, las convecciones se presentaron de menor intensidad entre 140°E – 160°E . (Figura 3.1.1.12) respecto a su climatología.

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 con una tendencia a la descarga y empinamiento de la termoclina (Figura 3.1.2.2). Por otro lado, se observó la presencia de una onda Kelvin fría, la cual se habría formado por vientos del este durante el mes de julio e inicios de agosto, según la información de la profundidad de la termoclina (Figura 3.1.1.9) y datos de altimetría (Figura 3.1.1.10, panel b y c).

A nivel sub – superficial se observó durante todo el mes, dos núcleos positivos aislados dentro de los 100 m de profundidad uno alrededor de los 120°W y al oeste de la línea de cambio de fecha con una anomalía positiva de 1°C, mientras que en la región central condiciones normales, asimismo, se encontró un núcleo frío entre los 150 m y 200 m de profundidad con una anomalía de -2°C, con un desplazamiento este y hacia la superficie, disminuyendo el enfriamiento en la región oriental hacia condiciones neutras en la columna de agua (Figura 3.1.2.1). El nivel del mar en la franja ecuatorial presentó a inicios del mes anomalías negativas en la región central hasta de -10 cm, pero a partir de la quincena del mes los niveles también disminuyeron en la región oriental, presentando valores de -5 cm en estas dos regiones a finales del mes.

Durante el mes de agosto se observaron pulsos de viento del este de una magnitud notable como para formar más ondas Kelvin frías que arribarían a partir del mes de noviembre.

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 -0,1 °C en julio 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 agosto y septiembre de 2017.

3.2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL

3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Suroriental

Durante el mes de agosto, en promedio, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración zonal con núcleo intenso, con una anomalía de hasta +3 hPa en su centro. A partir de la segunda quincena del mes, la aproximación al sureste de su posición normal contribuyó al incremento de vientos costeros de moderada intensidad a lo largo de la costa central y sur del Perú; condición que favorece las temperaturas ligeramente frías en el mar peruano (Figura 3.2.1.1).

Frente al litoral peruano, el esfuerzo de viento de componente sureste permaneció ligeramente intenso (Figura 3.2.1.2 b) contribuyendo al 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 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 ($> 8,0$ 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 con valores arriba de los $500 \text{ m}^3/\text{s}/100\text{m}$ al norte de los 5°S , mientras que, entre los 5°S y 16°S presentó valores entre 100 y $250 \text{ m}^3/\text{s}/100\text{m}$. Al sur de 16°S el afloramiento costero no fue significativo (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 registran valores dentro de su variabilidad climática ($\pm 1^{\circ}\text{C}$), sin embargo se evidenciaron algunos incrementos térmicos en Puerto Pizarro (Tumbes), superando en $+2,1^{\circ}\text{C}$ su normal mensual (Figura 3.2.2.1).

3.2.3. Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

A diferencia del mes de julio, episodios de lluvias ligeras se registraron en la sierra norte del país, principalmente en el flanco occidental. Asimismo, lluvias ocasionales de gran magnitud incrementaron los acumulados en la selva norte y selva central alta (Figura 3.2.3.1). Cabe mencionar que a lo largo de los Andes predominaron condiciones secas propias de la estacionalidad.

Los caudales de los ríos de la costa del país continuaron presentando características propias del periodo de estiaje con tendencias estables y descendentes. Las reservas hídricas en la costa norte y sur vienen operando en promedio al 93% y 73% de su capacidad hidráulica (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, presentando a inicio del mes predominio de anomalías negativas, aumentando su cobertura e intensidad hasta observar anomalías de hasta -3°C para finales del mes. Frente a la costa central y sur, las anomalías de la TSM también disminuyeron hasta condiciones normales (Figura 3.2.4.2).

Para el mes de julio de 2017, el Índice Costero El Niño (ICEN) basado en ERSST indicó una condición climática Neutra ($-0,49^{\circ}\text{C}$) al igual que el ICENOI ($-0,47^{\circ}\text{C}$), 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 agosto y septiembre. 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 peruano las anomalías de la TSM mostraron una tendencia hacia la normalización desde anomalías positivas de $+0,8^{\circ}\text{C}$ a inicios del mes hasta alcanzar anomalías negativas a fines, sin embargo estuvieron dentro del rango de su variabilidad normal, presentando en promedio condiciones normales en todo el litoral peruano. (Tabla 3.2.4.2, Figura 3.2.4.3 a y b).

El Nivel Medio del Mar (NMM) mostró en la primera quincena (Figura 3.2.4.4 b) y a finales del mes la disminución de sus niveles debido a los incrementos de los vientos Alisios durante esos días hasta valores de hasta -10 cm , pero en promedio del mes presentó niveles normales (Tabla 3.2.4.2 y Figura 3.2.4.4 a).

3.2.5. Condiciones oceanográficas sub-superficiales frente al litoral peruano.

En la sección de Paita realizada el 23 y 29 de agosto 2017 (Figura 3.2.5.1), sobre los 100 m de profundidad, las temperaturas variaron de 17°C a 15°C con una débil termoclina, mientras que sobre los 50 m predominaron las anomalías entre $-1,0^{\circ}\text{C}$ principalmente. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 90 y 110 m de profundidad. Por debajo de los 100 m, las anomalías fueron cercanas a cero, a excepción de un núcleo de $-1,0^{\circ}\text{C}$ sobre el talud continental entre los 250 m y 350 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 a y b). Las concentraciones de sales mostró la predominancia de aguas de mezcla hasta los 100 km de la costa durante todo el mes (Figura 3.2.5.6). Sobre los 50 m estuvieron asociadas a ACF, excepto en la capa superficial alrededor de las 40 mn. Por fuera de las 90 mn de la costa (30 – 70 m), donde se presentó mezcla debido a la interacción de las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y ACF, se generaron ligeras anomalías positivas en la capa superficial de hasta $+0,05\text{ ups}$ (Figura 3.2.5.1 c y d). La profundidad de la oxiclina, asociada a la iso-oxígeno de 1 mL/L, ascendió de 160 m a 120-140 m de profundidad fuera de las 40 mn, mientras que se ubicó a menos de 80 m en la zona costera. El límite superior de la ZMO ($\text{OD} < 0,5\text{mL/L}$) se presentó a unos 150 m de profundidad en toda la sección. Sobre los 120 m, predominaron flujos hacia el norte en la franja entre los 20 y 60 mn, con velocidades de hasta 10 cm/s. Por fuera de las 60 mn y dentro de las 10 mn predominaron flujos hacia el sur, con velocidades de hasta 20 cm/s en el primer caso (Figura 3.2.5.1 e y f).

La sección Chicama realizada el 25 y 26 de agosto 2017 (Figura 3.2.5.2), sobre los 100 m se registraron temperaturas entre 15°C y 19°C con una termoclina por encima de los 70 m de profundidad. La isoterma de 15°C se ubicó entre los 80 y 100 m, lo que significó un descenso de hasta 50 m en relación a lo observado el mes de julio.

En los primeros 80 m de profundidad las anomalías térmicas fueron de hasta +0,5°C dentro de las 50 mn frente a la costa; en cambio por fuera de esta las anomalías térmicas presentaron valores de hasta +1,0°C, asociado a la presencia de las ASS (Figura 3.2.5.2 a y b). Las ASS se localizaron por fuera de las 40 mn y encima de los 60 m, aunque su influencia alcanzó la costa generando mezcla con las ACF durante todo el mes (Figura 18 b, Figura 20 c). Predominaron anomalías halinas positivas sobre los 50 m, con anomalías máximas de +0,20 ups, asociadas a las ASS (Figura 3.2.5.2 c y d). La distribución del oxígeno mostró el ascenso de las iso-oxígenas debido a los procesos de afloramiento costero. La oxiclina se presentó a unos 50-60 m de profundidad fuera de las 30 mn y a menos de 30 m en la zona costera. El borde superior de la ZMO alcanzó una mayor profundidad sobre la plataforma externa (100 m), mientras que fuera de la plataforma y en la zona más costera se ubicó a 60 m de profundidad. Por otra parte, se observó núcleos de flujos geostroficados con dirección al norte entre las 40 y 60 mn (0 – 50 m) y por fuera de las 80 mn de la costa (0 – 300 m), de hasta 20 cm/s. (Figura 3.2.5.2 e y f).

En las estaciones fijas de Paita, Chicama y Callao se observó la emergencia y ascenso de las isoterms de 15°C y 16°C, mientras que en Atico se observó un descenso de las isoterms de 13°C y 14°C, en tanto Ilo también evidenció un descenso de las isoterms 14°C y 15°C (Figura 3.2.5.3). Además, se detectó una disminución de las anomalías positivas hacia valores cercanos a cero y anomalías ligeramente negativas frente a Paita, Chicama y Callao, en donde la salinidad del mar mostró aguas de mezcla entre ASS y ACF en gran parte de columna de agua (Figura 3.2.5.5).

Frente a Paita, la boya Argo ubicada alrededor de los 85°W y 2°S, presentó un enfriamiento y aumento en la salinidad en la quincena del mes, para luego calentarse debido al ingreso de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), con valores de salinidad menores de 34,8 ups y temperaturas mayores de 20°C dentro de los 50 m de profundidad, mientras que en la boya a 90 millas de costa continuó enfriándose hasta temperaturas alrededor de 17°C, y salinidades de 35 ups, identificadas como aguas de mezcla durante el mes (Figura 3.2.5.4).

La salinidad del mar mostró aguas de mezcla entre ASS y ACF en gran parte de columna de agua frente a Paita, Chicama y Callao. Por otra parte en Atico e Ilo se observó la presencia de ACF en la columna de agua (Figura 3.2.5.6).

En cuanto al 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 50 m de profundidad aproximadamente en Chicama y a los 20 m en Callao. En cambio, en Atico e Ilo se registró primero un ascenso y luego una profundización durante el mes 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

Los nitratos en las estaciones costeras mostraron un incremento de sus concentraciones en la columna de agua. Las estaciones con mayor concentración de nitratos fueron Chicama, Callao y Atico. En Paita e Ilo, la columna de agua presentó un valor promedio de $10 \mu\text{mol.L}^{-1}$, mientras que en Chicama y Callao los valores estuvieron alrededor de $15 \mu\text{mol.L}^{-1}$. La estación Callao se caracterizó por presentar valores mayores a $25 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (Figura 3.2.5.8).

Los silicatos también presentaron un incremento en sus concentraciones durante agosto. Las menores concentraciones en la columna de agua se observaron en Paita y Chicama ($\sim 15 \mu\text{mol.L}^{-1}$). En Callao, la isolínea de $25 \mu\text{mol.L}^{-1}$ se superficializó hasta los 20 metros. En Atico a finales del mes se observaron concentraciones entre $25\text{-}30 \mu\text{mol.L}^{-1}$ en la columna de agua. En Ilo la isolínea de $25 \mu\text{mol.L}^{-1}$ se observó a los 80 metros (Figura 3.2.5.9).

El incremento de los fosfatos se observó durante la última quincena del mes de agosto con concentraciones en promedio en la columna de agua de $1,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$ en Paita e Ilo y de $2,5 - 3,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$ entre Chicama y Atico (Figura 3.2.5.10).

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 agosto de 2017, donde se observaron valores conforme a su estacionalidad o ligeramente mayores, variando entre $-0,1$ y $+0,7 \text{ mg.m}^{-3}$ en la franja de 100 Km. La zona de mayor productividad se detectó frente a la costa de Pisco, llegando a alcanzar anomalías de $+2 \text{ mg.m}^{-3}$ en promedio (Figura 3.2.6.2). Asimismo, cabe señalar que la presencia de nubes fue muy frecuente durante el mes de agosto (20 días cubiertos en promedio); sin embargo entre Pisco y San Juan, cerca de la costa se presentaron más días despejados (15 días en promedio).

3.2.7. Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

El desembarque calendario de los principales recursos pelágicos al 31 de agosto del presente año ascendió a 3,2 millones de t. En la región norte – centro, con información de la flota artesanal, con acción dentro de las 10 mn, se registraron cuatro (04) núcleos de presencia del recurso anchoveta. Dos núcleos en la zona norte, en Bahía de Sechura (5°S) y frente a Chimbote (9°S), en los cuales se identificaron principalmente ejemplares adultos ($\leq 0,5\%$ de juveniles). En la zona centro, se observaron dos núcleos de ejemplares juveniles (50%), uno frente a Callao (12°S) y el segundo frente a Pisco (13°S). La zona de mayor descarga fue Pisco con 3 596 t (Figura 3.2.7.1).

En la región sur, se registró pequeños cardúmenes de anchoveta dentro de las 10 mn frente a Morro Sama (18°S), el rango de tallas fue de 11,5 a 15,5 cm de longitud total (LT) con 8% de juveniles.

En agosto, 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 se encuentra en su periodo principal de desove (Figura 3.2.7.2).

Con la normalización de las condiciones ambientales, el Seguimiento de la Pesquería Pelágica, registró especies costeras dentro de su hábitat. *Anchoa nasus* "samasa", indicadora de aguas cálidas en la zona norte, dentro de las 10 mn frente a Paita (5°S) y a Chimbote (9°S), similar al mes anterior. La presencia de especies de aguas costeras frías como *Odonthesthes regia regia* "múnida" fue registrada dentro de las 10 mn entre Chancay (11°S) y Pucusana (12°S), encontrándose 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 y CFS, de mantenerse pulsos de viento del este en el Pacífico central durante el mes de agosto, entonces, se tendría la presencia de un núcleo de la segunda onda Kelvin fría actualmente observada, la cual llegaría al extremo oriental durante el mes de octubre. Asimismo, se esperaría la presencia de más ondas Kelvin frías que arribarían a partir del mes de noviembre.

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), los valores estimados del ONI (ONI_{tmp}), combinando observaciones y pronósticos, indican condiciones neutras para los meses de agosto y setiembre de 2017, considerando los datos hasta julio de la fuente ERSSTv4, así como las salidas de ensamble de modelos NMME (Tabla 3.1.4.1). Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor estimado del ICEN (ICEN_{tmp}), basado en los datos hasta julio de la fuente OISST.v2, así como las salidas del ensamble de modelos NMME para agosto es de -0,55°C, indicando condiciones neutras, respectivamente (Tabla 3.1.4.2).

4.2. A mediano plazo (hasta 3 meses)

Según las simulaciones de ondas Kelvin oceánicas, la onda fría (modo 1) alcanzó el extremo del Pacífico ecuatorial oriental en agosto 2017, mientras que la generada en mayo 2017 (modo 2), llegaría a las costas de Sudamérica en setiembre 2017. Recientemente, una intensificación de los vientos del este en la región central del Pacífico habría generado otra onda Kelvin fría (modo 1) y llegaría frente a la costa Sudamericana entre setiembre y octubre 2017.

Asimismo, la somerización de la termoclina en el Pacífico ecuatorial central durante el mes de agosto estaría asociada a la propagación de estas ondas Kelvin frías (Figura 4.2.1 y Figura 4.2.2).

Para el Pacífico ecuatorial central (región Niño 3.4), hasta fin de año, 5 de 7 modelos de NMME indican condiciones frías débiles y 2 modelos indican condiciones neutras (Figura 4.2.3 y Tabla 4.2.1). Por otro lado, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2), la mayoría de los modelos NMME inicializados en septiembre pronostican condiciones neutras hasta el mes de marzo de 2018. En contraste con los pronósticos del mes anterior, estos son menores y la mayoría de meses indican anomalías negativas. Por tanto, en esta región, en promedio correspondería condiciones a La Niña débil 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 agosto, las condiciones frías de la TSM frente al litoral peruano, incluyendo la región Niño 1+2, se intensificaron respecto al mes anterior. La anomalía en el litoral, en promedio, presentó aún valores negativos de hasta $-0,45^{\circ}\text{C}$. Frente a la costa, durante el mes se evidenció una transición de anomalías negativas de hasta $-1,0^{\circ}\text{C}$ a ligeramente positivas al norte de los 6°S , mientras que al sur, las anomalías presentaron valores cercanos a cero. Este enfriamiento paulatino de las regiones costeras centro y sur se asociaron al incremento de moderado a fuerte intensidad de los vientos costeros, como consecuencia del fortalecimiento del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) y su aproximación hacia la costa oeste de Sudamérica, especialmente a partir de la segunda quincena del mes. Ello continuó influenciando en la proyección de aguas subtropicales superficiales de alta salinidad y de aguas de afloramiento costero entre Chicama y Pisco. La tendencia al enfriamiento de la TSM y el nivel medio del mar (NMM) frente a las 20 mn predominaron valores cercanos a lo normal.

En la región del Pacífico central (región Niño 3.4), la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) presentó valores negativos manteniendo una tendencia descendente y entre el umbral de $-0,5^{\circ}\text{C}$. Por otro lado, en el Pacífico oriental (región Niño 1+2), el valor del ICEN para julio de 2017 fue de $-0,49$ (Neutra) y el ICENtmp para agosto y setiembre de 2017 es $-0,60$ y $-0,48$ (Neutro).

Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son -0,47 (Neutra), y los temporales -0,55 y -0,48 (Neutro).

El alejamiento paulatino de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) ligeramente el norte de su posición climática continuó siendo influenciado por la intensificación de los alisios del sureste y la tendencia al enfriamiento 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 episódicas que permitieron incrementar las lluvias con anomalías en la sierra y selva norte principalmente. 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.

Los indicadores reproductores de la anchoveta, del stock norte – centro, se encuentran en su periodo de desove. Además, disminuyó notablemente la presencia de recursos oceánicos cercanos a la costa.

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 (60%) seguidas por las condiciones La Niña (24%). Para el Pacífico Central, se estiman como más probables las condiciones neutras (48%), y de La Niña (45%).

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.

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

Dewitte B., D. Gushchina, Y. duPenhoat and S. Lakeev, 2002: On the importance of subsurface variability for ENSO simulation and prediction with intermediate coupled models of the Tropical Pacific: A case study for the 1997-1998 El Niño. *Geoph. Res. Lett.*, vol. 29, no. 14, 1666, 10.1029/2001GL014452.

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

Illig S., B. Dewitte, N. Ayoub, Y. du Penhoat, G. Reverdin, P. De Mey, F. Bonjean and G.S. E. Lagerloef, 2004: Interannual Long Equatorial Waves in the Tropical Atlantic from a High Resolution OGCM Experiment in 1981-2000. *J. Geophys. Research*, 109, C02022, doi:10.1029/2003jc001771.

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

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

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

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

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

Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos, 2011: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, p. 55.

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

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

7. FIGURAS

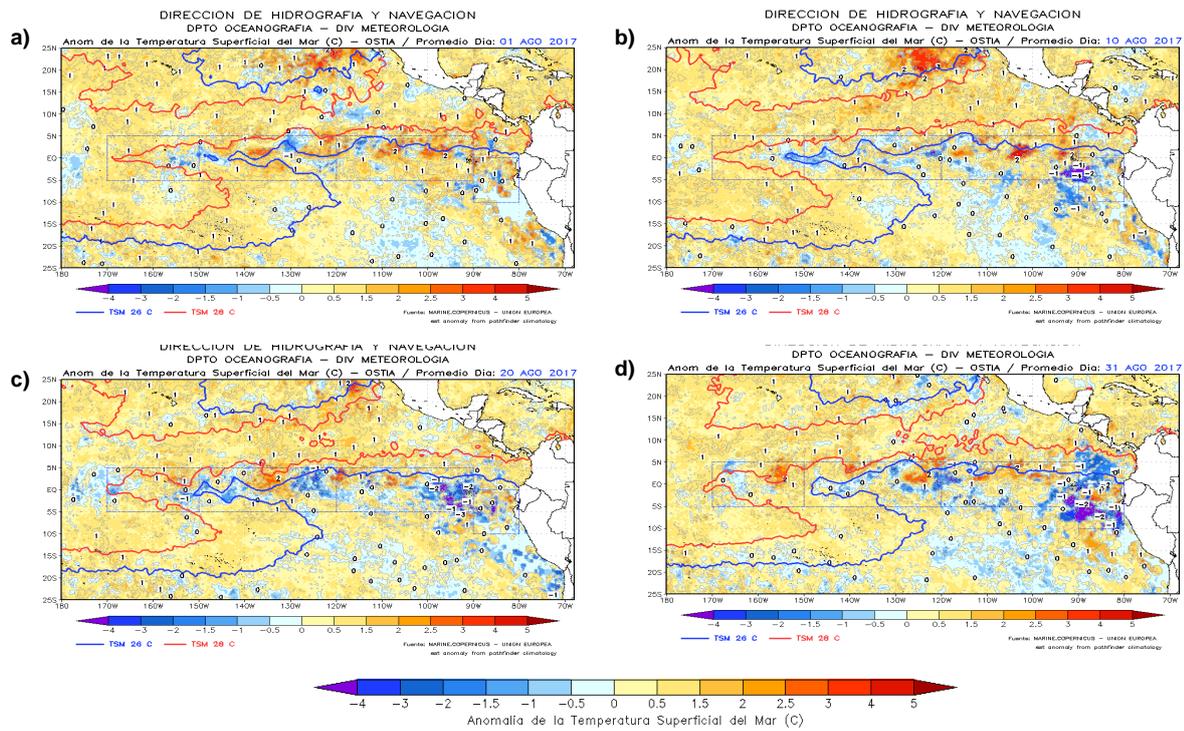


Figura 3.1.1.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de agosto, b) 10 de agosto, c) 20 de agosto, y d) 31 de agosto de 2017. La línea sólida en color azul indica el límite externo de las regiones Niño. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: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

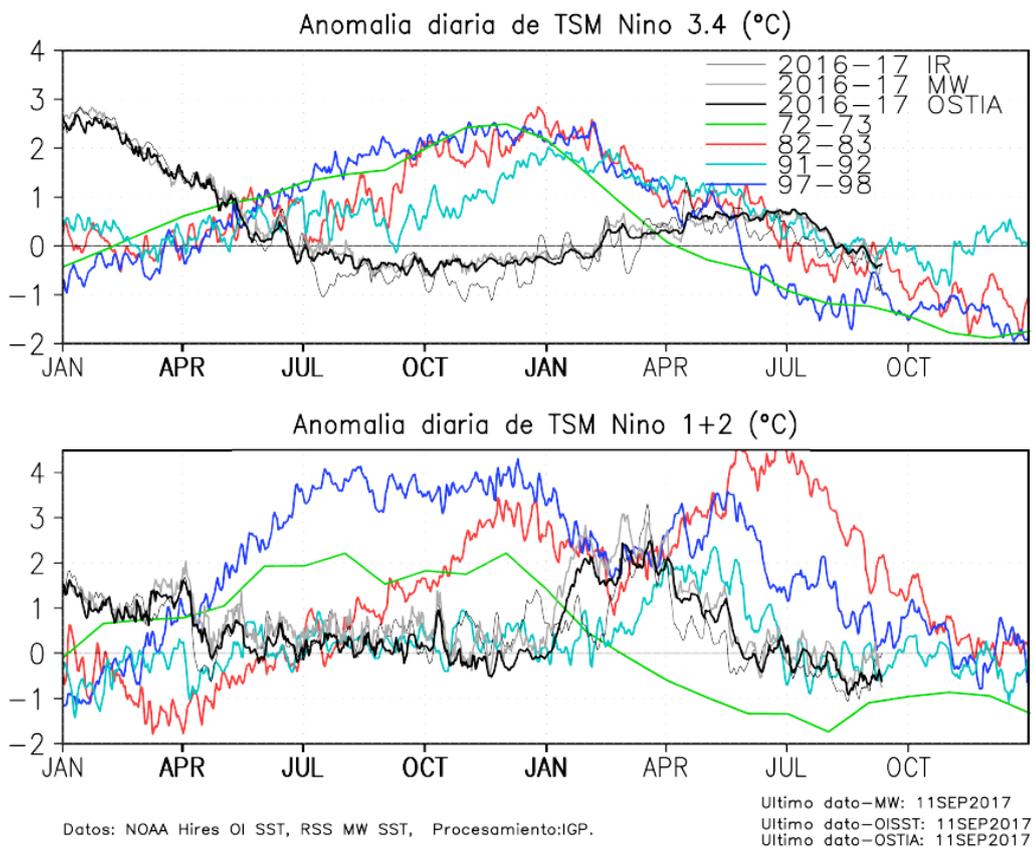


Figura 3.1.1.2. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (a) y en la región Niño 1+2 (b). Las líneas en color negro (guesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto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

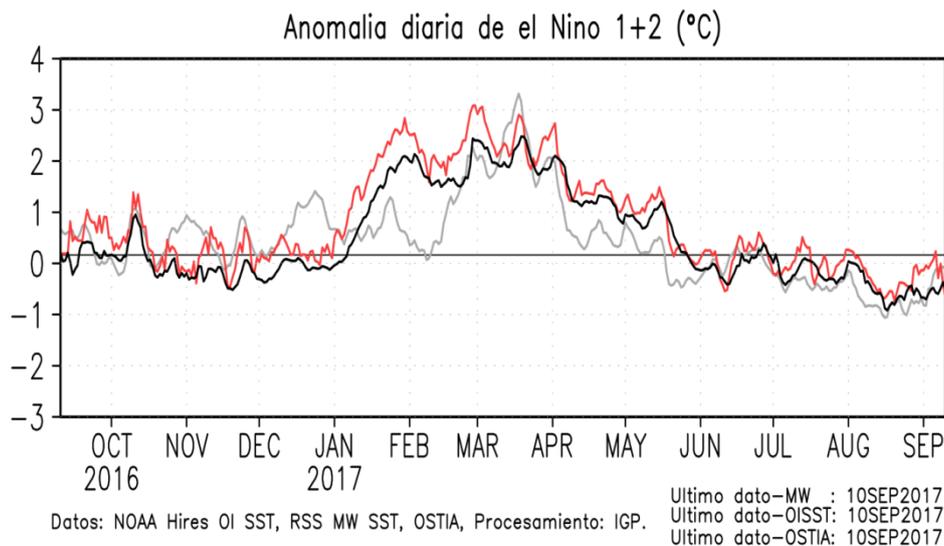


Figura 3.1.1.3. TSM (°C) durante agosto 2016 al 06 de septiembre de 2017 según los datos infrarrojos (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de Microondas en la región 1+2. La línea punteada indica la variación climatológica. Procesamiento: IGP.

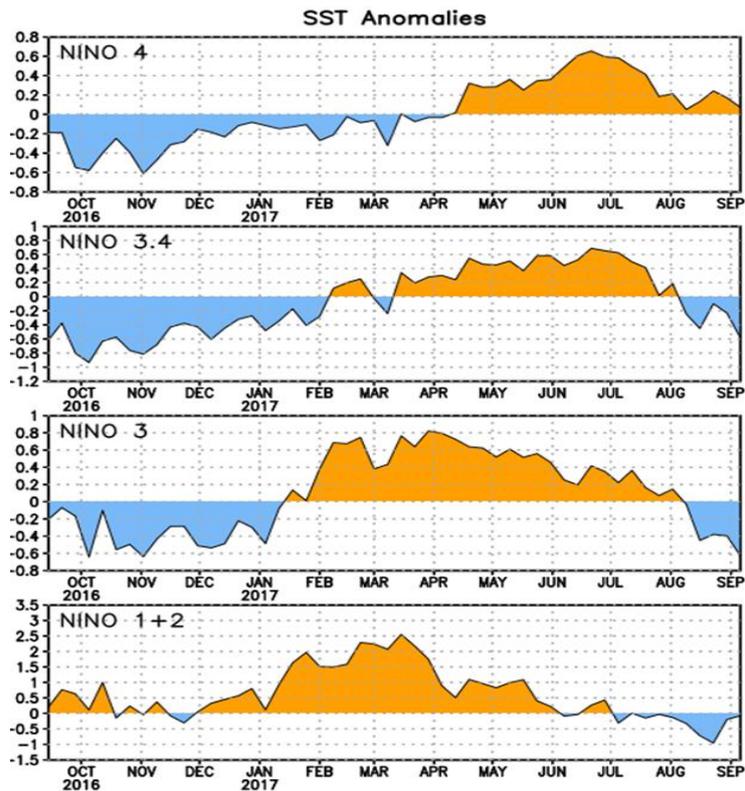


Figura 3.1.1.4. Anomalías semanales de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de septiembre de 2016 a septiembre de 2017. Fuente: NCEP/NOAA.

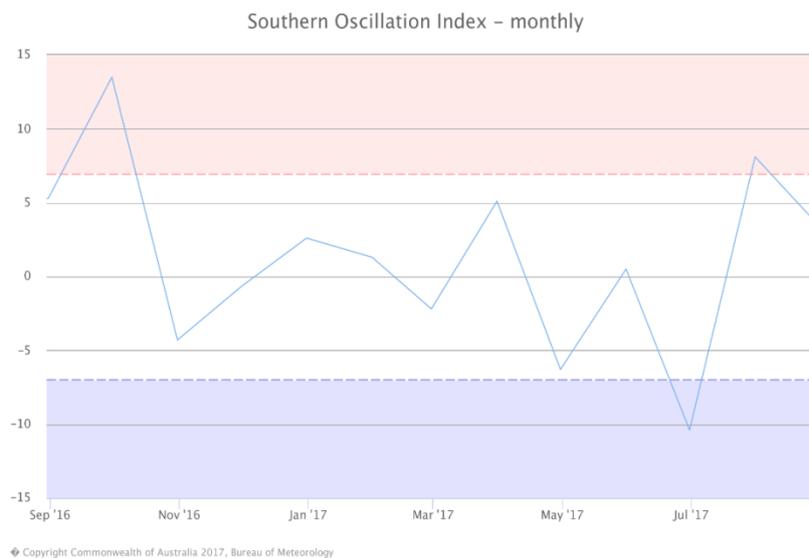


Figura 3.1.1.5. Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

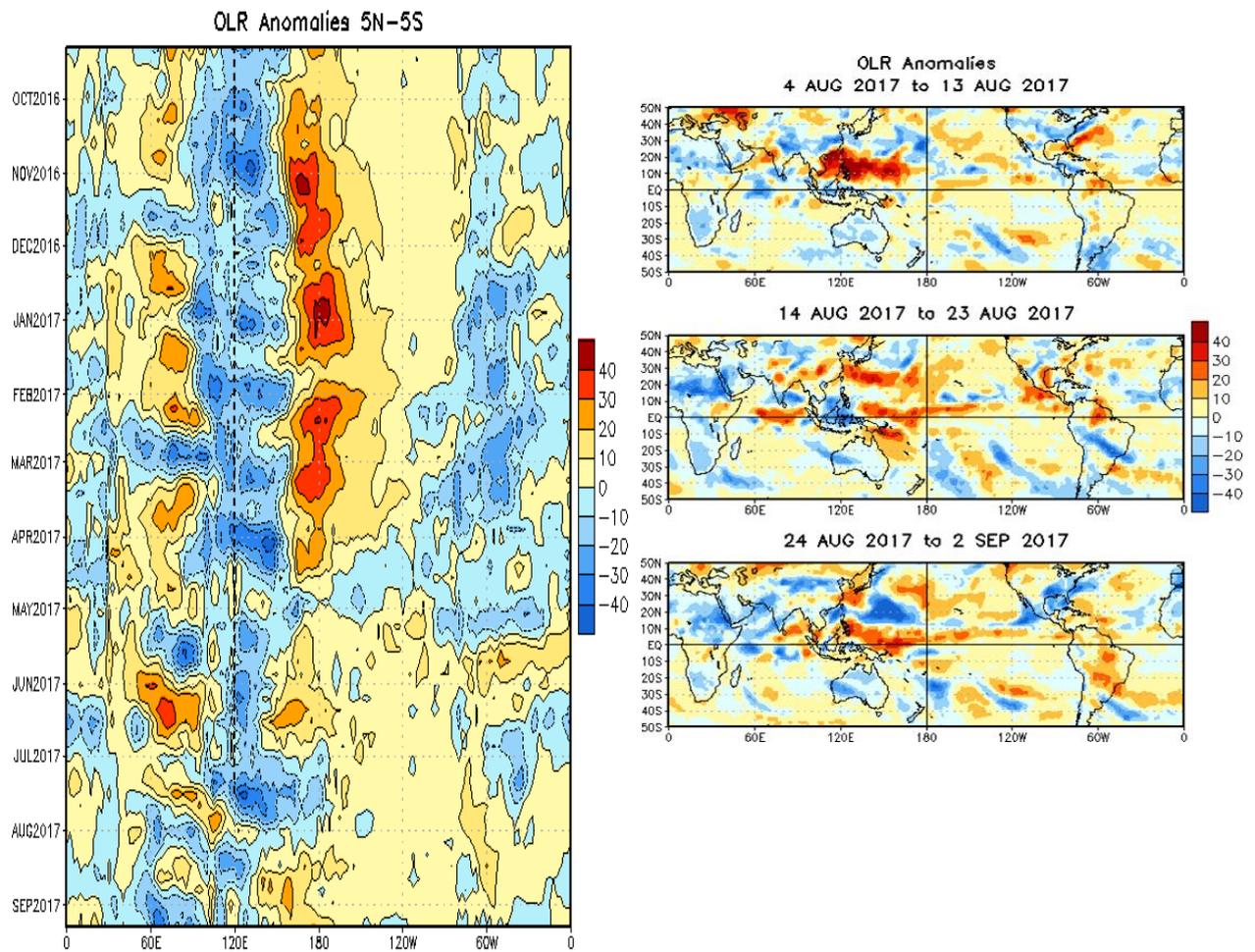


Figura 3.1.1.6. a) Anomalía mensual de Radiación de Onda Larga - OLR (W/m²) y b) Anomalías pentadales de OLR para el mes de agosto del 2017. Datos: NCEP. Procesamiento: NOAA/SENAMHI.

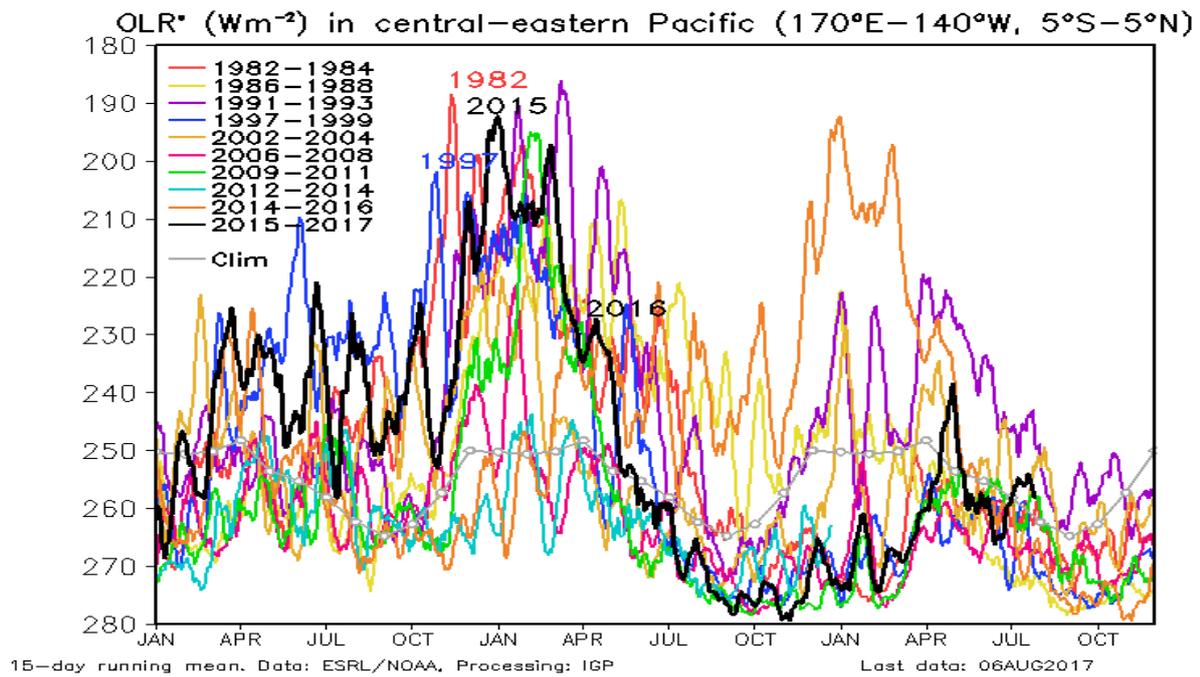


Figura 3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}W-100^{\circ}W$, $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) desde el mes de enero hasta el mes de agosto. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

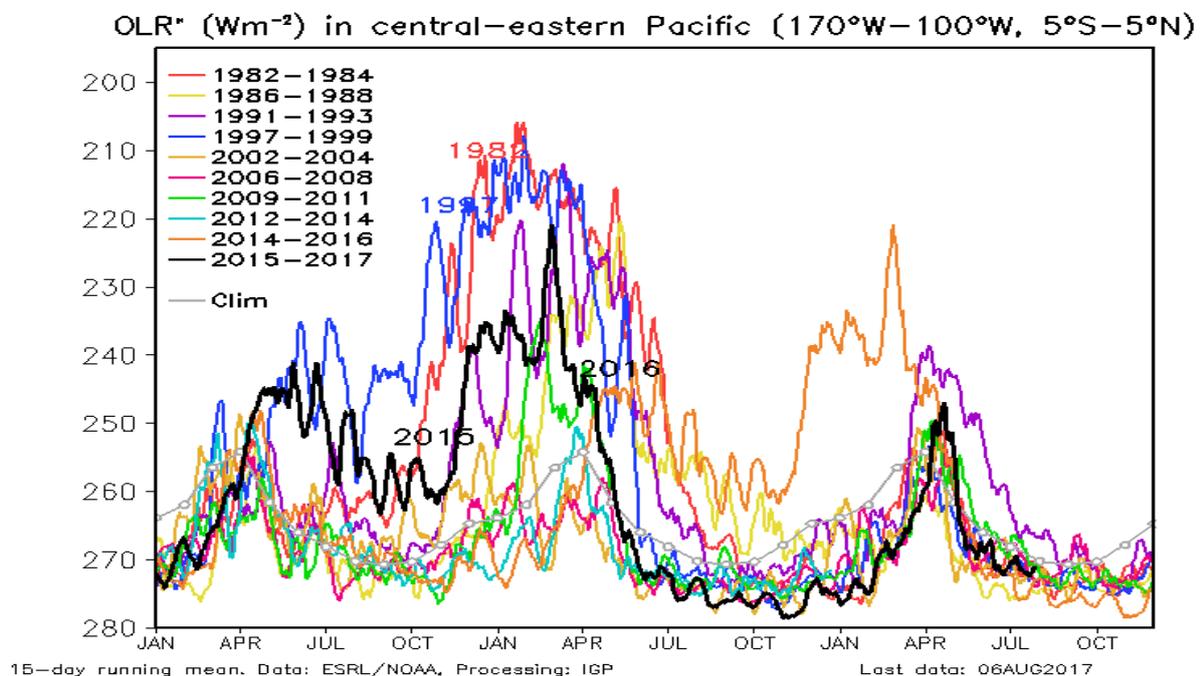
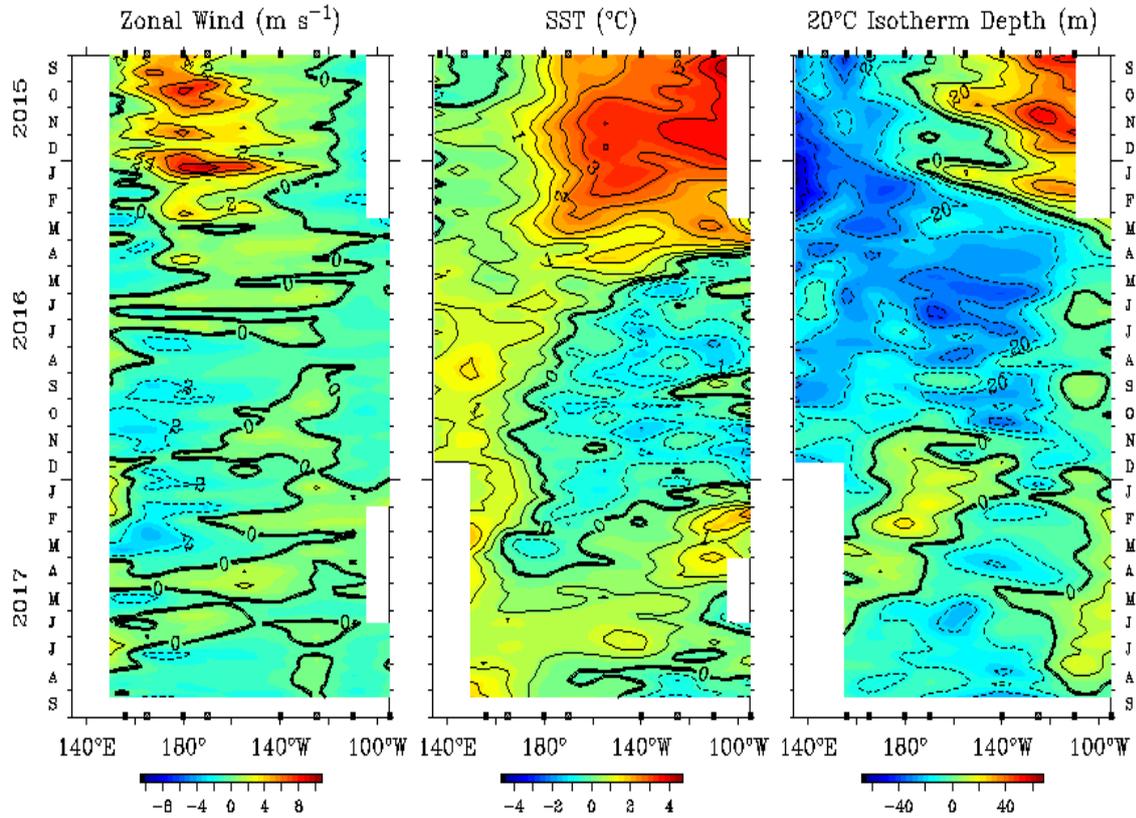


Figura 3.1.1.8. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}W-140^{\circ}W$, $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) desde el mes de enero hasta el mes de agosto. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

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



TAO Project Office/PMEL/NOAA

Sep 11 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.

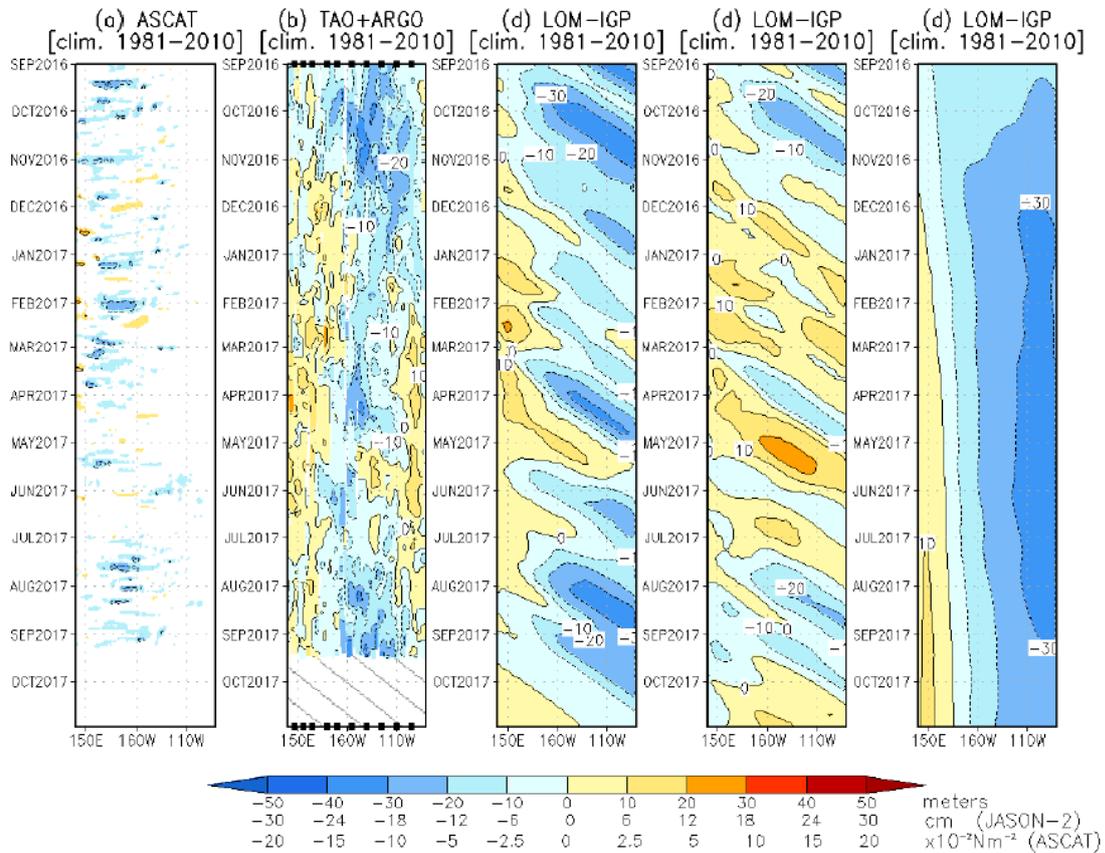


Figura 3.1.10. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (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).

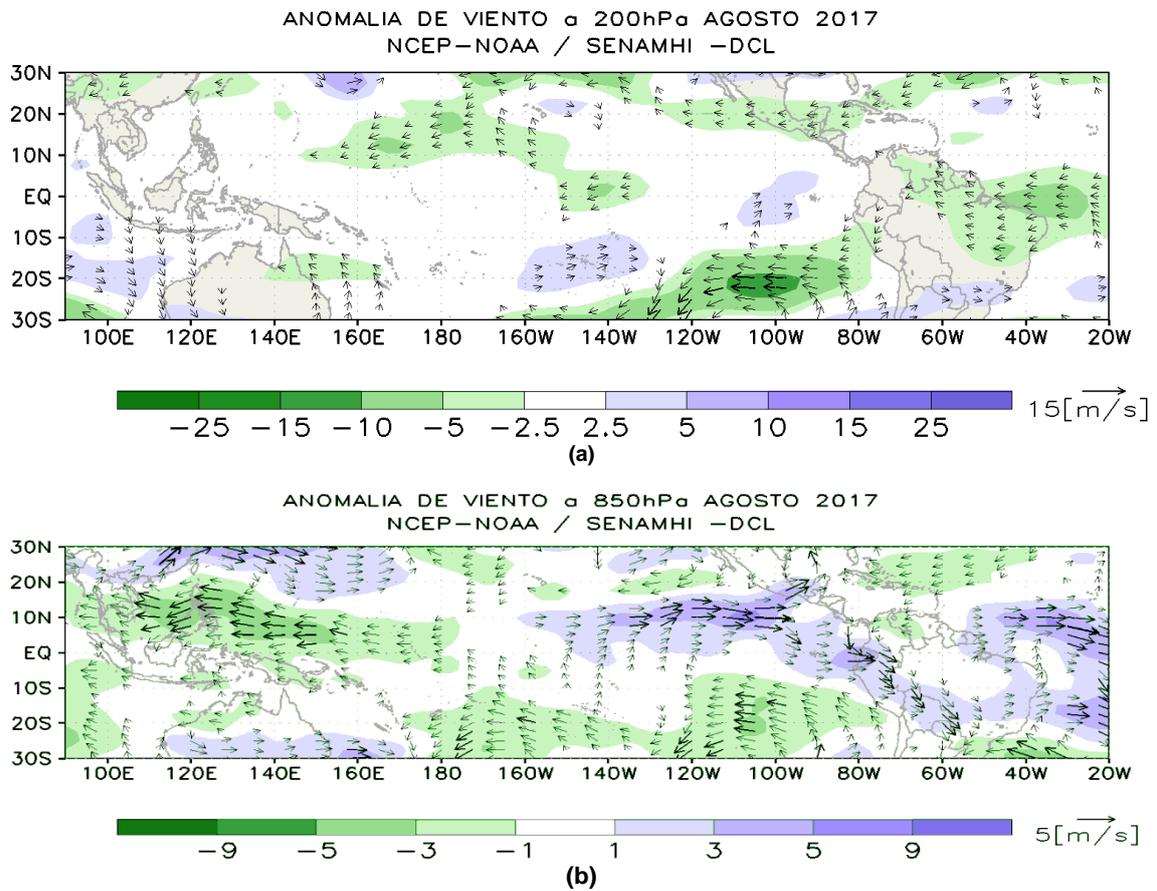


Figura 3.1.1.11. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 200 hPa y b) 850 hPa para el mes de agosto del 2017. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI – SPC.

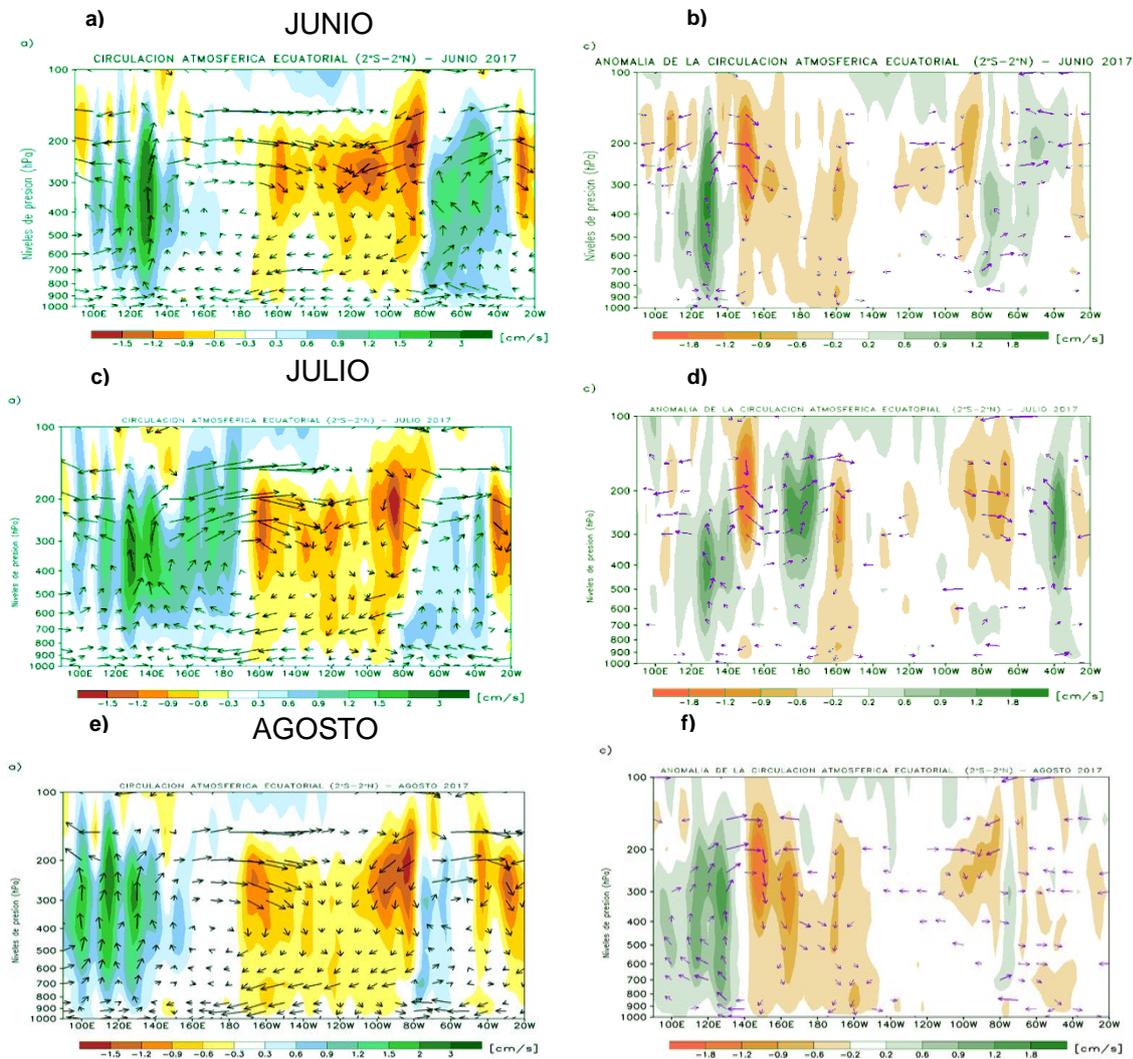


Figura 3.1.1.12. Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) para el mes de junio (a y b); julio (c y d); y agosto (e y f) del 2017, respectivamente. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

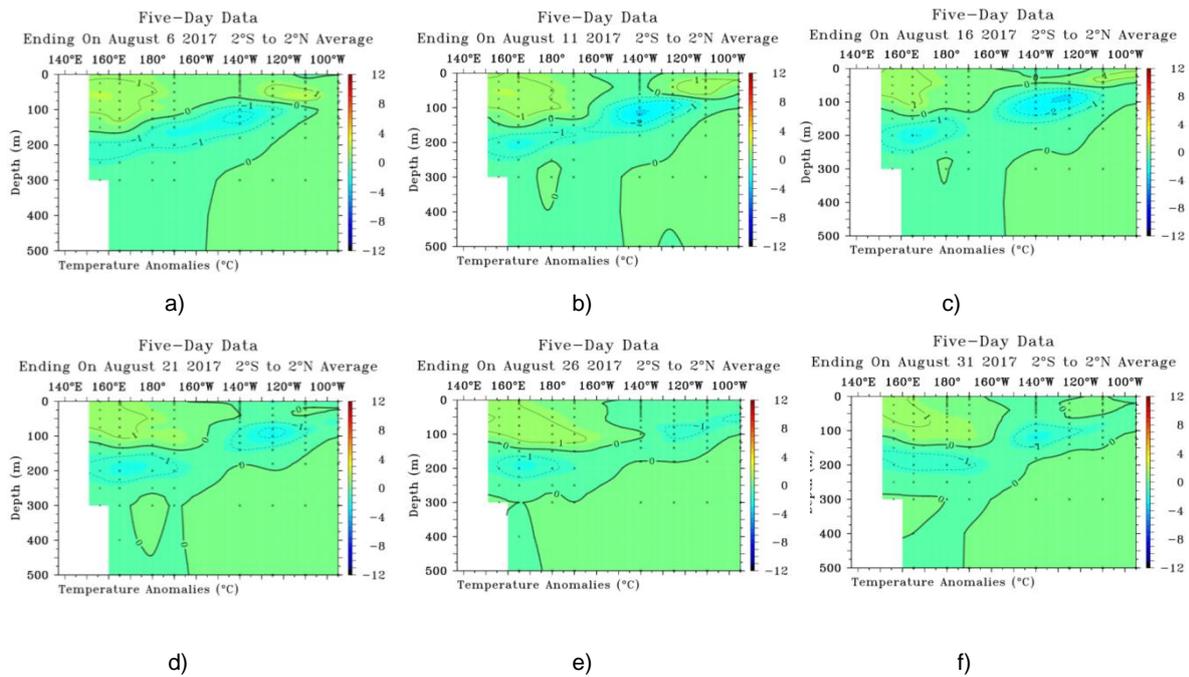


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 6 de agosto, b) 11 de agosto, c) 16 de agosto, d) 21 de agosto, e) 26 de agosto y f) 31 de agosto de 2017. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

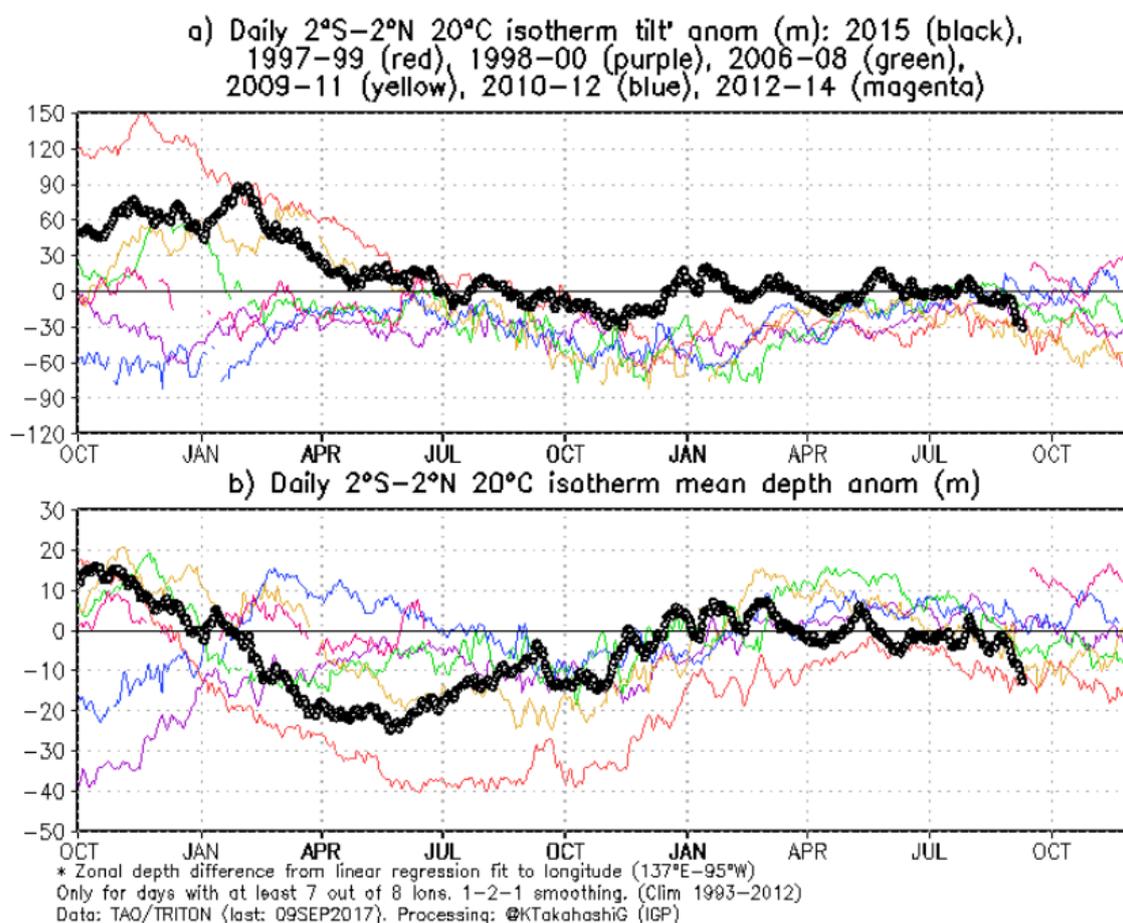


Figura 3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. b) Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores, se excluyen las boyas TRITON (Pacífico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

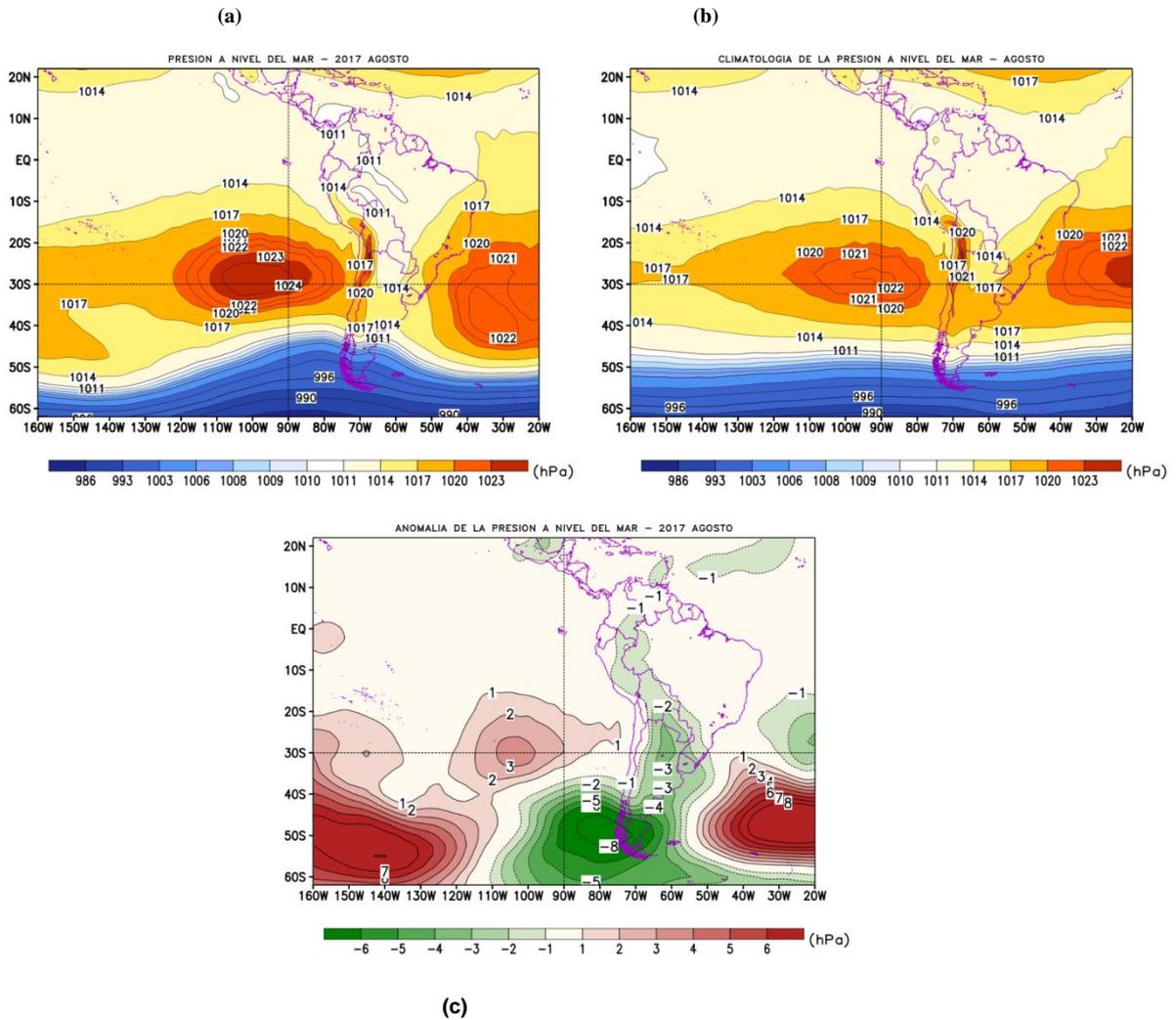


Figura 3.2.1.1. Análisis de la Presión atmosférica a nivel medio del mar para el mes de agosto. **Superior Izquierda:** Promedio mensual de la Presión a nivel del mar; **Superior Derecha:** Distribución climatológica de la presión a nivel medio del mar durante el mes de agosto; **Inferior:** Anomalía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

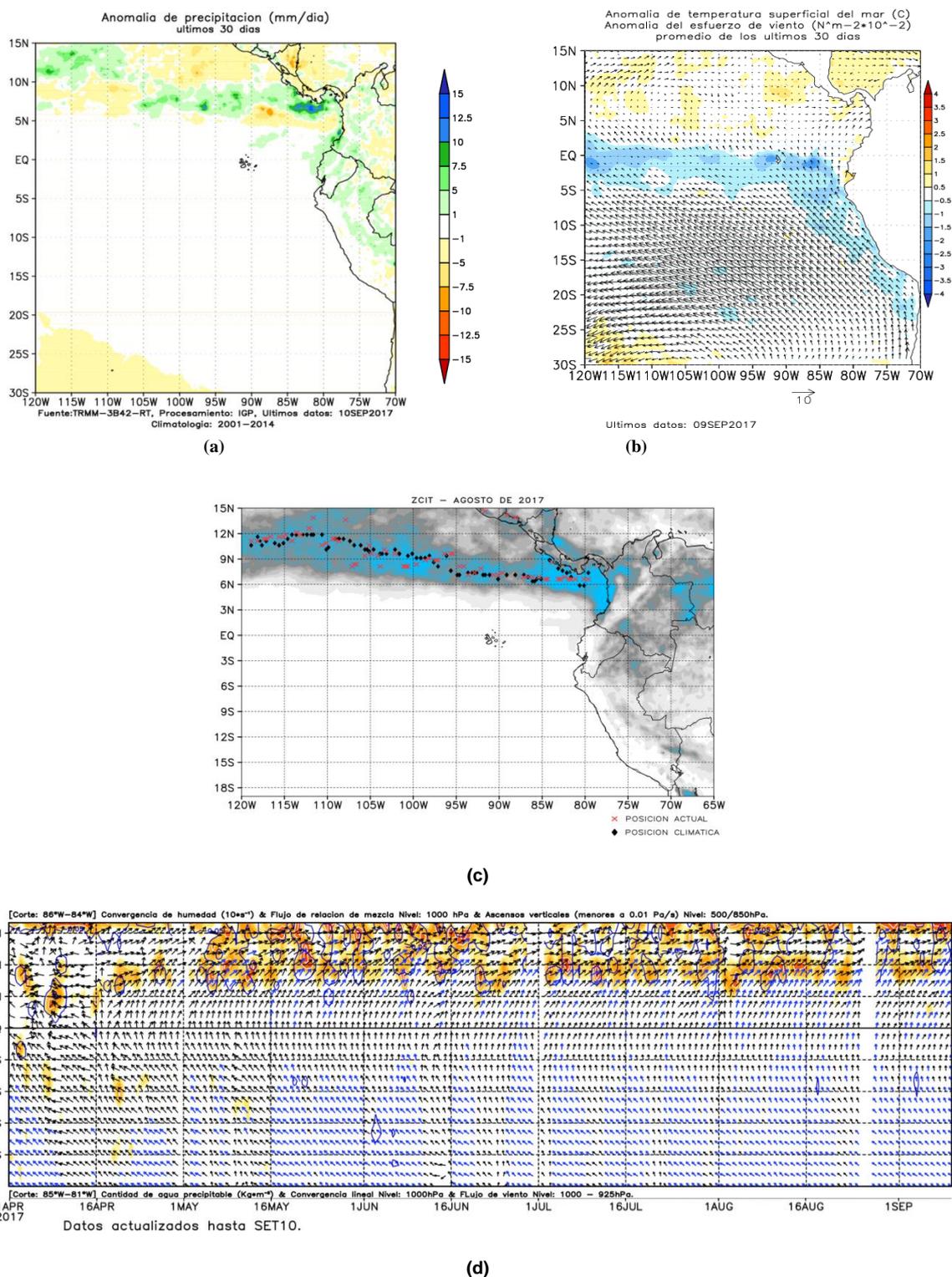


Figura 3.2.1.2. Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondiente al mes de agosto, a) anomalía de precipitación, b) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos, c) Ubicación espacial de la ZCIT durante agosto basado en la precipitación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

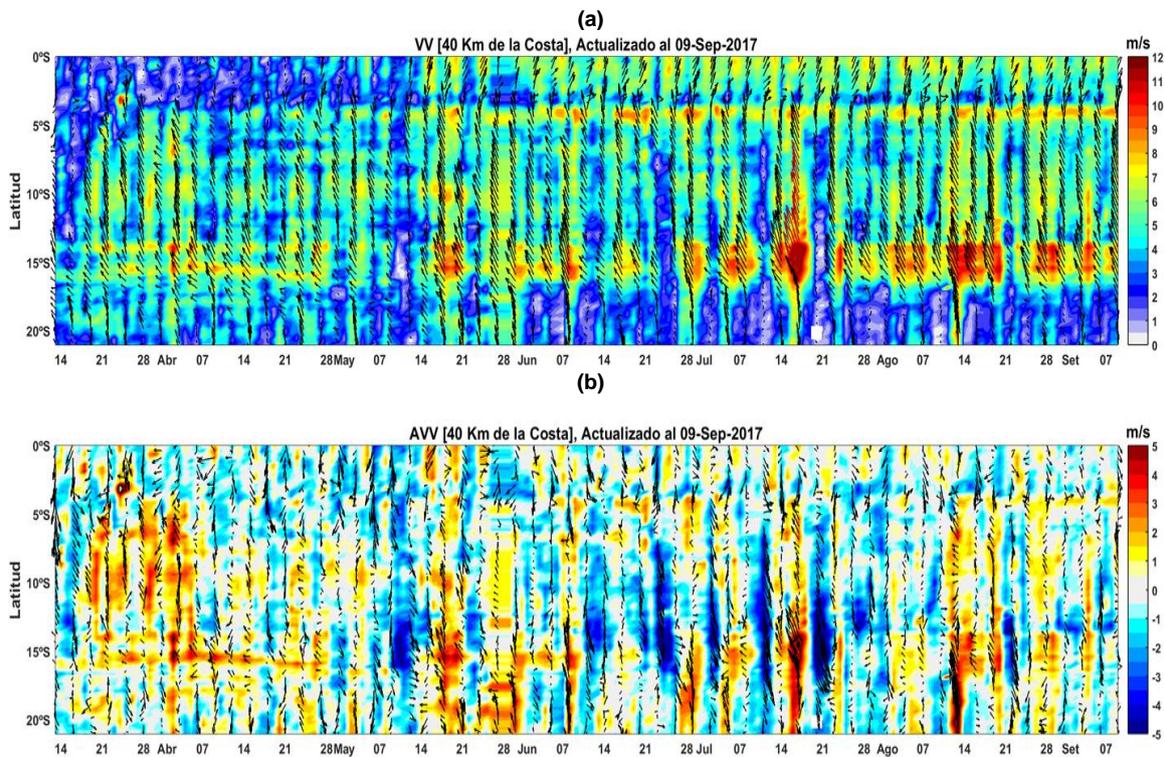


Figura 3.2.1.3. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s) desde enero hasta agosto del 2017. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT, procesamiento: IMARPE.

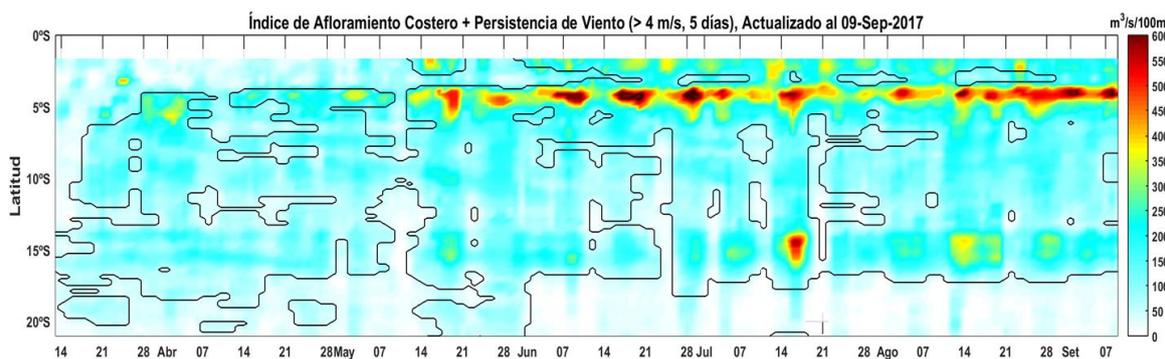


Figura 3.2.1.4. Índice de Afloramiento Costero (a partir del viento diario satelital a 40 Km frente a la costa del Perú). Las líneas encierran los períodos en los cuales persistió viento con componente sur ($vv > 4$ m/s) al menos 05 días consecutivos. Datos: ASCAT, Procesamiento: IMARPE.

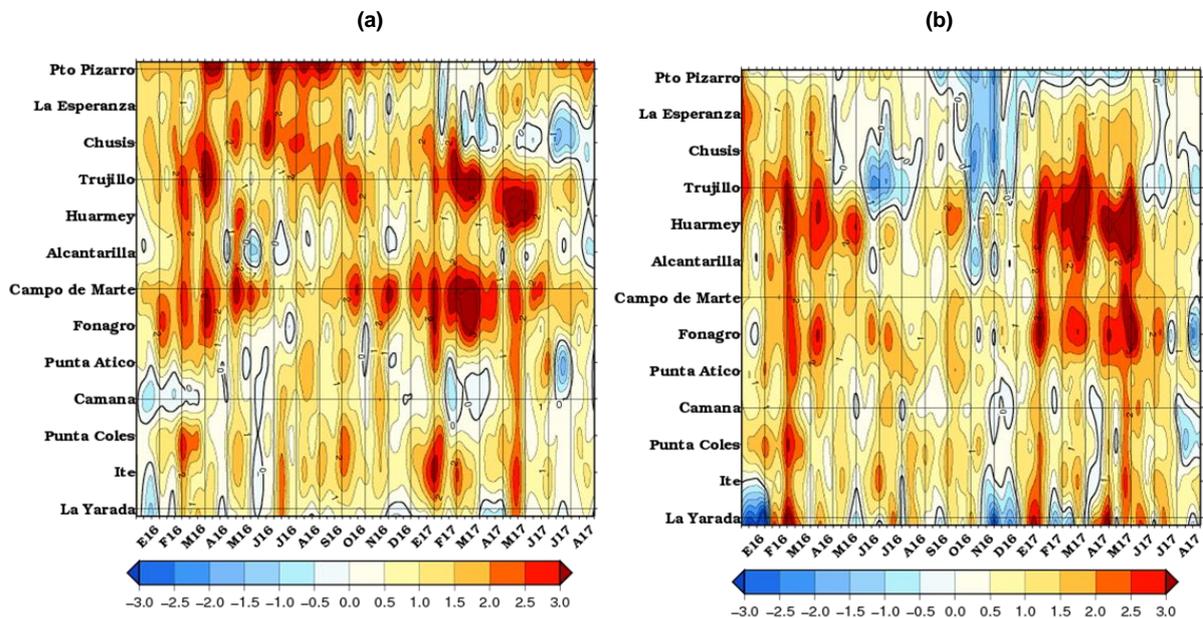


Figura 3.2.2.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2016 a agosto del 2017. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

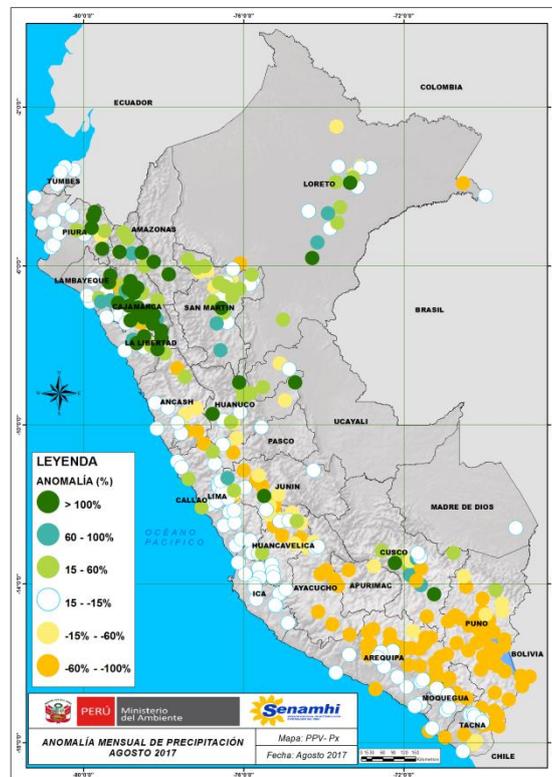


Figura 3.2.3.1. Mapas de anomalías de precipitación acumulada mensual (%) para agosto 2017, registradas en estaciones meteorológicas. Fuente SENAMHI.

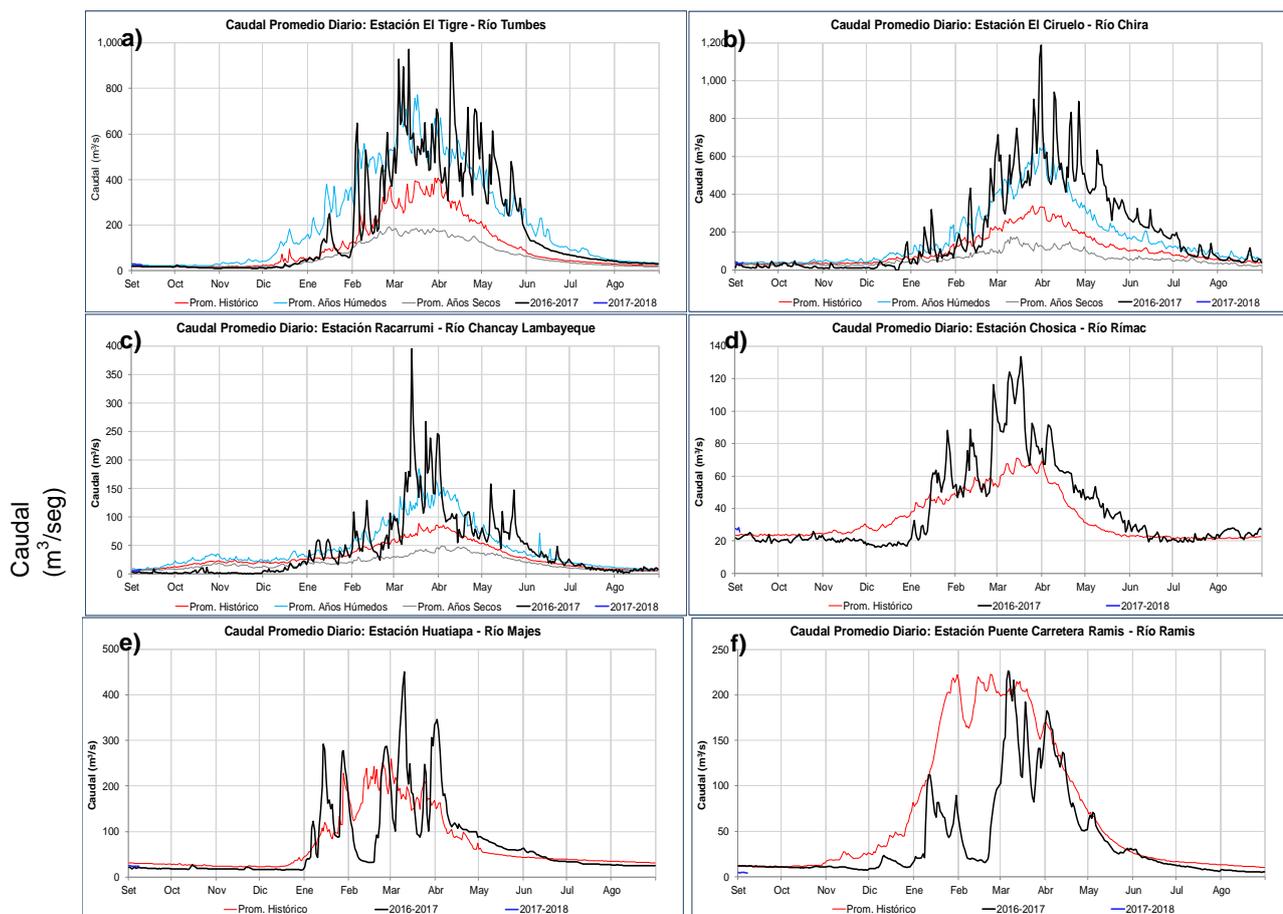


Figura 3.2.3.2. Series de tiempo actualizados a fines de agosto del 2017, de los caudales diarios (m³/s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre a agosto: a) Tumbes, b) Chira, c) Lambayeque, d) Rímac, e) Majes de la vertiente del Pacífico; y f) Ramis, de la cuenca del Titicaca. 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.

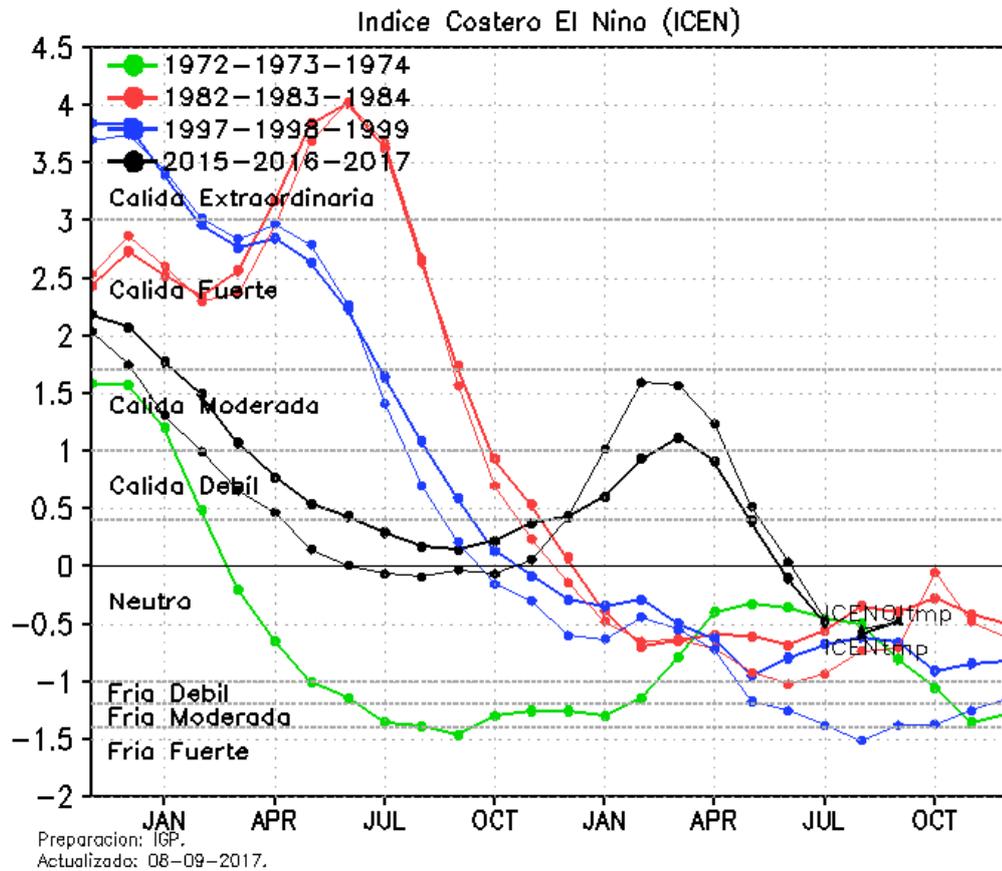


Figura 3.2.4.1. Variabilidad temporal ICEN para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016-2017 (negro). Fuente IGP.

Cambios cada 3 días de las Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar entre el 03-agosto al 31-agosto 2017 – OSTIA

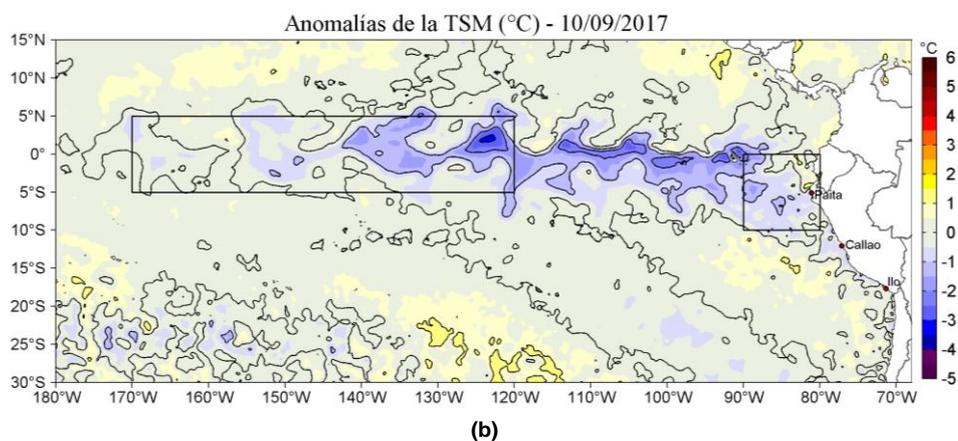
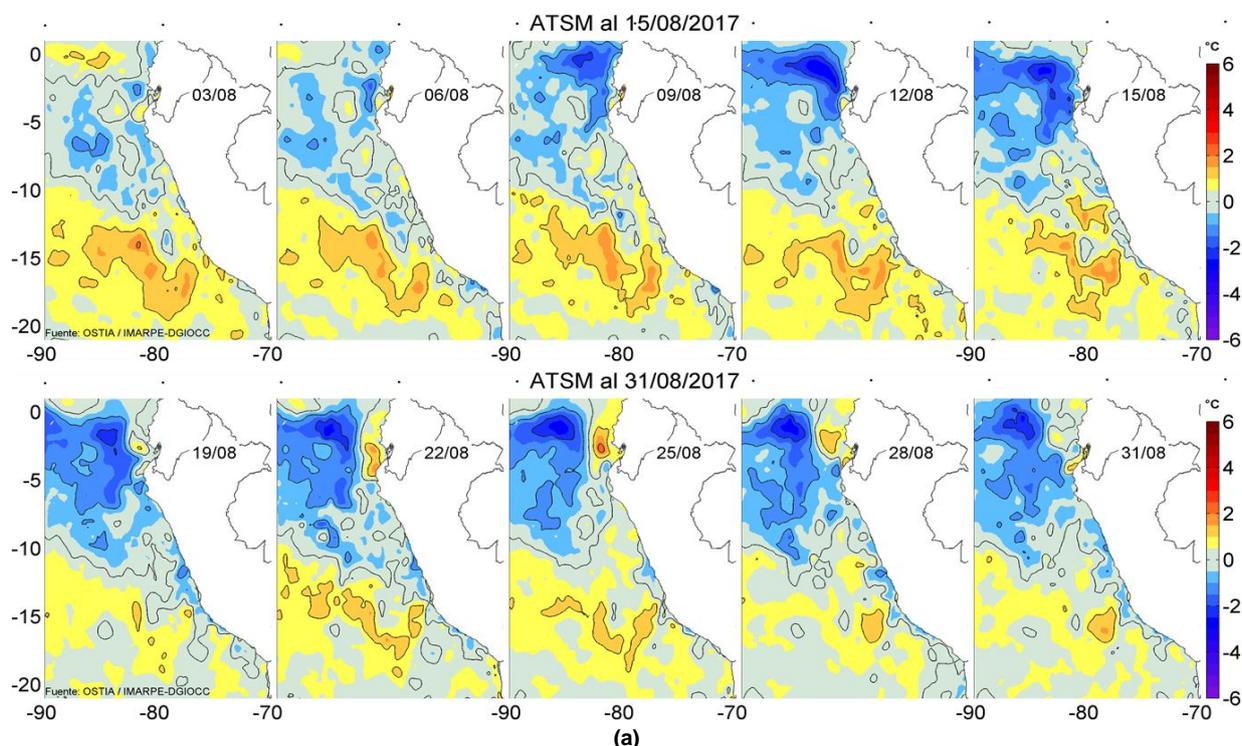
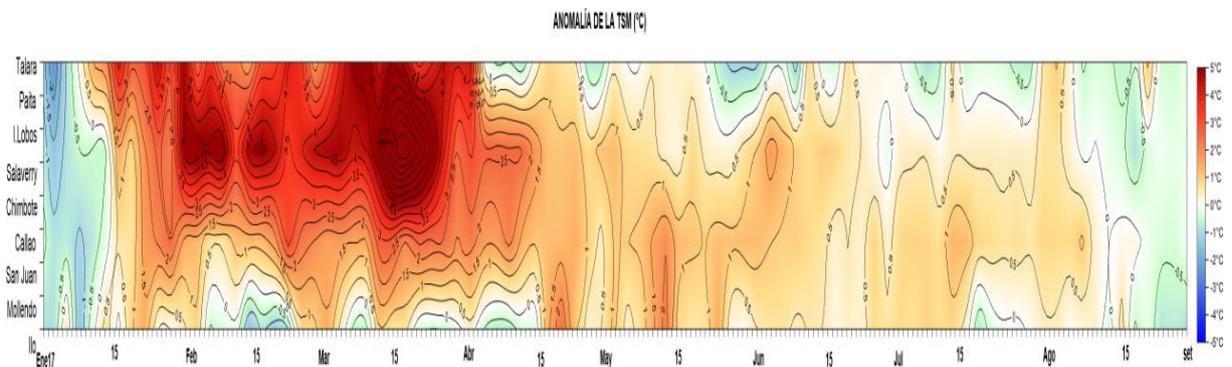
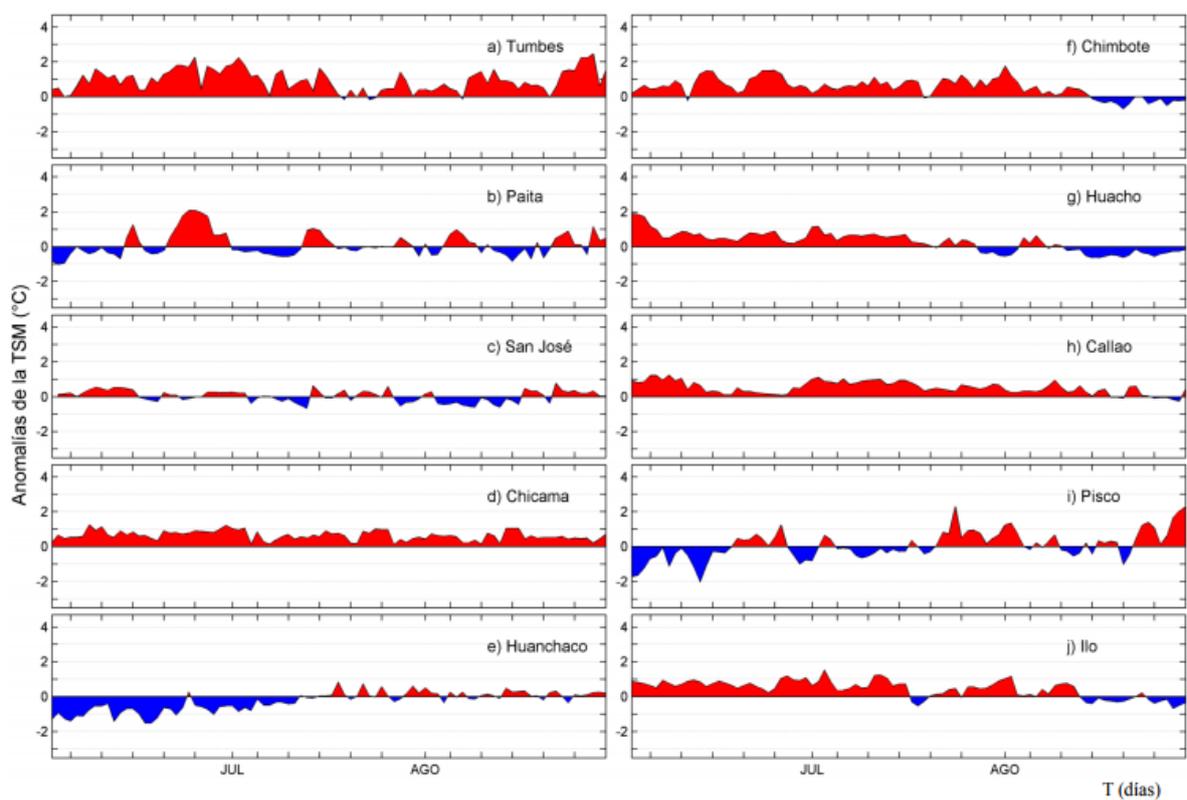


Figura 3.2.4.2. Condiciones térmicas del océano frente a Perú, a) Anomalías de la TSM (°C) cada tres días durante agosto del 2017 y b) Diagrama de Hovmöller de ATSM (°C) para la franja de ~50 mn adyacentes al litoral peruano el periodo agosto 2016 /agosto 2017. Fuente: OSTIA. Procesamiento IMARPE.

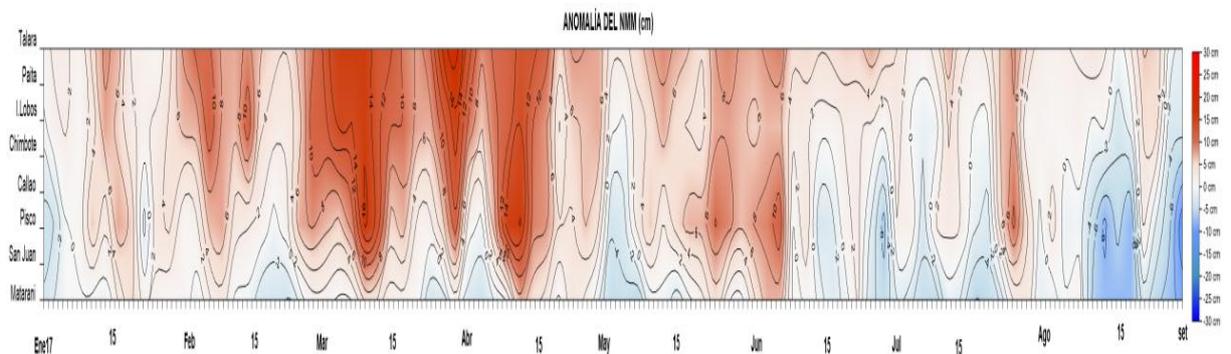


(a)

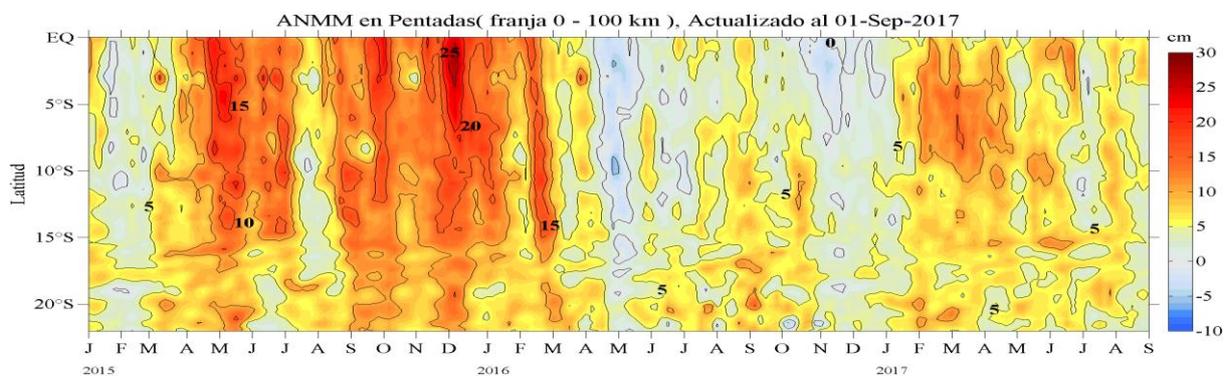


(b)

Figura 3.2.4.3. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta agosto 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 agosto 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 (28 – 29 de agosto del 2017)

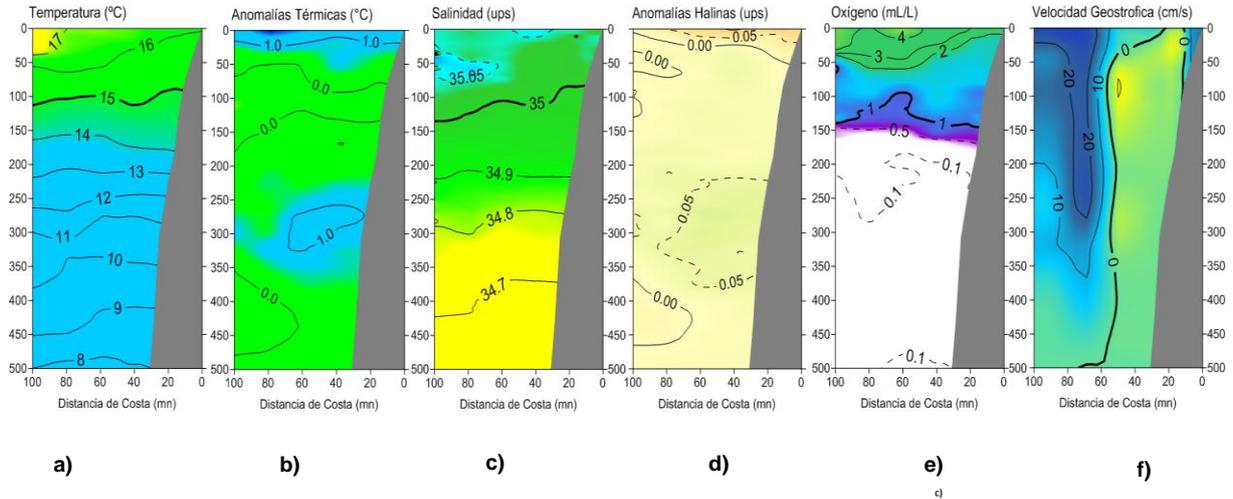


Figura 3.2.5.1 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups); e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrofica (cm/s), frente a Paíta, realizada durante el 28 y 29 de agosto de 2017. Fuente: IMARPE.

SECCION CHICAMA (25 – 26 de agosto del 2017)

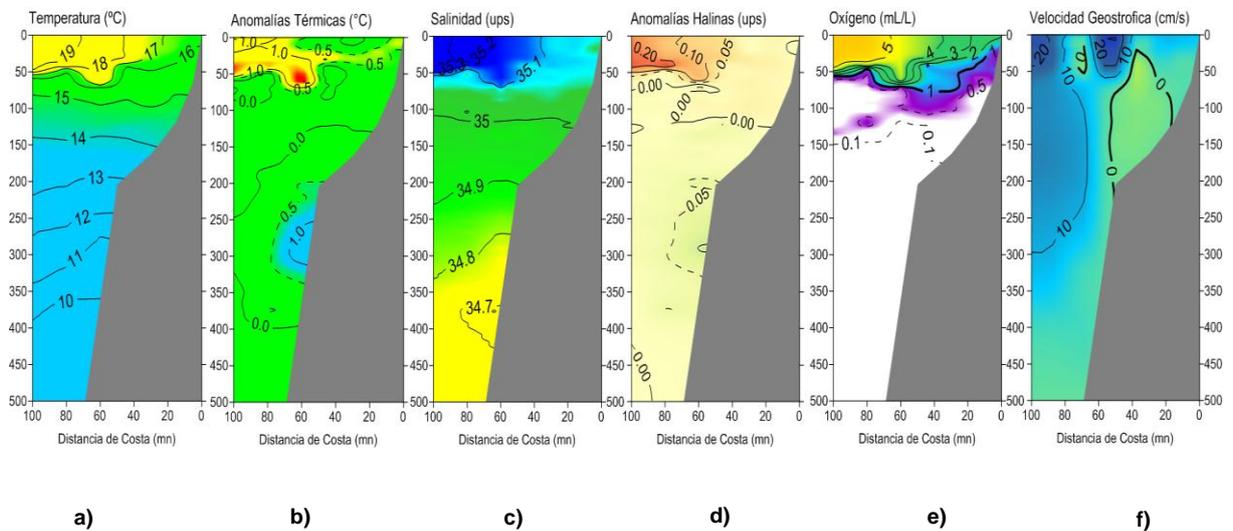


Figura 3.2.5.2 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) e) oxígeno (mL/L); f) velocidad geostrofica (cm/s), frente a Chicama, realizada durante el 25 y 26 de agosto de 2017. Fuente: IMARPE.

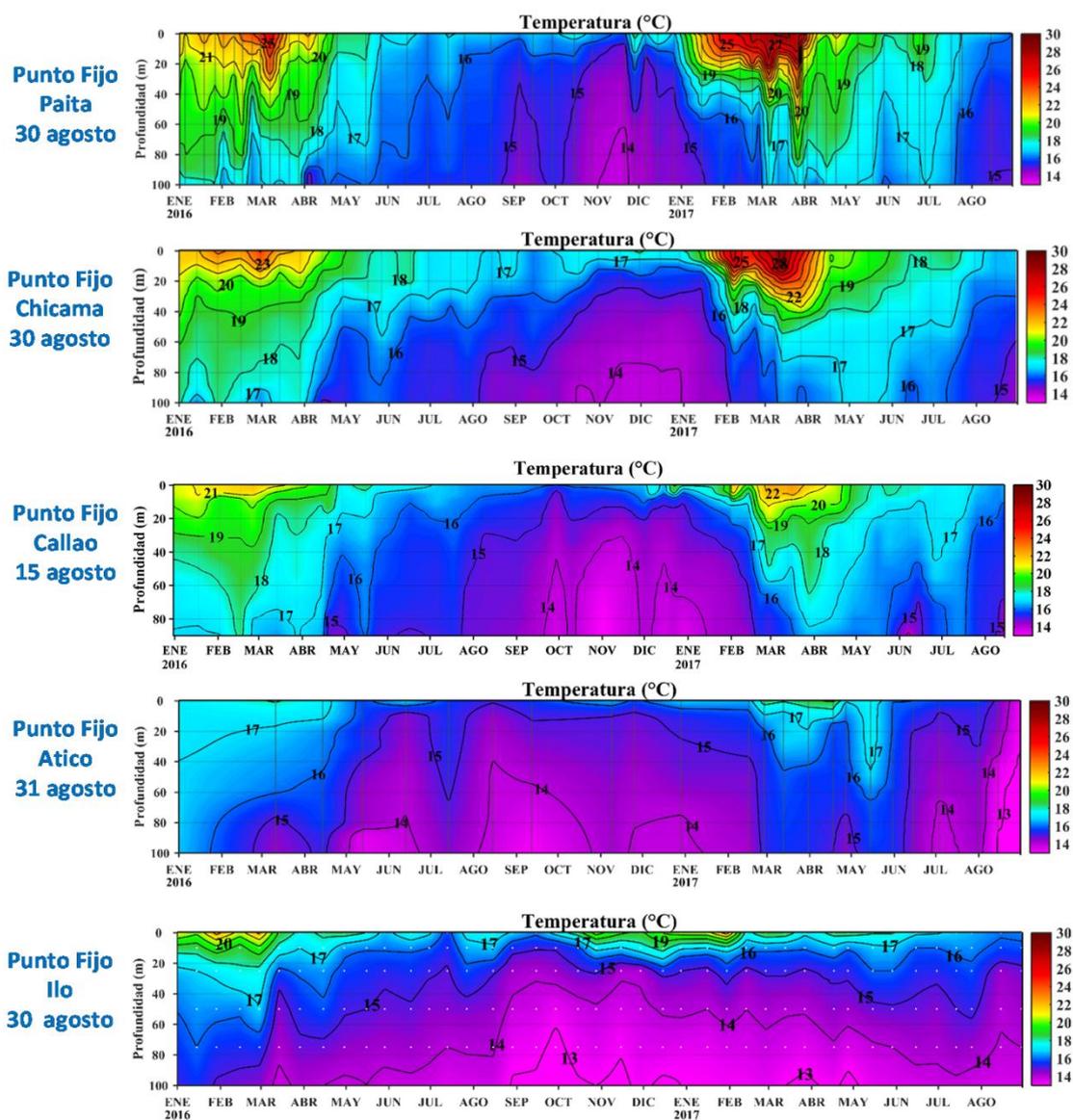


Figura 3.2.5.3. Series de tiempo de la estructura térmica en las estaciones fijas de: Paita, Chicama, Callao, Atico, e Ilo desde enero del 2016 a agosto del 2017. Climatología: 1994-2010. Fuente: LHFMDGIOCC/IMARPE.

Del 9 de octubre de 2016 hasta el 11 de septiembre de 2017

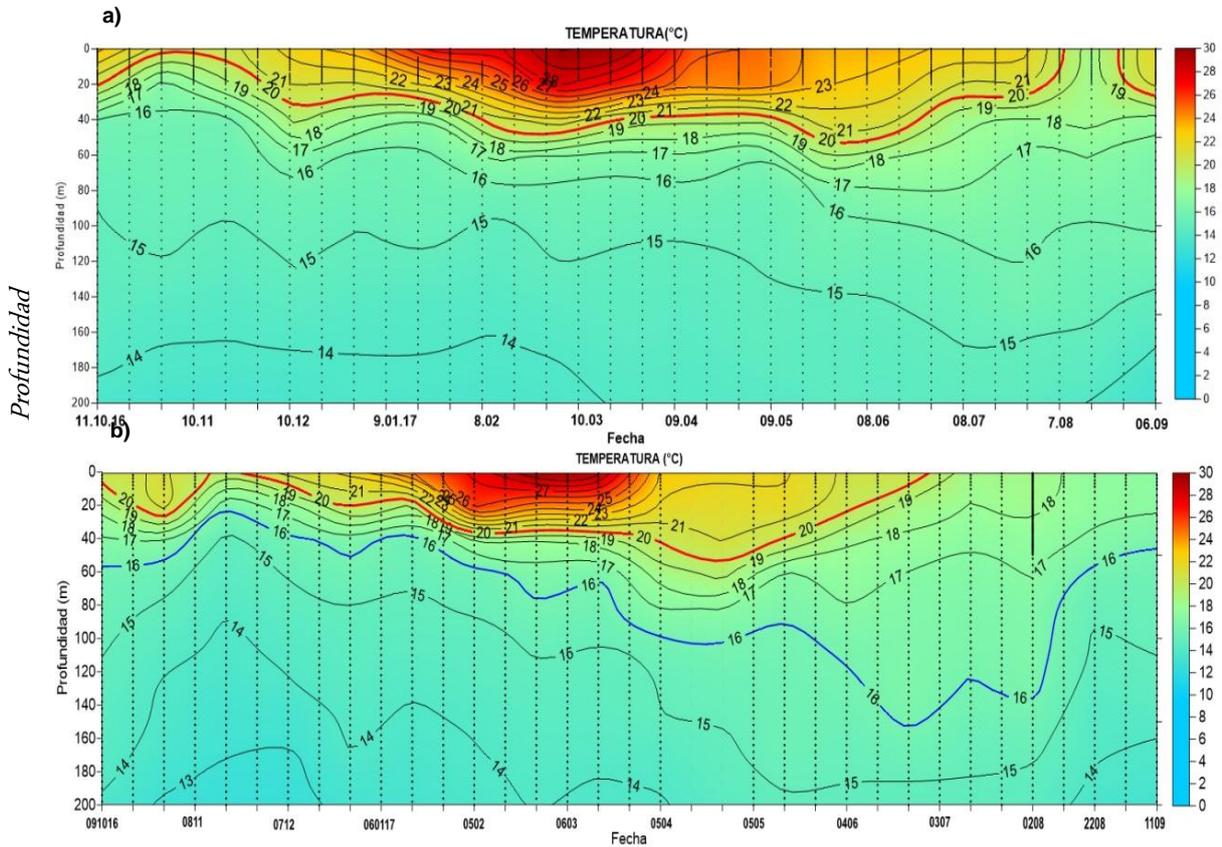


Figura 3.2.5.4. Diagrama de Hovmöller de la estructura térmica en los puntos fijos: a) 85°W y 2°S y b) 90millas de Paita hasta los 200 m de profundidad, desde el 09 de octubre de 2016 hasta 11 de septiembre 2017. El grafico inferior de la izquierda indica el punto de monitoreo. Fuente: Datos: ARGO, Grafico: DHN.

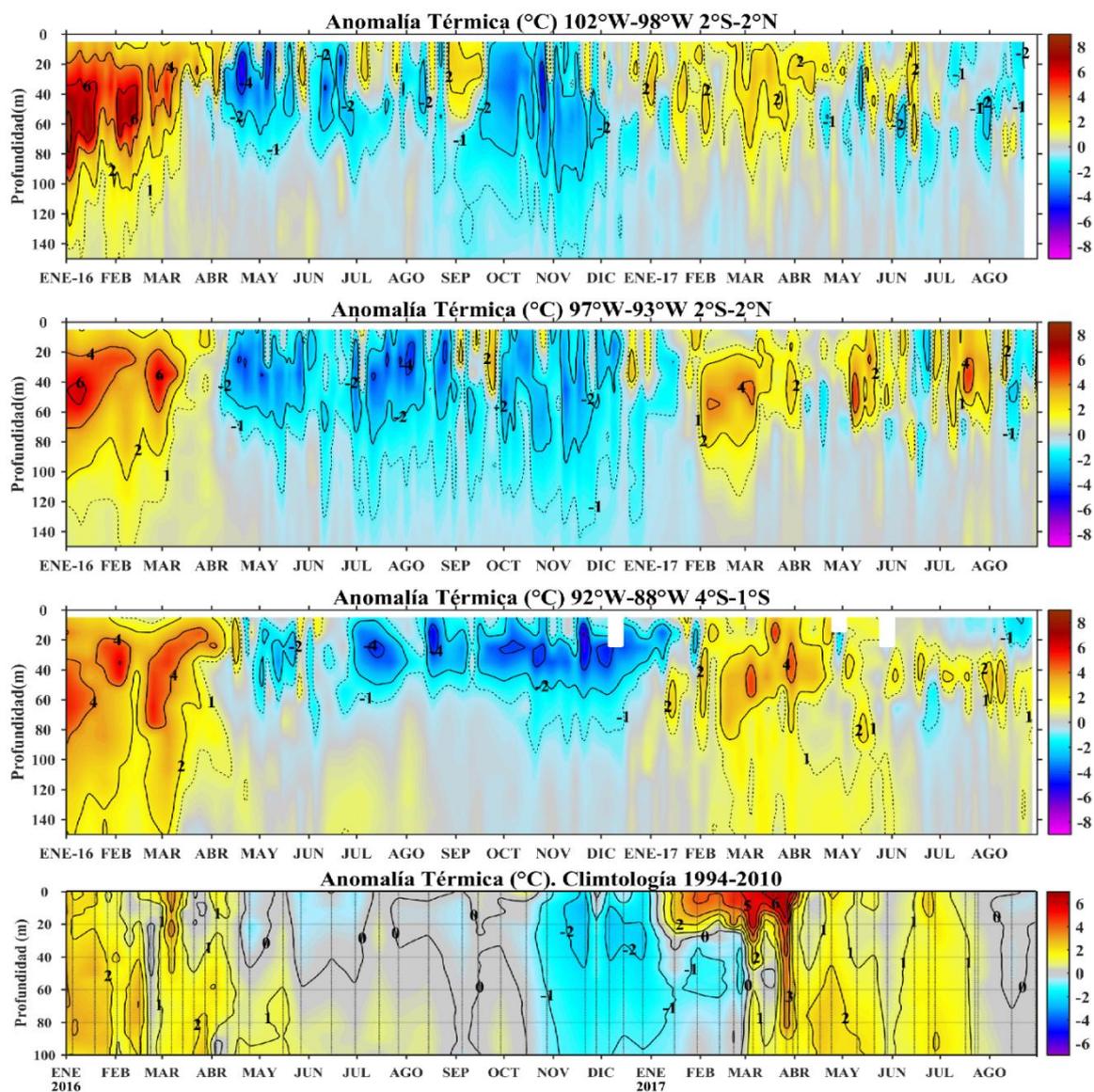


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo serie de anomalía térmica usando datos Argo y climatología GODAS (1993-2015) en la zona ecuatorial (a – c) y anomalía térmica de la estación fija de Paita. Fuente: IMARPE.

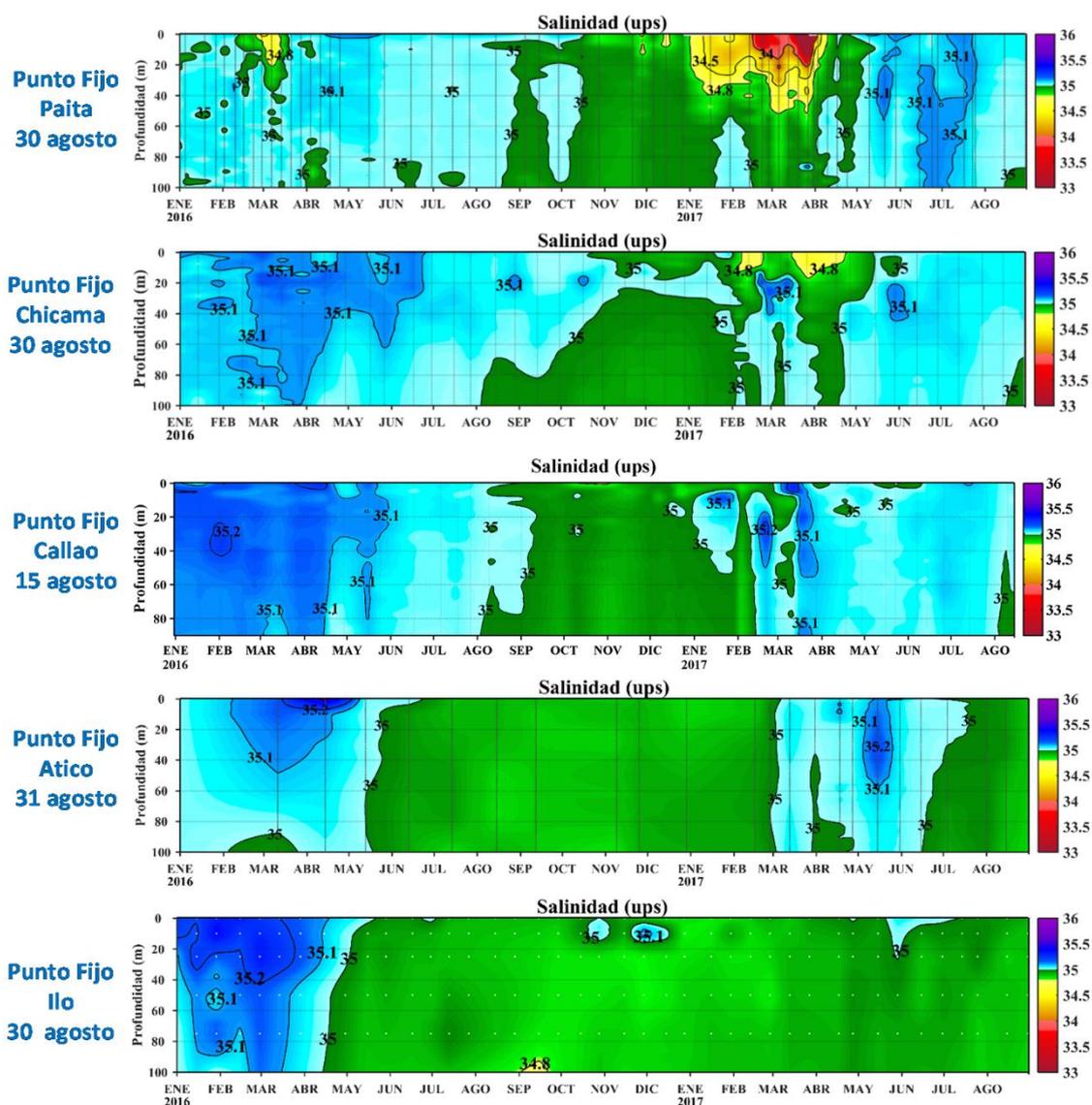


Figura 3.2.5.6. Series de tiempo de la Salinidad del agua de mar (UPS) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo entre enero del 2016 y agosto del 2017. Fuente: IMARPE.

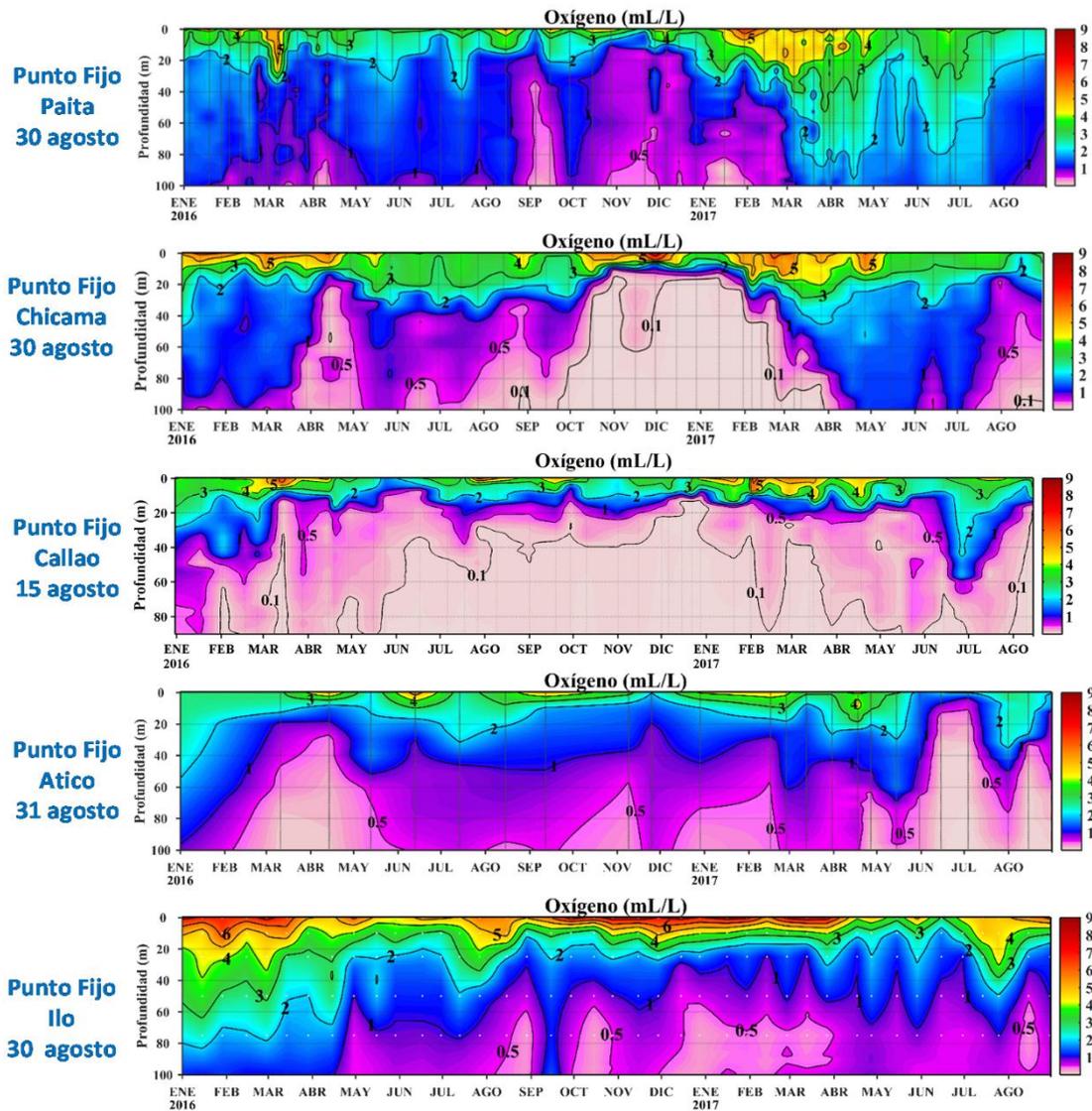


Figura 3.2.5.7. Series de tiempo del Oxígeno disuelto en el agua de mar (mL/L) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Callao, Atico e Ilo desde enero del 2016 a agosto del 2017. Fuente: IMARPE.

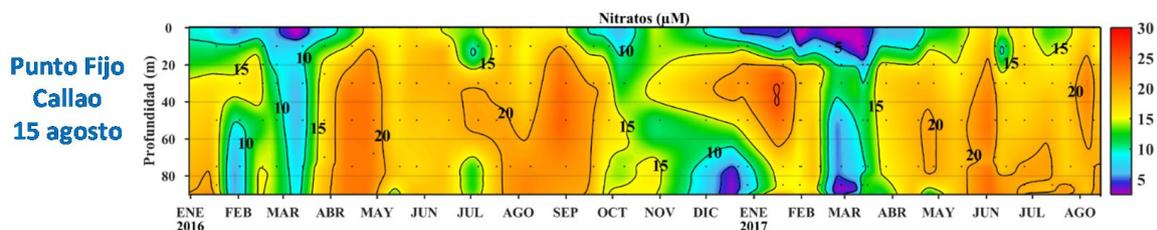


Figura 3.2.5.8. Series de tiempo de Nitratos (μM) en la estación fija Callao de enero del 2016 a agosto del 2017. Fuente: IMARPE.

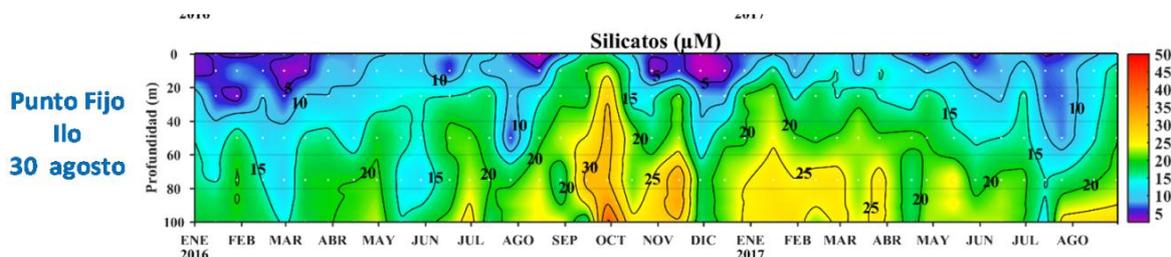


Figura 3.2.5.9. Series de tiempo de silicatos (μM) en la estación fija Chicama de enero del 2016 a agosto del 2017. Fuente: IMARPE.

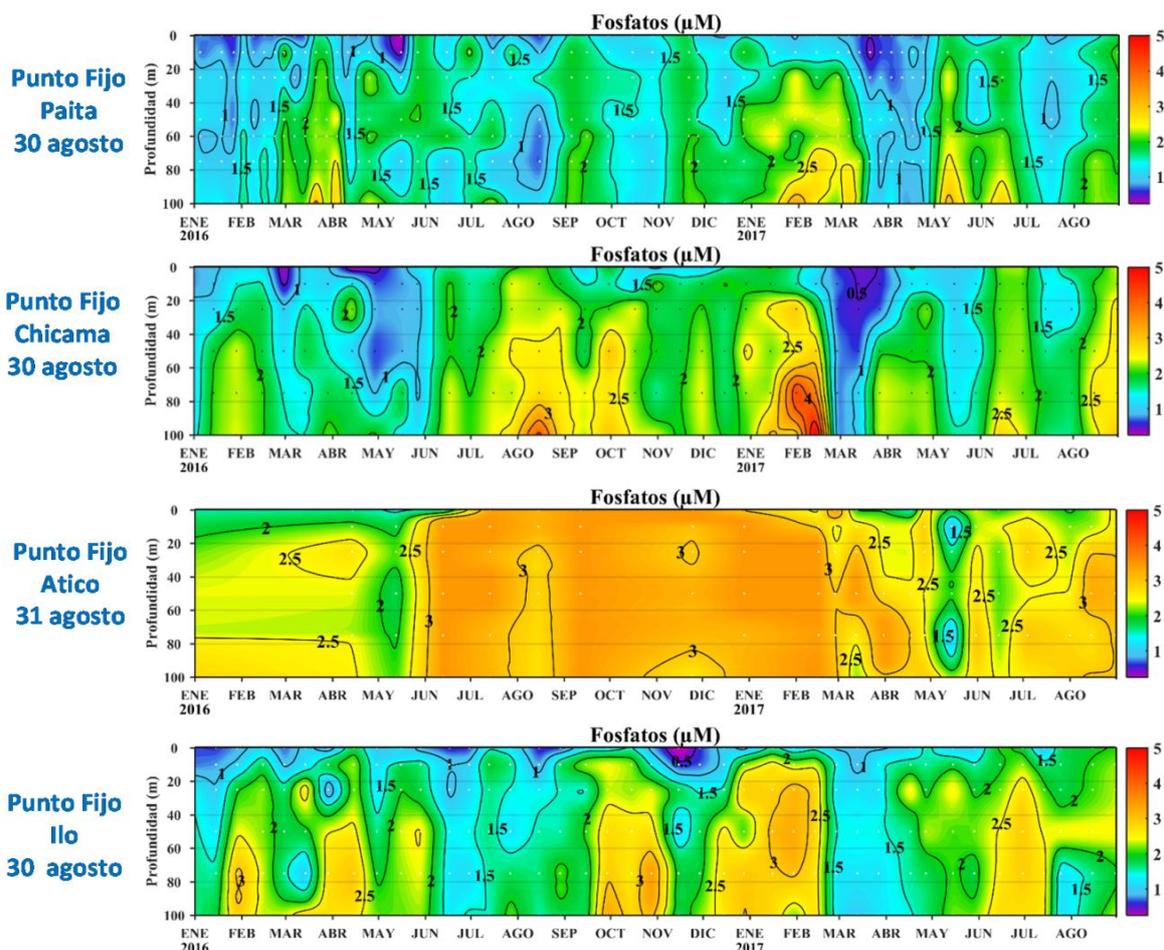


Figura 3.2.5.10. Series de tiempo de fosfatos (μM) en las estaciones fijas Paita, Chicama, Atico e Ilo de enero del 2016 a agosto del 2017.

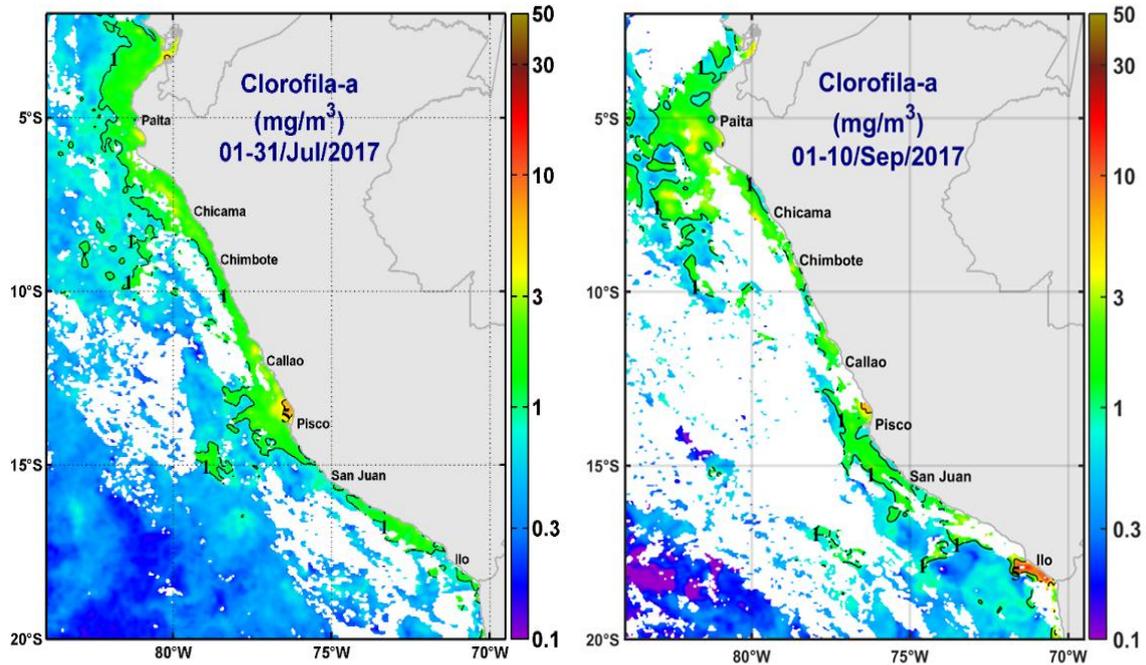
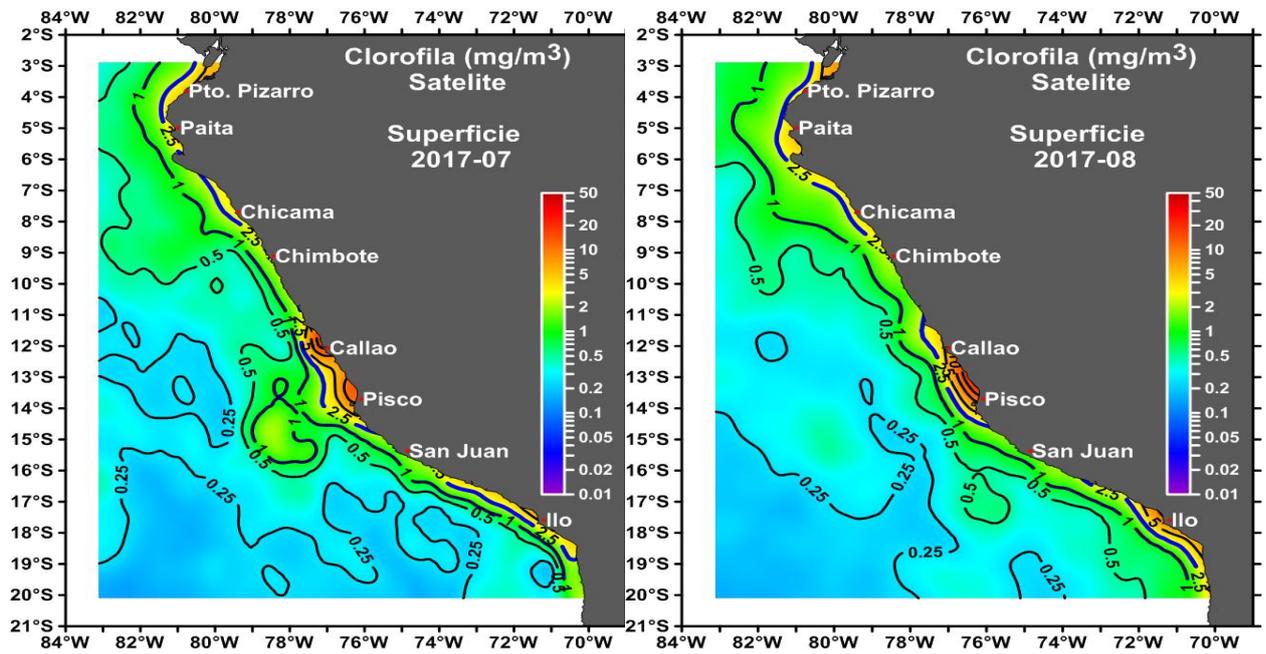


Figura 3.2.6.1. Distribución espacial de la clorofila "a" frente a la costa peruana durante julio y agosto del 2017. Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

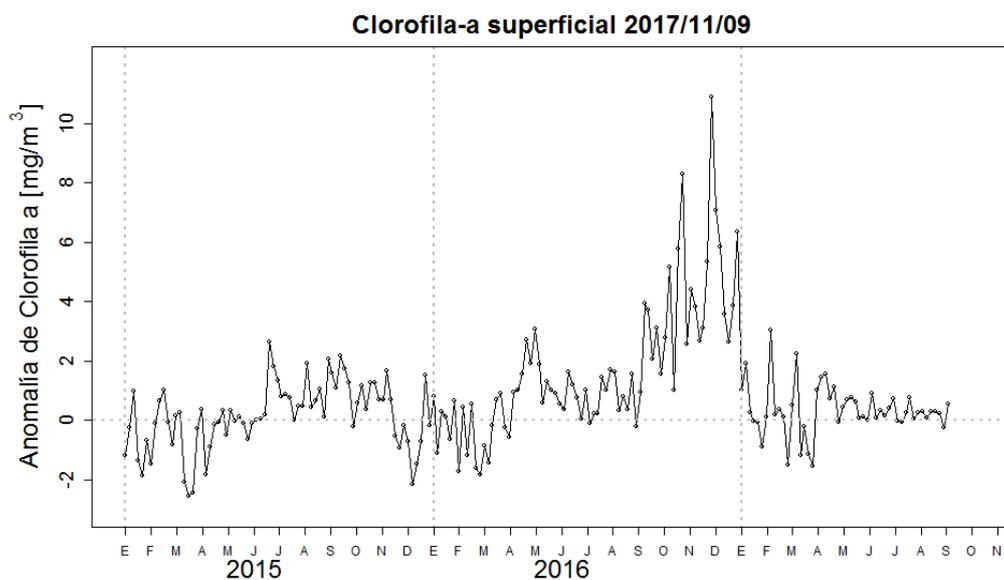


Figura 3.2.6.2. Diagrama Hovmöller de las anomalías pentadales de clorofila-a superficial entre los 04°S y 16°S (0-100km). Fuente: MODIS, Procesamiento: IMARPE.

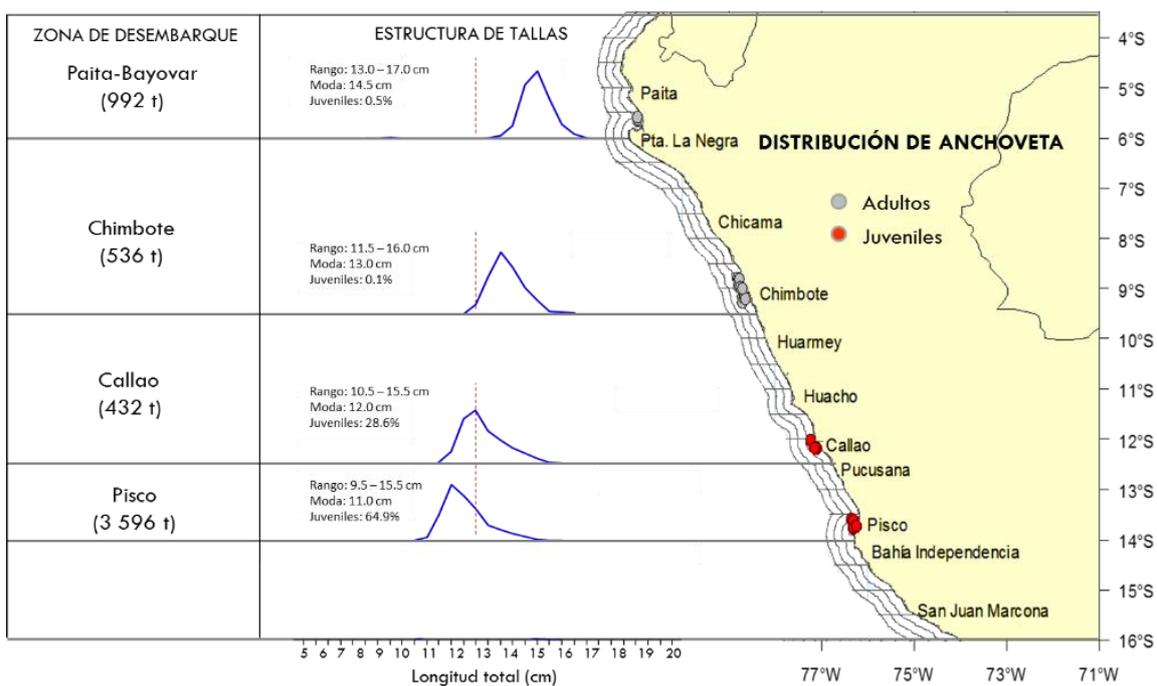


Figura 3.2.7.1. Captura, estructura de tallas y distribución de anchoveta por la flota de menor escala y artesanal en la región norte – centro durante agosto. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

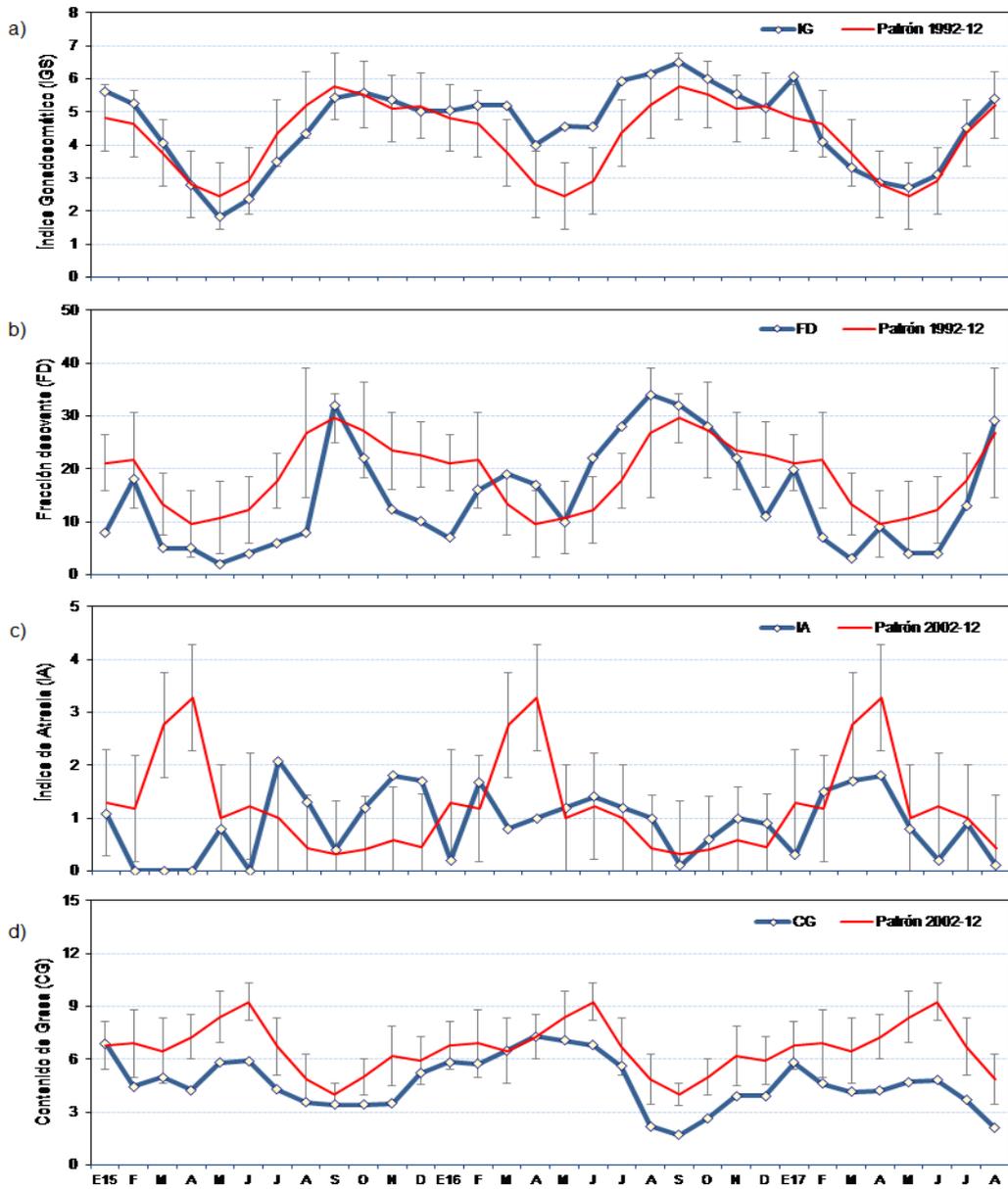


Figura 3.2.7.2. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), c) Índice de atresia y d) Contenido Graso del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: Enero 2012 – Agosto 2017. Fuente: LBR/AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

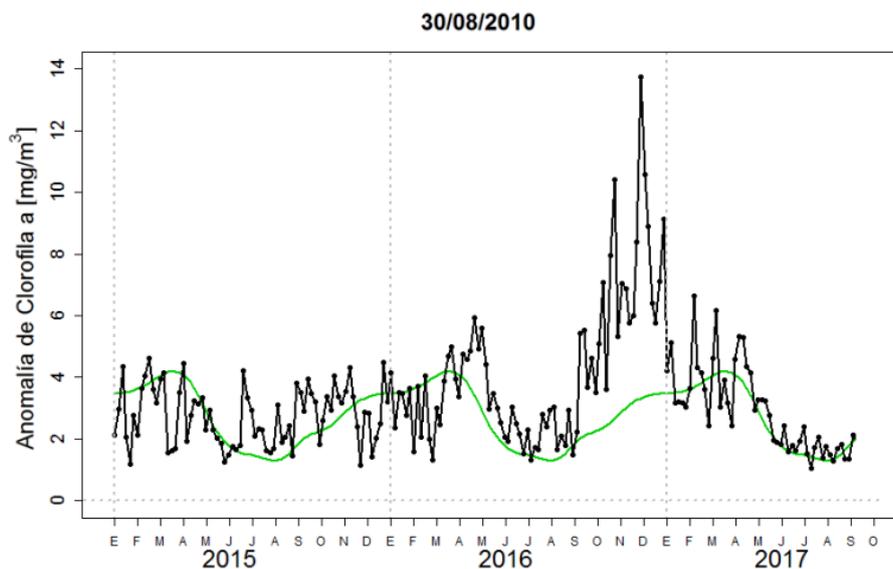


Figura 3.2.7.3. Especie registradas en la flota cerquera (industrial, menor escala y artesanal) durante agosto 2017. Fuente: AFIRNP/DGIRP/IMARPE.

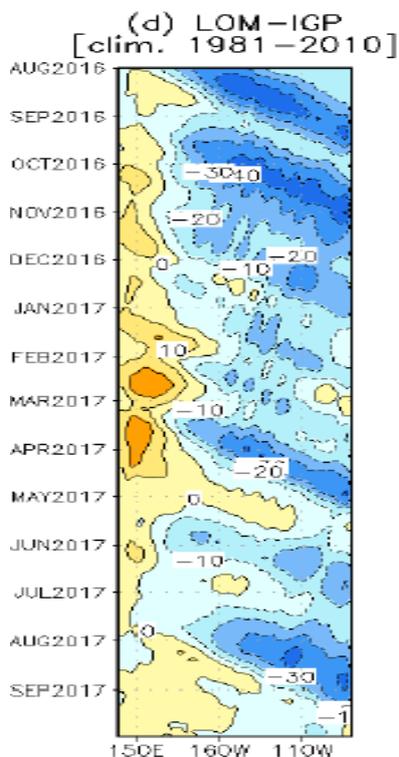


Figura 4.2.1 Diagrama Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby).

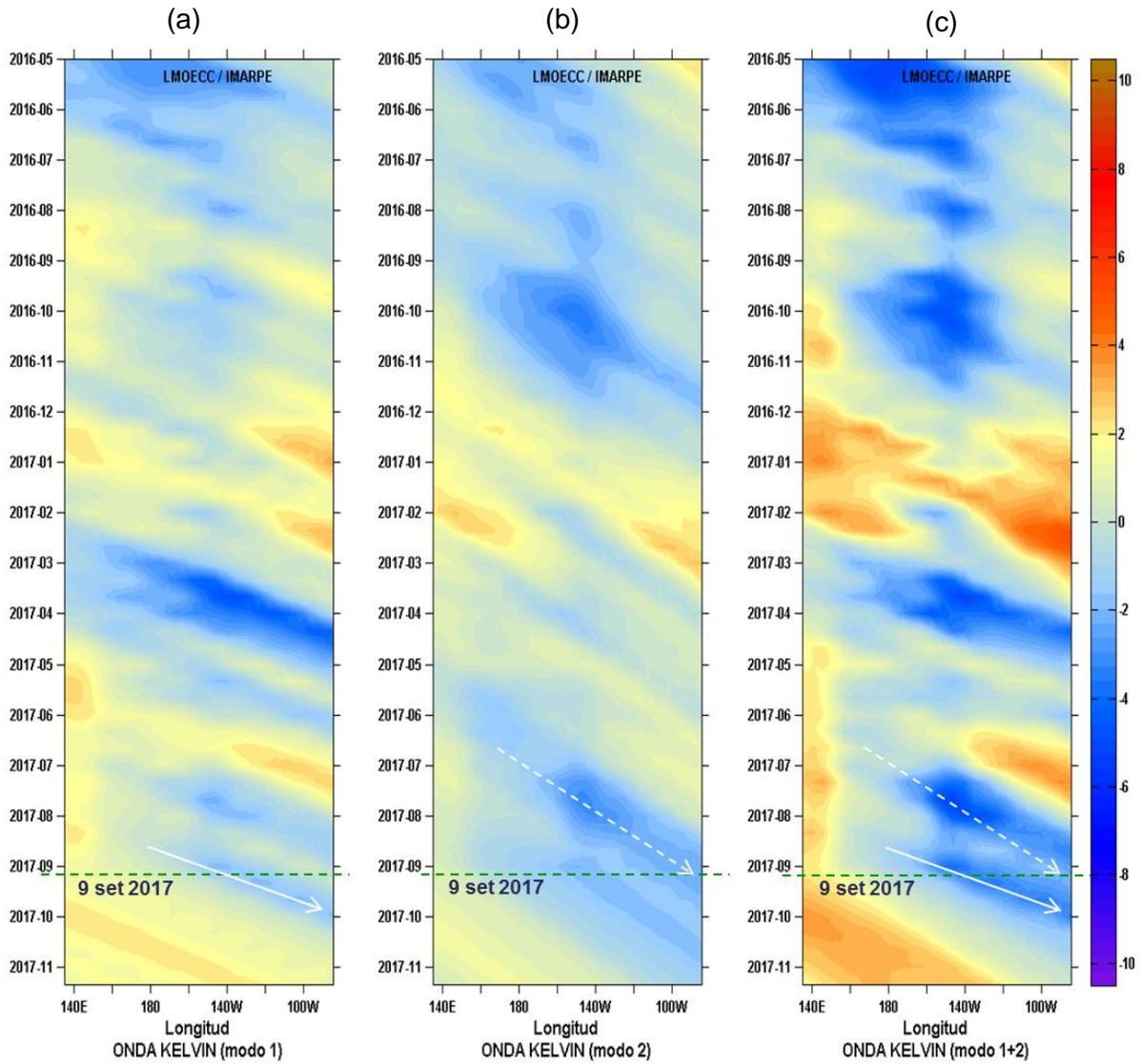


Figura 4.2.2. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N): (a) Modo 1, (b) Modo 2, (c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Fuente: IMARPE, forzado con vientos de NCEP (Figuras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

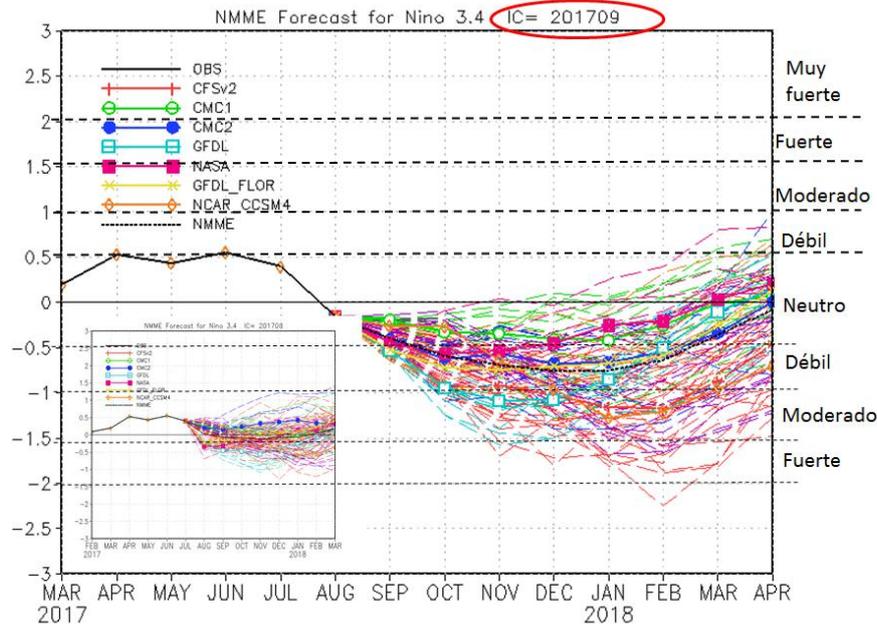


Figura 4.2.3. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

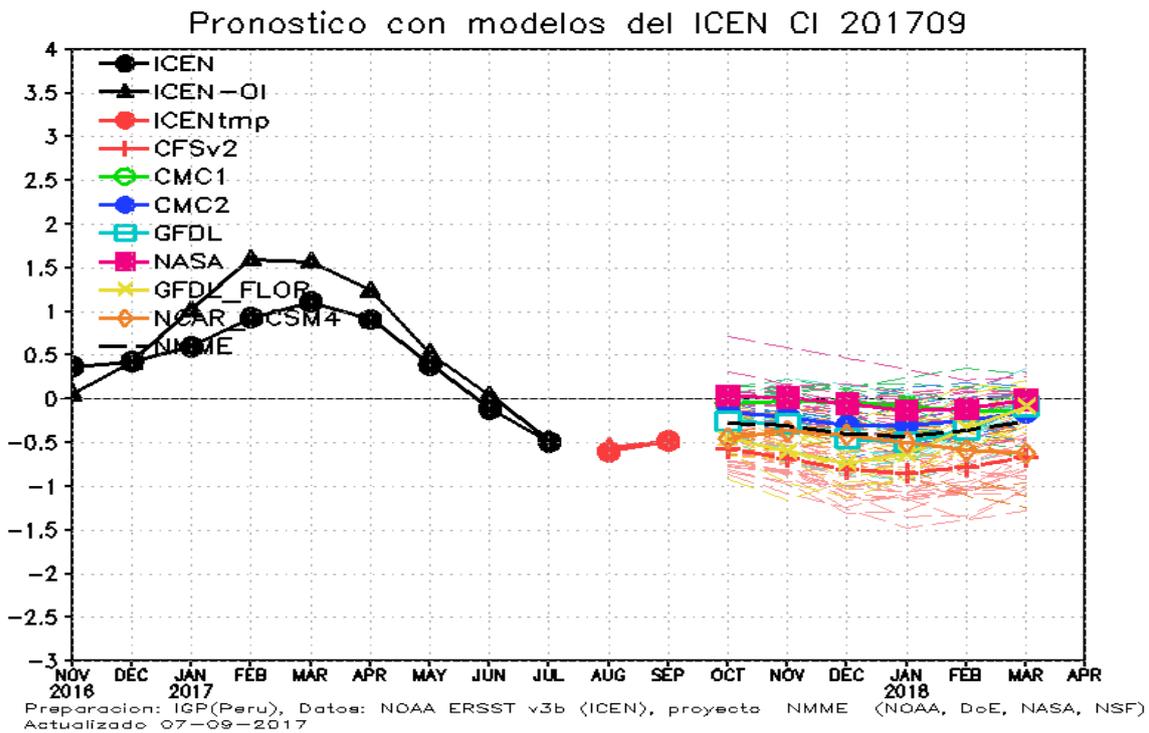


Figura 4.2.4. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de noviembre de 2016. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

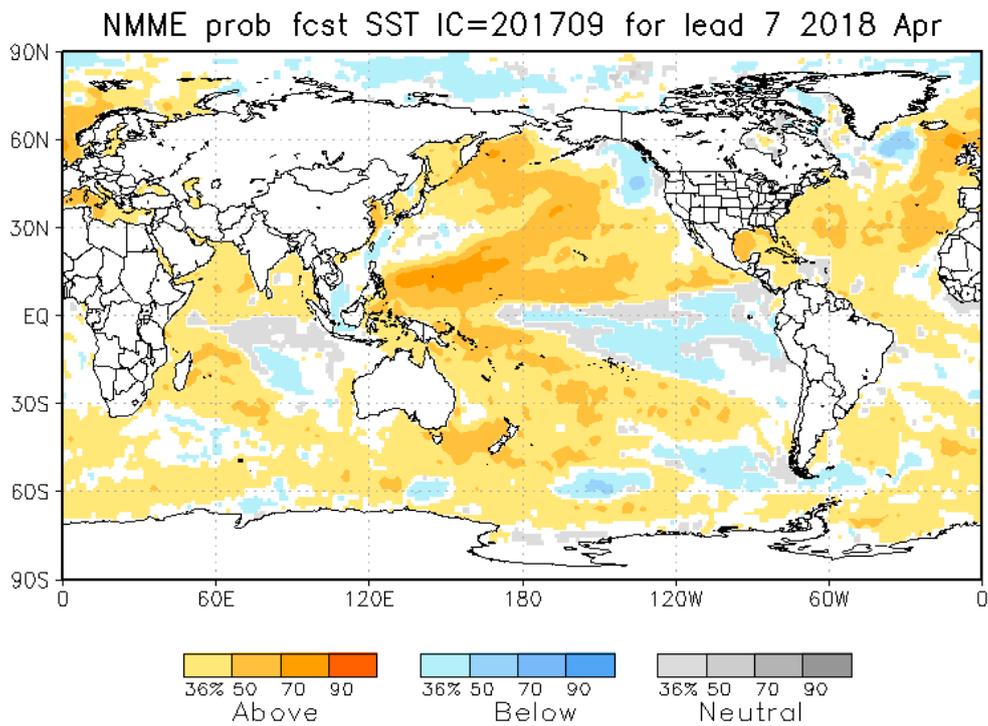


Figura 4.2.5. Pronósticos probabilísticos de temperatura superficial del mar (calibrados) para marzo del 2018 por modelos de NMME inicializados en agosto 2017 (Fuente: NOAA).

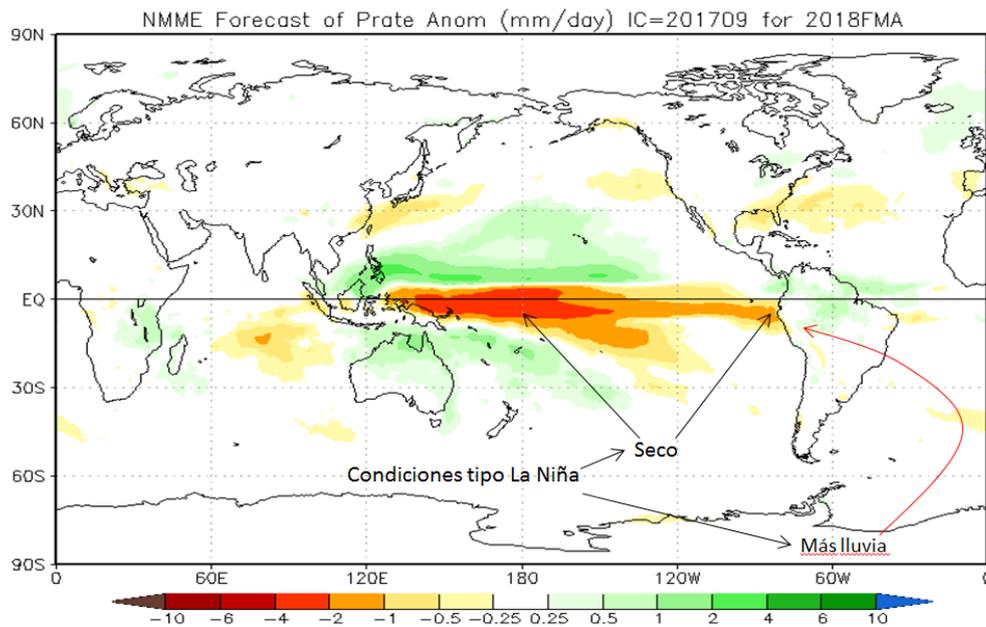


Figura 4.2.6. Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para el trimestre enero – marzo 2018 por modelos de NMME inicializados en agosto 2017 (Fuente: NOAA).

8. TABLAS

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

Valores del Oceanic Niño Index (ONI)

Mes	ONI	Categoría
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
07/2017	-0.10	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
08/2017	-0.27*	Neutra
09/2017	-0.49**	Neutra

* Se usaron los datos de Jul. Ago. 2017 (ERSST4) y Set. 2017 (NMME).

** Se usaron los datos de Ago. 2017 (ERSST4), Set. y Oct 2017 (NMME)
NMME CI 2017 09

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

Valores del **ICENOI**

Mes	ICENOI	Categoría
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
07/2017	-0.47	Neutro

Mes	ICENOItmp	Categoría
08/2017	-0.55*	Neutra
09/2017	-0.48**	Neutra

* Se usaron los datos de Jul. y Ago. (SST-OI) y Set(NMME)

** Se usaron los datos de Ago. 2017 (SST-OI), Set y Oct. 2017 (NMME)
NMME CI 2017 09

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

Estación	2017															
	ATSM (°C)								ANMM (cm)							
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.
Talara	1.0	3.0	4.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.4	0.0	4	8	14	10	7	7	4	3
Paita	2.4	4.6	5.7	2.3	1.4	1.3	0.6	0.0	6	11	15	10	8	7	5	2
Isla Lobos de Afuera	0.7	4.2	5.8	2.1	0.0	1.0	-0.1	-0.2	3	7	11	8	4	3	2	0
Salaverry	0.0	4.5	5.5	1.7	1.0	0.6	0.8	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Chimbote	-0.2	2.6	4.4	1.4	0.7	1.0	0.8	0.4	1	7	11	9	4	2	3	0
Callao	0.2	1.9	2.9	1.8	1.1	0.7	0.8	0.4	-1	1	4	3	1	0	1	-3
San Juan	0.5	0.6	0.9	0.6	1.4	0.7	0.8	0.0	5	3	7	6	6	5	3	-3
Mollendo	-0.2	-1.3	-0.1	0.3	1.7	1.8	0.3	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Matarani	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-1	0	1	-1	1	-2	-1
Ilo	0.1	-0.6	0	0.3	0.7	0.5	0.2	-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	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA
CFS2		-0.70	-0.56	-0.67	-0.80	-0.85	-0.78	-0.67
CMC1		-0.36	-0.05	-0.02	-0.04	-0.08	-0.14	-0.14
CMC2		-0.38	-0.15	-0.21	-0.30	-0.30	-0.24	-0.15
GFDL		-0.50	-0.25	-0.29	-0.45	-0.49	-0.35	-0.08
NASA		-0.28	0.04	0.02	-0.05	-0.13	-0.11	-0.01
GFDL_FLOR		-0.58	-0.45	-0.60	-0.73	-0.63	-0.32	-0.09
NCAR_CCSM4		-0.64	-0.45	-0.36	-0.41	-0.49	-0.59	-0.62
NMME		-0.49	-0.27	-0.30	-0.40	-0.42	-0.36	-0.25
ICENtmp	-0.6							

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	21%
Neutro	60%
El Niño débil	13%
El Niño moderado	2%
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	11%
La Niña débil	34%
Neutro	48%
El Niño débil	5%
El Niño moderado	1%
El Niño fuerte – muy fuerte	1%

ENFEN
Callao, agosto de 2017.
Lima-Perú