COMITÉ MULTISECTORIAL ENCARGADO DEL
ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO EL NIÑO

INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 1, N°3

JUNIO, 2015

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:
"Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres"
Producto: Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño

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

Comité Multisectorial ENFEN

Presidente:
Calm. (R) Germán A. Vásquez Solís Talavera
Presidente, Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

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

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

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

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

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

Comité Técnico ENFEN

Coordinador: Ken Takahashi (IGP)
IMARPE: Marilú Bouchón, Luis Vásquez, Carlos Quispe, Cecilia Peña, Octavio Morón, David Correa, Dante Espinoza, José Salcedo
DHN: Gustavo Laos, Rina Gabriel, Roberto Chauca
SENAMHI: Grinia Avalos, Juan Bazo, Miguel Saavedra, Allan Llacza
IGP: Ken Takahashi, Kobi Mosquera Vásquez
ANA: Gustavo Galindo, Carlos Verano
INDECI: Marcial García Blásquez, Sheila Yauri

Año: 1

Redacción del informe: Comité Técnico ENFEN
Edición y Producción: C. Grados (Secretaría Técnica ENFEN)
Diseño de carátula: IMARPE

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

Este documento se puede citar como:
Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). 2015. Monitoreo y Pronóstico de El Niño y La Niña. Informe Técnico ENFEN. Año 1, N°3, junio de 2015, 53 p.

El Informe Técnico ENFEN "Monitoreo y Pronóstico de El Niño y La Niña" de junio 2015 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web en las páginas electrónicas de las instituciones que conforman el Comité. De tener inconvenientes para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica ENFEN a la dirección electrónica st_enfen@imarpe.gob.pe.

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

MONITOREO Y PRONÓSTICO DE EL NIÑO Y LA NIÑA

Análisis mensual de los impactos de El Niño-Oscilación del Sur en las condiciones meteorológicas, oceanográficas, biológico-pesqueras e hidrológicas del mes de **junio de 2015** en el Perú y las perspectivas de variabilidad

ANA
Autoridad Nacional del Agua

Senamhi

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

IGP
INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL
PERÚ

INDECI
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

PRESENTACIÓN

Calm (r) Germán Vásquez Solís Talavera
Presidente del Comité Multisectorial ENFEN
Presidente , IMARPE

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

Han transcurrido casi cuatro décadas desde que el Estado Peruano estableciera el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). Durante este tiempo, el Comité ha monitoreado, vigilado, analizado y alertado sobre las anomalías del océano y la atmósfera con el fin de prevenir y mitigar los impactos de El Niño en el Perú. Estas acciones se realizan de forma sinérgica, coordinada, con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), institución que preside el Comité.

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo ahora con la participación de algunas instituciones del Comité ENFEN en el Programa Presupuestal por Resultados N°0068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. Su producto denominado “Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño” comprende una versión resumida “Comunicado Oficial” que se publica actualmente en la primera y tercera semana de cada mes en períodos de contingencia como el actual, así como una versión extendida “Informe Técnico”. Este último documento incorpora ahora nuevos elementos de información que tengo el honor de presentar, esperando que contribuya a mejorar el conocimiento y a adoptar decisiones y acciones oportunas hacia una eficiente y eficaz gestión del riesgo asociado a El Niño -Oscilación del Sur en nuestro país.

Calm. (R) Germán Vásquez Solís Talavera

TABLA DE CONTENIDOS

Página

1. RESUMEN 5

2. CONDICIONES OBSERVADAS EN JUNIO 2015 6

2.1 Temperatura superficial del aire en la costa peruana y del mar 6

2.2 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico 7

2.3 Nivel medio del mar y temperaturas subsuperficiales en el litoral peruano 7

2.4 Circulación atmosférica en el Pacífico sudoriental 9

2.5 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial 9

2.6 Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial 10

2.7 Recursos pesqueros e indicadores biológicos 11

3. PERSPECTIVAS 12

3.1 A corto plazo (semanas) 12

3.2 A mediano plazo (hasta 3 meses) 13

3.3 A largo plazo (más de 3 meses) 14

4. CONCLUSIONES 15

5. REFERENCIAS 15

6. FIGURAS 17

2.1.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana de enero 2014 a junio de 2015. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI. 17

2.1.2. Serie de tiempo diaria de: a) Temperatura superficial del mar (°C) y b) Nivel medio del mar (m) en el litoral peruano durante el mes de junio de 2015. Fuente: DHN. 18

2.1.3. Series diarias de anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) registradas en las estaciones costeras del IMARPE al 05 de julio de 2015. Fuente: IMARPE. 19

2.1.4. Distribución espacial de anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) cada 3 días durante el mes de junio de 2015. Datos: NOAA-AVHRR-OI-v2. Procesamiento: IMARPE. 20

2.1.5. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días: a) 5 de junio, b) 10 de junio, c) 15 de junio, d) 20 de junio, e) 25 de junio y f) 30 de junio de 2015. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN. 21

2.1.6. a) Temperatura superficial del mar (°C) y climatología (línea punteada en color gris) en la región Niño 1+2 según los datos de infrarrojo (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), serie temporal de la temperatura superficial del mar (°C) durante el año 1982 (en color rojo) y 1997 (en color azul). b) Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) en la región Niño 1+2, según los datos infrarrojo, serie del año 1982 (en color rojo) y 1997 (en color azul). Datos: NOAA Daily OI SST v2 AVHRR. Procesamiento: IGP. 22

Página

2.1.7. a) Temperatura superficial del mar (°C) y climatología (linea punteada en color gris) en la región Niño 1+2 según los datos de infrarrojo (línea sólida en color negro); NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de microondas (línea sólida en color gris; RSS Microwave OI SST v4.0), b) Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) en la región Niño 1+2, según los datos infrarrojo (línea en color negro) y microondas (línea en color gris) y el Índice Costero El Niño (ICEN, línea en color rojo). Procesamiento: IGP. 23

2.2.1. Series de tiempo de los caudales (m^3/s) de los ríos: a) Tumbes, b) Chira y c) Chancay-Lambayeque, en la zona norte de Perú. Fuente: ANA. 24

2.2.2. a) Precipitación acumulada (mm/mes) de junio, b) Climatología de la precipitación acumulada (mm/mes) de junio. Datos: TRMM NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI. 25

2.3.1. Anomalías de la altura del nivel del mar (cm) de altimetría satelital para la franja de 100 km adyacente a la costa. a) Serie temporal en pentadas durante el periodo 2012-2015, b) Diagrama de Hovmöller para el año 2015. Datos: AVISO. Procesamiento: IMARPE. 26

2.3.2. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) Oxígeno (mL/L). Periodo: 30 de marzo de 2014 - 21 de julio de 2015. Climatología: 1981- 2010. Fuente: IMARPE. 27

2.3.3. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno (mL/L). Periodo: 22 de enero de 2014 - 29 de junio de 2015. Fuente: IMARPE. 28

2.3.4. Distribución vertical de: a) Temperatura del agua de mar (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Velocidades geostróficas (cm/s) frente a Paita. Operación "Monitoreo bio-oceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita", 17-18 de junio de 2015. Fuente: IMARPE. 29

2.3.5. Distribución vertical de: a) Anomalías térmicas (°C), b) Anomalías de salinidad (ups) frente a Paita. Operación "Monitoreo bio-oceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita", 19 - 20 de junio de 2015. Fuente: IMARPE. 29

2.3.6. Distribución vertical de: a) Temperatura del agua de mar (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Velocidades geostróficas (cm/s) frente a Chicama. Operación "Monitoreo bio-oceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita", 2 y 13 de junio de 2015. Fuente: IMARPE. 30

2.3.7. Distribución vertical de: a) Anomalías térmicas (°C), b) Anomalías de salinidad (ups) frente a Chicama. Operación "Monitoreo biooceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita", 22 - 23 de junio de 2015. Fuente: IMARPE. 30

2.4.1. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s) del ecuador a 20°S. Periodo: enero - julio de 2015. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE. 31

2.4.2. Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar para junio de 2015. a) Promedio de la presión atmosférica (hPa) a nivel del mar, b) Anomalía de la presión atmosférica (hPa) a nivel del mar. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI. 32

2.4.3. Análisis de la presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para junio del 2015. Datos: Reanálisis NCEP/NCAR. Procesamiento: SENAMHI. 33

2.5.1. Promedio de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico tropical. Período: 7 de junio - 4 de julio de 2015. Fuente: NCDC/NCEP/NOAA. 34

2.5.2. a) Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial (5°N-5°S), b) Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño. Periodo: julio de 2014 - mayo de 2015. Fuente: NCEP/NOAA. 35

2.5.3. Evolución del Índice de Oscilación Sur. Se considera la media móvil cada 5 meses. Fuente: Bureau of Meteorology (BoM), Australia. 36

2.5.4. Análisis de anomalías del viento (m/s): a) 850 hPa y b) 200 hpa para el mes de junio del 2015. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI. 37

Página

2.5.5. Series Hovmöller de las anomalías de radiación de onda larga (W/m2) de julio de 2014 a julio de 2015. Datos: NCEP. 38

2.5.6. Diagrama Hovmöller de anomalía de viento zonal a 850 hPa para el mes de junio de 2015. Fuente: NOAA. 38

2.5.7. Análisis de la circulación atmosférica ecuatorial de este a oeste para junio de 2015. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI. 39

2.5.8. Índices de las anomalías mensuales de: a - d) Temperatura superficial del mar en las regiones Niño. Datos: NOAA SST OI, e) Esfuerzo del viento zonal (10^{-2} Nm^{-2}) en el Pacífico central. Datos: Reanálisis NCEP/NCAR, f) Índice de Oscilación del Sur (BoM). Los valores de mayo se indican en color rojo. Preparación: IGP. 40

2.6.1. Diagrama longitud-tiempo de: a) Anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT, anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de datos de b) TAO y c) derivadores ARGO, d) Datos del nivel del mar de JASON-2, e) anomalía de la profundidad (m) de la termoclina calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y taux=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales de color plomo representan la propagación hacia el este con velocidad de 2,7 m/s para la onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, TAO/TRITON, ARGO, JASON-2. Procesamiento: IGP. 41

2.6.2. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre 2°N y 2°S promediadas cada cinco días finalizando los días a) 09 de junio, c) 14 de junio, d) 19 de junio, e) 24 de junio , f) 29 de junio y f) 4 de julio de 2015. Fuente: TAO/ TRITON, PMEL/NOAA. 42

2.7.1. Especies del zooplancton indicadoras de masas de agua de Aguas Costeras Frías (ACF), Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) registradas en el Crucero de Recursos Demersales 1505-06. Fuente: IMARPE. 43

2.7.2. Desembarque diario (t) de anchoveta en: a) Región Norte – Centro y b) Región Sur. Periodo: 01 de enero - 30 de junio de 2015. Fuente: IMARPE. 43

2.7.3. a) Desembarque mensual acumulado por medio grado latitudinal, b) Estructura por tallas y c) Distribución de la flota pesquera de anchoveta. Junio 2015. Fuente: IMARPE. 44

2.7.4. Profundidad (m) de cardúmenes de anchoveta según medio grado latitudinal. Junio 2015. Fuente: IMARPE. 44

2.7.5. Series mensuales de indicadores reproductivos: a) Índice gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) e indicador somático, c) Contenido Graso (CG) del stock norte - centro de anchoveta. Periodo: enero 2013 - junio 2015. Fuente: IMARPE. 45

2.7.6. Dieta de guanay en principales islas y puntas a lo largo del Perú durante junio 2015. Fuente: IMARPE. 46

3.1.1. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo que refiere de la propagación de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N) simulados por un modelo oceánico lineal forzado con vientos de NCEP: a) Modo 1, b) Modo 2, c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en color verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Datos: NOAA. Procesamiento: IMARPE. d) Anomalías de la altura dinámica (db.dyn cm) en el Pacífico ecuatorial (2°S - 2°N). Fuente: TAO/PMEL/NOAA. 47

3.2.1. Índice Niño 3.4 mensual observado (línea sólida en color negro) y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA. 48

3.2.2. Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y su valor temporal (ICENtmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de la temperatura superficial del mar en la región Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA y NCAR tienen como condición inicial el mes de junio de 2015. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de junio de 2015. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF. 49

Página

7. TABLAS 50

2.1.1. Anomalías mensuales de temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) de febrero de 2015 a junio de 2015 en estaciones costeras. Fuente: DHN. 50

2.1.2. Índice Costero El Niño (ICEN). Periodo: Setiembre de 2014 - Mayo de 2015. Fuente: IGP. 50

2.2.1. Volumen de agua almacenado (hm^3) en los principales reservorios. Fuente: ANA. 51

2.5.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) semanales (centradas en los días 01, 08, 15 y 29 de junio 2015) y mensuales (de mayo de 2014 a junio de 2015) en las regiones Niño. Fuente: NCEP/NOAA. 52

2.7.1. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial. Periodo: 01 de enero - 31 de julio de 2015. Fuente: IMARPE. 53

1. RESUMEN

En el mes de junio, la temperatura superficial del mar (TSM) en el litoral peruano presentó anomalías positivas. Las más altas se registraron en la costa norte, con valores de hasta 3,4°C y 4,6°C, en la Isla Lobos y Chimbote respectivamente. Asimismo, más allá de las 40 millas náuticas (mn), se observaron núcleos superiores a +4°C en la TSM entre 10°S y 15°S. Similarmente, los valores extremos de la temperatura del aire registraron valores sobre lo normal a lo largo del litoral, con anomalías entre 0,7° y 4,2°C.

El promedio mensual de las anomalías del Nivel Medio del Mar (NMM) registró valores entre +9 y +16 cm; valores por encima de lo normal en toda la costa del Perú, especialmente en el norte. El NMM se mantuvo prácticamente constante durante todo el mes, con una tendencia al aumento durante la última semana debido al arribo de una nueva onda Kelvin. Con respecto a las capas subsuperficiales, las estaciones de Paita y Chicama mostraron una tendencia a la normalización a mediados de mes; sin embargo, durante los últimos días del mes se observaron los primeros indicios de una nueva profundización de la termoclina, consistente con lo observado en el NMM.

Los vientos a lo largo de la costa fueron ligeramente más fuertes que lo normal, probablemente como respuesta a la anomalía positiva de la TSM frente a la costa del Perú. Adicionalmente, el núcleo del Anticiclón del Pacifico Sur (APS) se intensificó algunos días, presentando anomalías de hasta +7 hPa. Sin embargo, casi todo el mes, las anomalías predominantes fueron -2 hPa, probablemente debido a las anomalías de TSM frente a Perú.

Considerando las condiciones del Pacífico ecuatorial, las anomalías cálidas perduraron todo el mes, principalmente en el Pacífico oriental. Por otro lado, durante el mes de junio, el océano y la atmósfera estuvieron acoplados, favoreciendo el nuevo pulso de vientos del oeste con núcleo en 160°E, durante los últimos días del mes. El Índice Costero El Niño (ICEN, región Niño 1+2) de mayo fue de 1,36°C y corresponde a una condición cálida moderada, el valor estimado para el mes de junio corresponde a condiciones cálidas fuertes.

En la costa norte, las lluvias y caudales se mantuvieron alrededor de lo normal, aunque con algunos eventos de lluvia puntuales en la costa norte del Perú. Cabe señalar que, debido a la estacionalidad, no se esperaron lluvias intensas este mes. Por otro lado, los reservorios de la costa norte y sur cuentan con almacenamiento al 97% y 64% de su capacidad máxima, respectivamente.

En relación al sector pesquero, la anchoveta presentó un desplazamiento hacia el sur, con la consecuente pérdida de contenido graso, en respuesta a las aguas cálidas ocasionadas por la continua llegada de ondas Kelvin. Asimismo, los cardúmenes de anchoveta frente a Huarmey se profundizaron debido a la alteración del ambiente marino subsuperficial. Además, los indicadores biológicos mostraron que el recurso se encontró en su periodo de reposo reproductivo.

Según las condiciones observadas, incluyendo el valor preliminar del ICEN temporal (ICENtmp) de junio, corresponde a condiciones cálidas fuertes. Esto estará asociado a temperaturas más elevadas que lo normal en la costa pero sin efecto en las precipitaciones por la estacionalidad. Por otro lado, no se descarta que El Niño Costero y en el Pacífico central se extienda hasta el fin de año, con alta incertidumbre en la magnitud, sin descartar niveles entre débil y extraordinario.

2. CONDICIONES OBSERVADAS EN JUNIO 2015

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

Durante el mes de junio, las estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) registraron anomalías positivas en las temperaturas extremas del aire de hasta +4°C, en promedio (Figura 2.1.1). La estación de Huarmey (Ancash) registró anomalías de temperatura máxima del aire de +4,2°C, en promedio. Asimismo, las anomalías positivas de mayor magnitud de la temperatura mínima del aire alcanzó hasta +3,8 °C en la estación Campo de Marte (Lima) y +3,7°C en la estación Trujillo (La libertad).

Las estaciones costeras de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) registraron anomalías positivas de TSM (Figura 2.1.2). Las anomalías mensuales más altas se registraron en la costa norte, con valores de hasta +3,4 y +4,6°C, en la Isla Lobos y Chimbote, respectivamente. De norte a sur, las estaciones registraron anomalías promedio +2,6°C en Talara, +3,2°C en Paita, +3,4°C en Isla Lobos de Afuera, +4,6°C en Chimbote, +3,2°C en Callao, +1,6°C en San Juan, +1,7°C en Mollendo e +1,6°C en Ilo, (Tabla 2.1.1). Esta información es consistente con los datos registrados por las estaciones costeras del Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Cabe señalar que la estación de Pisco presentó, algunos días, anomalías negativas de hasta -2°C (Figura 2.1.3).

Con respecto a la distribución espacial de la anomalía de TSM frente a la costa norte peruana, y usando datos de anomalía de TSM del producto (NOAA Daily OI SSTv2[1]; Reynolds et al., 2007), que combina mediciones satelitales infrarrojas (AVHRR) con mediciones *in situ* se observó un incremento gradual de las condiciones cálidas, llegándose a superar +4°C frente a la costa norte y centro durante la última semana del mes (Figura 2.1.4). Esta observación es consistente con la información de la DHN (Figura 2.1.5).

La comparación de las series temporales de la TSM y su anomalía del año 2015 con respecto a los años 1982 y 1997 ilustrada en la Figura 2.1.6, muestra que este año las condiciones El Niño lo ubican en un estado intermedio entre los dos años antes mencionados. Por otro lado, y con respecto al ICEN, índice basado en la anomalía observada de la TSM en la región Niño 1+2 (90°-80°W, 10°S -Ec.) presentó un valor de +1,36°C para mayo del 2015, correspondiente a la condición cálida moderada (ENFEN, 2012). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp), basados parcialmente en los pronósticos de los modelos numéricos, son de +1,91ºC (condición cálida fuerte) y +2,2°C (condición cálida fuerte), para los meses de junio y julio 2015, respectivamente (Figura 2.1.7. y Tabla 2.1.2).

Discusión**:** Según el ICEN (ENFEN, 2012), las condiciones climáticas de la costa peruana fueron cálidas moderadas (+1,36°C) para el mes de mayo. De acuerdo con el sistema de alerta recientemente establecido (ENFEN, 2014), el mes de junio se mantiene en "estado de alerta de El Niño Costero", debido a que el mes de abril y mayo fue declarado de la misma forma y que el valor del ICENtmp de junio es "cálido fuerte". Se confirma que el evento El Niño Costero se inició en abril. Por otro lado, las anomalías de TSM y de temperatura del aire máxima y mínima, se mantuvieron positivas a lo largo del litoral.

[1] Fuente: ftp://eclipse.ncdc.noaa.gov/pub/OI-daily-v2/NetCDF/2015/AVHRR

2.2 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

Las condiciones hidrológicas de los ríos de la vertiente del océano Pacífico se mantuvieron alrededor de lo normal (Figura 2.2.1). La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se mostró intensa al norte de toda la línea ecuatorial (Figura 2.2.2). La mayor concentración de focos convectivos y precipitación, asociados al calentamiento persistente del mar, se ubicaron en el Pacifico ecuatorial oriental. Por otro lado, se han registrado precipitaciones localizadas en la costa norte (Tumbes y Piura) durante la primera semana, alcanzando valores de hasta 20 mm en la estación de Sálala. Asimismo, durante los primeros nueve días del mes, la fase divergente de la Oscilación Madden-Julian (OMJ) se posicionó sobre el norte del continente, lo cual promovió los episodios esporádicos de precipitación y cobertura nubosa. Estos eventos también fueron influenciados por el calentamiento del océano próximo a la costa norte y el contenido de la humedad en la atmósfera proveniente de la Amazonía.

Con respecto a los reservorios de la costa norte y sur, estos cuentan con almacenamiento al 97% y 64%, respectivamente. Las ligeras lluvias registradas en la costa norte permitieron que el almacenamiento se mantenga similar al mes anterior. Sin embargo, en la costa sur, los reservorios han disminuido su almacenamiento debido a que las lluvias entraron en recesión por la estacionalidad (Tabla 2.2.1).

Discusión: Las condiciones típicas de El Niño, altas anomalías positivas de la TSM en el Pacífico oriental, permitieron las lluvias en la ZCIT. Por otro lado, debido a que las lluvias en la costa norte del Perú responden principalmente a valores absolutos de TSM (Woodman, 1999; Takahashi, 2004), a pesar de las anomalías positivas, el valor de la TSM absoluta registrado en el mes de junio no favoreció lluvias intensas. Las lluvias puntuales registradas en la costa norte fueron favorecidas por la OMJ en su fase convectiva.

2.3 Nivel medio del mar y temperaturas subsuperficiales en el litoral peruano

A lo largo de la costa peruana, los datos mareográficos diarios de la DHN mostraron que las anomalías del NMM para junio estuvieron por encima de lo normal (Figura 2.1.2 b), con ocurrencia de mayores anomalías durante la última semana del mes. El promedio mensual superó +12 cm en todas las estaciones, excepto en Matarani que presentó un valor de +9 cm (Tabla 2.1.1).

La anomalía del NMM para la franja de 100 Km mostró valores sobre su media durante junio, manteniéndose en promedio entre 15 y 20 cm alrededor del punto 90.125°W y 0.125°S, entre 10 y 15 cm en la zona de 5°S a 14°S y por debajo de los 10 cm entre 14°S y 18°S (Figura 2.3.1). Durante este mes los cambios fueron pequeños, a diferencia de lo ocurrido durante el mes de mayo.

La estructura térmica en el punto fijo Paita de IMARPE continuó alterada sobre 100 m de profundidad durante la primera quincena de junio. Temperaturas máximas de hasta +22°C (Figura 2.3.2 a), y con anomalías ligeramente superiores a +4°C sobre los 80 m de profundidad (Figura 2.3.2 d) se presentaron en el mes de junio. Durante la segunda quincena se mostró una recuperación (normalización) evidenciada por el rápido ascenso de las isotermas; sin embargo, a fines de mes, se presentó una nueva profundización de las mismas (Figura 2.3.2 a). La distribución halina mostró concentraciones homogéneas entre 34,95 y 35,1 ups en la columna de agua durante todo el mes (Figura 2.3.2 b), con fuerte presencia de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) que generó grandes procesos de mezcla sobre 100 m. De la misma forma, la distribución de oxígeno se alteró de forma similar al patrón de temperatura, presentándose mínimas concentraciones (de 1 a 2 mL/L) durante gran parte de la segunda quincena de junio (Figura 2.3.2 c).

Las variables oceanográficas medidas en el punto fijo frente a Chicama (Figura 2.3.3) mostraron un comportamiento bastante similar a la estación Paita. Si bien, en ambas estaciones, la ZMO estuvo por debajo de 100 m, en Chicama se presentaron valores menores a 1 mL/L a partir de 80 m. Asimismo, en esta estación, no se observó aún la profundización de las isotermas e iso-oxígenas que ocurrió en Paita a fin de mes.

Los datos de las secciones oceanográficas de la operación "Monitoreo Bio-Oceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita", ejecutado por IMARPE a fines de junio, reportó frente a Paita una termoclina moderada ubicada sobre 100 m de profundidad, con una distribución ascendente de las isotermas (mayores a 17ºC) el acercarse al borde costero (Figura 2.3.4 a). La isoterma de 15°C se ubicó entre 180 y 200 m de profundidad, más localizada y somera con respecto al mes anterior cuando se encontró entre 180 y 220 m (Informe Técnico ENFEN N° 05-2015). Además, se registraron anomalías mayores a 1°C sobre 210 m, con un pequeño núcleo de +5°C a 50 m y cerca de 100 mn (Figura 2.3.5 a), aunque estos valores son menores en comparación con el mes pasado. La estructura halina también mostró cambios respecto a su patrón climático y al mes anterior, registrándose una mayor incidencia de ASS sobre 150 m, en tanto las Aguas Costeras Frías (ACF) se restringieron a solo estar mezcladas con las ASS (Figura 2.3.4 b) lo cual se vio reflejado en las anomalías de salinidad (Figura 2.3.5 b). Las iso-oxígenas de 3 y 4 mL/L mostraron una tendencia ascendente (sobre 50 m de profundidad) al acercarse a la zona costera, en tanto, la ZMO mostró una inclinación descendente hacia la costa y se posicionó entre 200 y 250 m de profundidad (Figura 2.3.4 c). Las corrientes marinas (Figura 2.3.4 d) calculadas a través de las anomalías geopotenciales (velocidades geostróficas) presentaron en Paita dos núcleos con flujos hacia el sur ubicados dentro de las 20 mn y por fuera de las 60 mn, respectivamente. Asimismo el flujo norte intenso (40 cm/s) observado el mes anterior, se fraccionó durante el mes de junio manteniendo velocidades mayores a 20 cm/s.

Con respecto a la sección Chicama, la posición de la termoclina e inclinación de las isotermas sobre 100 m de profundidad, fue similar a la sección Paita, pero en Chicama la termoclina fue más intensa cerca a la costa (Figura 2.3.6 a). Por debajo de 100 m, la termoclina presentó una inclinación descendente hacia la costa. La isoterma de 15°C se ubicó entre 100 y 180 m de profundidad, la cual presentó -en promedio- menor profundidad con respecto al mes anterior. Además, se registraron anomalías mayores a 1°C sobre 180 m, alcanzando +4°C a 25 m y por fuera de las 70 mn (Figura 2.3.7 a); valores menores con respecto al mes anterior. Tal como para Paita, la estructura halina indicó, en promedio, una mayor incidencia de ASS, pero mezcladas con ACF dentro de 40 mn (Figura 2.3.6 b), lo cual generó anomalías positivas en las concentraciones de sales principalmente sobre 100 m de profundidad (Figura 2.3.7 b). En cambio, la ZMO en Chicama fue más somera en comparación con Paita, ya que se ubicó por encima de 180 m de profundidad (Figura 2.3.6 c). La velocidad geostrófica (Figura 2.3.6 d) mostró flujos hacia el sur asociados a la Corriente Subsuperficial de Perú-Chile (CSSPC) con intensidades de hasta 30 cm/s, mientras que los flujos al norte relacionados a la Corriente Peruana fueron más débiles (10 cm/s).

Discusión: En conjunto, la información anterior indica que durante la primera quincena de junio continuó el impacto de la onda Kelvin generada a mediados de marzo, lo que se vio reflejado en anomalías del NMM positivas, así como anomalías cálidas en la TSM. Asimismo, durante los primeros días de la segunda quincena, el NMM registrado por las estaciones mareograficas de la DHN a lo largo de la costa peruana, continuó prácticamente constante pero se observó una ligera tendencia a la normalización en las capas subsuperficiales (elevación de las isotermas en los puntos fijos de Paita y Chicama, Figuras 2.3.2 a y 2.3.3 a). No obstante, a fines de mes, se presentaron los primeros signos de una nueva profundización de las isotermas (solo en Paita, Figura 2.3.2 a) y elevación del NMM (Figura 2.1.2 b) debido al arribo del pulso cálido que se formó a mediados de mayo.

2.4 Circulación atmosférica en el Pacífico sudoriental

La velocidad de viento frente y a lo largo de la costa peruana (40 km de la costa), de acuerdo a los datos del satélite ASCAT, osciló entre 1 y 10 m/s, con vientos menores a 4 m/s al sur de 17°S (Atico) y mayores a 4 m/s entre el ecuador y 17°S con valores máximos de 10 m/s de 14°S a 16°S. Asimismo, entre 7°S y 20°S se observó un debilitamiento uniforme de la velocidad del viento el día 21 de junio (Figura 2.4.1 a).

Por otra parte, se presentaron anomalías negativas (-1,5 a -3 m/s) casi homogéneos frente y a lo largo de la costa durante la primera semana, y entre 7°S y 20°S durante la tercera semana. En tanto, las anomalías positivas de velocidad de viento han sido predominantes alrededor de 15°S con valores de hasta 4 m/s durante la segunda semana, y de 2,5 m/s durante la tercera semana de junio (Figura 2.4.1 b).

Con respecto al campo de la presión atmosférica frente al litoral costero, este ha presentado anomalías negativas de hasta -2 hPa, debido a la persistencia de las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar. Asimismo, el Anticiclón del Pacífico Sur (APS) mostró una configuración zonal con dos núcleos con intensidad de 1023 hPa y 1020 hPa centrados en 120°W y 85°W, respectivamente (Figuras 2.4.2 a y b). Durante la primera quincena del mes, el APS con intensidad por encima de 1029 hPa se ha desplazado de oeste a este (150°W a 100°W), mientras que el resto del mes este se ha mantenido alrededor de 130°W con intensidad de 1020 hPa (Figura 2.4.3).

Discusión: En el mes de junio, el núcleo del APS se ha intensificado, presentando anomalías de hasta +7 hPa. Sin embargo, se han identificado anomalías negativas de presión frente a Perú (-2 hPa) que pueden estar asociadas a las anomalías positivas de TSM en esta región (Lindzen y Nigam, 1987; Figuras 2.1.4).
Similarmente al mes anterior, a pesar de que el APS estuvo débil, la baja presión frente a Perú, probablemente asociada a las anomalías positivas de TSM en esta región (Lindzen y Nigam, 1987; Figuras 2.1.4 y 2.1.5) habría propiciado vientos más intensos que lo normal a lo largo de la costa (Quijano, 2011). Además, la intensificación del viento costero entre 4°S y 17°S parece ser explicada en parte debido a la aproximación de un sistema anticiclónico frío.

2.5 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico ecuatorial

Las condiciones de anomalía de TSM a lo largo de todo el Pacífico ecuatorial continuaron, con mayores anomalías en el Pacífico oriental sur con respecto al mes pasado (Figura 2.5.1). Los índices estándar de anomalías de TSM ecuatoriales continuaron con tendencia positiva y presentaron valores positivos mensuales de +1,1°C (Niño 4), +1,34°C (Niño 3.4), +1,32°C (Niño 3) y +2,5°C (Niño 1+2) (Figura 2.5.2, Tabla 2.5.1). Además, las anomalías continuaron positivas en el Pacífico norte frente a América central (Figura 2.5.1).

El valor mensual de junio del Índice de Oscilación del Sur (IOS) fue -12, este valor se encuentra por debajo de lo normal (±7), la categorización de este índice es realizada por el centro meteorológico de Australia (Bureau of Meteorology). Valores negativos del IOS se vienen presentando desde marzo de este año. Los actuales valores negativos estarían indicando, en promedio, una disminución de la presión en la región de Tahití, lo cual se debe al relajamiento de las presiones en el lado suroeste del continente Sudamericano, patrón durante eventos El Niño (Figura 2.5.3). Por otro lado, el valor del IOS de junio es mayor al del mes de mayo (-13,7) y aún es mayor en comparación a los años de El Niño Extraordinario 1982 (-20,1) y 1997(-22,4).

En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa) aún se vienen originando anomalías de viento del oeste sobre el Pacífico occidental y central (Figura 2.5.4 a). Estas anomalías del oeste han sido generadas principalmente por procesos convectivos sobre el océano y la intensificación de la divergencia en niveles altos de la tropósfera, este último es marcado por una configuración anticiclónica en las anomalías de vientos en 200 hPa en el Pacífico central en ambos lados del ecuador (Figura 2.5.4 b); cabe señalar que los procesos descritos fueron más intensos durante la última decadiaria del mes. Asimismo, entre niveles medios y altos de la tropósfera ocurrieron anomalías de viento del este en la región central del continente sudamericano, las cuales indican que ocurrió advección de humedad en la vertiente oriental de la sierra central y sur del país. Estas condiciones han permitido que la temperatura mínima se haya registrado por encima de lo normal, y por ende la disminución de heladas.

Además, la alta actividad convectiva a lo largo del Pacífico central y oriental que refleja el acoplamiento de la atmósfera al océano (Figura 2.5.5), promovió la ocurrencia de un nuevo pulso de viento del oeste en el Pacífico occidental durante los últimos días de junio, con un núcleo ubicado en 160°E. Sin embargo, todo el mes de junio se mantuvo con anomalías del oeste hasta 120°W (Figura 2.5.6). Asimismo, según la investigación de Takahashi y Dewitte (2015), la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (u_C; 160°E-160°W, 5°S-5°N) en el mes de agosto tendría alto potencial predictivo de un evento El Niño extraordinario.

La actividad convectiva a lo largo de todo el Pacífico ecuatorial estuvo asociada a intensos movimientos ascendentes, así como divergencia, sobre el Pacífico central-occidental (Figura 2.5.7).

Discusión: Durante el mes de junio se observó la persistencia de las anomalías cálidas en casi todo el Pacífico ecuatorial superiores al mes anterior. Asimismo hubo alta actividad convectiva que favoreció un nuevo pulso de viento del oeste durante los últimos días de junio. Estas anomalías del oeste persistieron todo el mes y durante los últimos días del mes llegaron hasta 120°W. Este comportamiento es típico cuando la atmósfera y el océano están acoplados durante la fase cálida de El Niño-Oscilación del Sur. Particularmente, el fuerte calentamiento en la región Niño 4, aproximadamente donde el patrón *C* es máximo (Takahashi et al., 2011), está asociado a anomalías positivas de u_C, que de aumentar suficientemente en agosto, podría favorecer la ocurrencia de El Niño extraordinario (Takahashi y Dewitte, 2015).

2.6 Dinámica oceánica en el Pacífico ecuatorial

La profundidad de la isoterma de 20°C ecuatorial (aproximadamente coincidente con la termoclina), según la información *in situ* (TAO/TRITON y derivadores Argo), registró anomalías superiores a +40 m entre 140°W-80°W, las cuales se presentaron durante todo el mes debido a que continuó arribando la onda Kelvin que se originó en marzo y los impactos fueron reforzados por el arribo de la onda Kelvin que se originó a principios de mayo (Figura 2.6.1 b, c). Por otro lado, se presentó un núcleo máximo en 100°W próximo a la costa Sudamericana, con magnitudes superiores a +50 m (Figura 2.6.1 c).

Los datos de altimetría de Jason-2 mostraron que a lo largo del océano Pacífico ecuatorial al este de la línea de cambio de fecha (180°), el NMM mostró anomalías positivas durante todo el mes. Asimismo, se muestra la formación de un núcleo de más de +20°C ubicado entre 150°W y 100°W (Figura 2.6.1 d).

Por encima de los 200 m de profundidad, las temperaturas subsuperficiales ecuatoriales (TAO/TRITON) presentaron anomalías positivas al este de la línea de cambio de fecha (Figura 2.6.2). Durante los primeros días del mes presentó un núcleo pequeño centrado en 115°W que se intensificó hasta +7°C con una profundización de hasta 175 m. A partir del 24 de junio, el núcleo se posicionó en 105°W (Figura 2.6.2 d) con una profundización menor a 125 m. La última semana de junio, el nú-

cleo fue menos intenso con valores de +5°C centrado en 110°W, así mismo, la profundización fue menos intensa con valores próximos a 125 m.

Discusión: En las últimas semanas del mes de junio, la termoclina continuó profundizándose, alcanzando valores superiores a +40 m, las anomalías del NMM también presentaron valores superiores a +20 cm, sobre todo, en las regiones próximas al litoral, debido a que el núcleo de la onda Kelvin originada en la primera quincena de mayo continuó arribando a la costa Sudamericana. Sin embargo, el impacto de estas anomalías positivas fue reforzado por el arribo inicial de la onda Kelvin cálida formada a inicios de marzo (Figura 2.6.1 a). Así mismo, los datos subsuperficiales mostraron que el arribo de esta señal se produjo poco después de la llegada del núcleo positivo de NMM, lo cual es consistente con lo observado por Mosquera-Vásquez et al. (2014). Por otro lado, se espera que los pulsos de viento de anomalía positiva generados la última semana del mes, generen una nueva onda Kelvin que arribaría a las costas a finales de agosto (Figura 2.6.2 a, e). La menor profundización de las temperaturas subsuperficiales en los últimos días de junio estaría relacionada con la finalización del arribo de la onda Kelvin que se originó en marzo, sin embargo, se espera que en los próximos días estas vuelvan a profundizarse debido al arribo de la onda Kelvin que se originó en mayo.

2.7 Recursos pesqueros e indicadores biológicos

Durante el monitoreo de la región norte realizado por el Crucero de Recursos Demersales, ejecutado por el IMARPE, se registró la presencia de especies zooplanctónicas indicadoras de masas de Agua Ecuatorial Superficial (AES) al norte de Paita (5°S), mientras indicadores de ASS y ACF se identificaron en el área evaluada dentro de las 20 mn al sur de Paita (Figura 2.7.1).

El desembarque de los recursos pelágicos proveniente de la flota industrial en el litoral peruano del 01 de enero al 30 de junio ascendió a 1 415 650 t. La especie de mayor desembarque fue *Engraulis ringens* "anchoveta" con el 99,89% (Tabla 2.7.1). En junio, el desembarque promedio de anchoveta en la Región Norte – Centro fue de 8050 t, disminuyendo en 75% respecto al desembarque promedio del mes anterior. El avance de la cuota, estimada para la primera temporada de pesca 2015, fue de 95,4%. Sin embargo, mediante la RM N° 209-2015-PRODUCE se amplió el periodo de la temporada hasta el 31 de julio. El desembarque promedio mensual de anchoveta en la Región Sur fue 4145 t, siendo 25% menor a lo registrado en mayo y 57,5% mayor a lo observado en abril, ascendiendo el avance de la cuota a 66,4% (Figura 2.7.2).

El área de pesca de anchoveta se registró en las regiones centro y sur distribuidas en tres zonas de pesca, siendo las dos más importantes de Supe (11°S) a Punta Infiernillos (14°S) y de Atico (16° S) al extremo sur, ambas dentro de las 30 mn. Las mayores capturas se presentaron frente a Morro Sama (18°S) y Tambo de Mora (13°S) con 42 mil y 39 mil t, respectivamente. Mientras que en la región norte se observó una pequeña presencia de anchoveta dentro de las 10 mn frente a Paita (5°S). Por otro lado, las estructuras de tallas de la anchoveta presentaron un amplio rango de tallas que fluctuaron de 6 a 16,5 cm de longitud total (LT). Las regiones centro y sur registraron modas promedio de 12,5 y 12,0 cm de LT, y alta presencia de juveniles con 31,3% en promedio (Figura 2.7.3).

Este año, debido a los ingresos de ondas Kelvin en mayo y junio, así como el paso por la costa de las ondas atrapadas, el ambiente marino subsuperficial se encuentra alterado, encontrando una mayor profundización de los cardúmenes de anchoveta desde Huarmey (10°S) hasta Punta Infiernillos (15°S), con profundidad media entre 22 y 38 m, mientras que en el norte, frente a Paita (5°S), la profundidad media fue de 13 m (Figura 2.7.4).

Los indicadores biológicos del stock norte-centro de anchoveta como el Índice Gonadosomático (IGS) y Fracción Desovante (FD) mostraron que el recurso se encuentra dentro de su periodo de reposo reproductivo. Mientras que el ligero incremento del Contenido Graso (CG), aunque aún por debajo de su patrón histórico, indica que posiblemente la anchoveta se encuentra utilizando parte de

su energía en su desplazamiento al sur (Figura 2.7.4).

Por otro lado, según la información preliminar de la "Evaluación de Dieta y Ecología de Aves Guaneras" realizada en las principales islas y puntas a lo largo de la costa peruana por el IMARPE indicó que la dieta de la especie *Phalacrocorax bougainvilii* "guanay" en las islas del norte, Macabí (7°S) y Guañape (8°S), fue variada, con un 50% de anchoveta (43 juvenil y 7 adulta) del total en promedio. En la zona central, la dieta de los guayanes registrados en la isla Mazorca (11°S), correspondió el 96% a la anchoveta, mientras que hacia el sur de Punta San Juan (15°S) el 100% de la dieta correspondió a anchoveta, con un 45% a ejemplares juveniles (Figura 2.7.5)

Discusión: El desplazamiento de la anchoveta hacia el sur, es una repuesta del recurso debido al ingreso de aguas cálidas (Ñiquen and Bouchon 2004). Se mantiene la mayor profundización de cardúmenes de anchoveta en áreas frente a la costa debido a la continua llegada de ondas Kelvin (Bertrand et al., 2008). La dieta guanay *Phallacrocorax bougainvillii*, cuyo principal alimento corresponde a la anchoveta (Jahncke y Goya, 1998), mostró cambios en la proporción de éste recurso en la composición de su dieta, registrándose un 100% de anchoveta en sus bolos alimenticios en Punta Coles (17° S), mientras que en la zona norte, como Isla Macabí (7°S) y Guañape (8°S), presentó una variada dieta alimenticia, ese comportamiento se encuentra acorde al desplazamiento de anchoveta al sur.

3. PERSPECTIVAS

3.1 A corto plazo (semanas)

Los modelos oceánicos lineales corridos en el IGP (Mosquera 2009, 2011; Figura 2.6.1 e) e IMARPE (Dewitte et al., 1999; Figura 3.1.1 c), indican perturbaciones positivas en el nivel del mar y la profundidad de la termoclina (que en estos modelos se asumen proporcionales entre sí) asociadas a ondas Kelvin. Asimismo, estas perturbaciones continuarán su acercamiento a la costa en el transcurso del mes de julio. Según el modelo del IGP con termoclina variable (Figura 2.6.1 e), se espera que la onda Kelvin cálida generada debido a pulsos de vientos del Oeste en el Pacífico ecuatorial occidental en la primera quincena de mayo arribe a nuestras costas a fines de junio e inicios de julio. También, el modelo del IMARPE (Figura 3.1.1 c) muestra que una onda Kelvin cálida (modo 2) generada en mayo 2015, llegará a las costas de Sudamérica en julio 2015. Por otro lado, otra onda Kelvin cálida (modo 1) podría generarse, debido a nuevos pulsos de vientos del oeste en el Pacifico ecuatorial occidental entre fines de junio e inicios de julio 2015, y llegaría a las costas de Sudamérica en agosto 2015.

En cuanto a la amplitud, el modelo del IGP indica anomalías en la profundidad de la isoterma de 20° C de hasta +10 m llegando a la costa, y con un núcleo superior a +40 m en 150° W (Figura 2.6.1 e). El modelo del IMARPE indica anomalías de NMM máximas en la costa mayores a +5 cm (Figura 3.1.1 c). Por otro lado, la extrapolación de la señal en NMM observada considerando una velocidad empírica de 2,6 m/s (Figura 2.6.1 d) indica que el núcleo llegaría en agosto, mientras que con una velocidad de 1,5 m/s al este de 160°W (Mosquera-Vásquez et al., 2014), el núcleo en la profundidad de la isoterma de 20°C llegaría a fines del mes de agosto e inicios de setiembre (Figura 2.6.1 c).

Discusión: Durante el mes de julio se espera que continúe la llegada de la onda Kelvin cálida a la costa originada en la quincena de mayo. Considerando que el modelo del IGP tiende a subestimar la amplitud en el extremo oriental, particularmente durante el periodo de formación de las ondas, el modelo de IMARPE también muestra el arribo de la onda Kelvin en el mes de julio, se considera que la amplitud de la nueva onda Kelvin cálida podría ser comparable que la observada en el mes anterior (ver sección 2.3). El aumento en el nivel del mar incrementará los impactos de procesos costeros asociados a las mareas y oleajes.

Por otro lado, debido a que estacionalmente las temperaturas bajan en esta época, las anomalías cálidas en la costa no resultarían en temperaturas absolutas suficientemente altas para generar lluvias intensas.

3.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)

Durante la primera y tercera semana se presentaron anomalías positivas de los vientos de oeste (entre 160°E y 140°W) de poca intensidad (Figura 2.6.1 a), sin embargo, durante la última semana un nuevo pulso de vientos de mayor intensidad, entre 150°E y 160°W, generaría una nueva onda Kelvin la cual estaría arribando al extremo Este del Pacífico a fines del mes de agosto e inicios del mes de setiembre (Figura 2.6.1 e). También las anomalías de la TSM se han incrementado en el Pacífico ecuatorial central (Niño 3.4), (Figura 2.5.2 b) y se observa que la actividad atmosférica convectiva es más intensa en el Pacífico ecuatorial central cerca de la línea de cambio de fecha (180°), extendiéndose hacia el oriente (Figura 2.5.5).

Por otro lado, para el océano Pacífico ecuatorial central, los pronósticos de los modelos climáticos dinámicos evaluados del proyecto North American Multi-Model Ensemble (NMME, en inglés), (Kirtman et al., 2014; Figura 3.2.1) y otros (compilación del International Research Institute for Climate and Society), inicializados en el mes de junio, para los meses de agosto y setiembre del 2015, indican que la anomalías térmicas continuarán con una tendencia positiva, alcanzando una condición "fuerte" -en promedio- para este periodo (Figura 3.2.1).

Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), los pronósticos de anomalías térmicas de los modelos climáticos dinámicos evaluados (siete del proyecto NMME y el European Center for Medium Range Weather Forecasting, ECMWF-S4) inicializados en junio, para los meses de agosto y setiembre de 2015, indican condiciones cálidas fuertes principalmente (Figura 3.2.2). Para el periodo de invierno, los siete modelos evaluados indican que en el Pacífico oriental (región Niño 1+2, ICEN) habría condiciones El Niño Costero con un máximo en julio, con magnitudes entre moderado y fuerte, con los modelos CFS2 y GFDL indicando moderado (28,6 %), los modelos CMC2, GFDL, NASA, GFDL FLOR y NCAR CCSM4 indicando fuerte (71,4%), (Figura 3.2.2). El promedio de los modelos del NMME corresponde a El Niño fuerte.

Discusión: Las condiciones observadas en el Pacífico ecuatorial reflejan la presencia de la fase cálida de El Niño-Oscilación del Sur, con la convección atmosférica y vientos del oeste respondiendo al calentamiento superficial; lo cual, de persistir, continuaría generando ondas Kelvin cálidas que mantendrían o incrementarían las anomalías cálidas. Esto es consistente con los pronósticos numéricos globales, los cuales indican que el calentamiento en el Pacífico central continuaría en los próximos meses. Para el Pacífico oriental ecuatorial, los datos observados de vientos, NMM y profundidad de la termoclina, así como los resultados de los modelos oceánicos lineales y los pronósticos de los modelos globales indican que las condiciones cálidas observadas actualmente en la costa sudamericana persistirían al menos por todo el mes de julio y agosto. Además, los pronósticos de los modelos climáticos indican principalmente condiciones El Niño costero de magnitud fuerte. Se nota que la bondad de los pronósticos para agosto y setiembre inicializados en junio es alta, con correlaciones observadas alrededor de 0.8 (Reupo y Takahashi, 2014 a, b). Estos pronósticos son mejores que los inicializados en meses previos, ya que están fuera de la llamada "barrera de predictabilidad".
Según lo anterior, se considera improbable que la magnitud del evento El Niño Costero actual sea débil, sino que, por el momento, se considera más probable que será entre moderado y fuerte.

3.3 A largo plazo (más de 3 meses)

Para finales del 2015, en el Pacífico central (región Niño 3.4), los pronósticos con los modelos climáticos dinámicos (NMME) indican que las condiciones cálidas llegarían a superar 2°C en promedio, con algunos miembros de los ensembles excediendo +3,5°C (Figura 3.2.1). Sin embargo, los modelos CMC1 CanCM3 canadiense y el modelo GFDL-CMC2p1-aer04, pronostican condiciones menores a 2°C, con condiciones entre moderado y fuerte.

En el Pacífico oriental (región Niño 1+2, ICEN), los pronósticos en promedio de NMME prevén condiciones cálidas moderadas (Figura 3.2.2). En general, los pronósticos son inferiores a los máximos alcanzados en invierno.

Para el caso de El Niño Costero extraordinario, la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (u_C; 160°E-160°W, 5°S-5°N) en el mes de agosto puede ser un predictor de El Niño extraordinario (Takahashi y Dewitte, 2015), y presentó en junio un valor de 0,72 Nm^{-2}. Como se ve en la Figura 2.5.8 e, en junio, este índice u_C ha bajado ligeramente su valor con respecto a mayo pero, por otro lado, este es el mes de junio con el valor de u_C más alto desde el año 1997.

Discusión: En este mes continuó el acoplamiento entre la atmósfera y las anomalías cálidas de la temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial occidental y central (sección 2.5) el cual corresponde a El Niño en el Pacífico central asociado a la fase cálida de El Niño-Oscilación del Sur y es probable que esto persista, como lo indican los pronósticos de los modelos dinámicos. Se nota que, retrospectivamente, los modelos han presentado una correlación con lo observado de ~0.8 (Reupo y Takahashi, 2014 a, b). Si bien la dispersión es alta entre los pronósticos de los modelos y no es posible determinar *a priori* cuál es el correcto, se debe notar que los valores más altos pronosticados exceden los valores observados en la región Niño 3.4 para los eventos 1972-73, 1982-83, y 1997-98.

En cuanto al Pacífico oriental, el promedio de los pronósticos de todos los modelos indican la continuación de las condiciones cálidas hasta fin de año, lo que probablemente es consecuencia del pronóstico del incremento de la intensidad de la fase cálida de ENOS en el Pacífico central. Si bien los pronósticos indican magnitudes menores a fines de año que en el invierno, se debe considerar que los modelos, en general, subestiman la variabilidad en el Pacífico oriental (Takahashi et al., 2014).

Si el índice u_C presentara un valor sobre 1,5 Nm^{-2} hasta agosto, se estima que habría una alta probabilidad de un evento El Niño extraordinario. Por lo pronto, el valor de junio es poco menos de la mitad de este. El valor de u_C entre julio y agosto presenta una autocorrelación de 0.80 (K. Takahashi, comunicación personal), lo cual a su vez estaría probablemente asociado a la persistencia de las anomalías de TSM. Sin embargo, en la medida que el calentamiento del Pacífico central aumente, el valor de u_C también podría hacerlo (Takahashi y Dewitte, 2015). Esto deberá seguir siendo monitoreado. Considerando las previsiones de los modelos climáticos y las condiciones océano-atmósfera de gran escala, se considera probable que El Niño Costero como el del Pacífico central, se extienda hasta fin de año con magnitud incierta. A diferencia del año 2014, por ahora no se puede descartar la ocurrencia de El Niño de fuerte a extraordinario para el verano 2015-2016. Debido a que solo han ocurrido dos eventos El Niño extraordinario en el registro moderno, no se puede realizar estimaciones de sus probabilidades solo basado en observaciones. Sin embargo, se puede considerar que el presente año, la probabilidad de ocurrencia de un evento El Niño de magnitud extraordinaria es la más alta que se ha observado desde el año 1997 por lo que se puede considerar como un escenario posible, aunque no necesariamente altamente probable, para el verano 2015-2016.

4. CONCLUSIONES

Las condiciones observadas durante el mes de junio no han cambiado significativamente con respecto al mes de mayo, ya que continúan las condiciones cálidas en la costa peruana debido a la llegada de la onda Kelvin cálida formada a mediados de mayo y que llegó a la costa a finales de junio y primera semana de julio, según lo observado en el punto fijo de Paita. Además, se espera que las condiciones océano-atmósfera continúen a escala del Pacífico ecuatorial consistente con la fase cálida de El Niño-Oscilación del Sur. Con respecto al pronóstico numérico, las condiciones cálidas continuarán en los próximos meses, lo que indica que El Niño costero (que inició en abril) podría extenderse con condiciones entre moderadas y fuertes en los próximos meses, al menos hasta el invierno. Debido a que ese periodo corresponde a la temporada seca, el calentamiento no tendría efectos significativos en las precipitaciones.

Por otro lado, se considera probable que El Niño Costero como El Niño en el Pacífico central, se extienda hasta fin de año. A diferencia del año 2014, por ahora no se puede descartar la ocurrencia de El Niño costero extraordinario para el verano 2015-2016,el pronóstico será menos incierto en el mes de agosto.

5. REFERENCIAS

Bertrand, S., Díaz, E. & Lengaigne, M. (2008). Patterns in the spatial distribution of Peruvian anchovy (Engraulis ringens) revealed by spatially explicit fishing data. Progress in Oceanography, 79, 379–389.

Dewitte B., G. Reverdin and C. Maes, 1999: Vertical structure of an OGCM simulation of the equatorial Pacific Ocean in 1985-1994. *J. Phys. Oceanogr.*, 29, 1542-1570.

ENFEN, 2012: Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus Magnitudes en el Costa del Perú. *Nota Técnica ENFEN.*

ENFEN, 2014: Sistema de Alerta ante El Niño y La Niña Costeros. *Nota Técnica ENFEN* 01-2015.

ENFEN 2015: Monitoreo y Pronóstico de El Niño y la Niña, Informe Técnico ENFEN abril 2015.

Jahncke, J. & Goya, E. 1998. Las dietas del guanay y del piquero peruano como indicadoras de la abundancia y distribución de anchoveta. Boletín del Instituto del Mar del Perú, 17: 15-33.

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.

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-Vásquez, K., Dewitte, B., Illig, S., 2014: The Central Pacific El Niño intraseasonal Kelvin wave, *J. Geophys. Res.*, doi: 10.1002/2014JC010044.

Quijano, J., 2011: Simulación de la dinámica del viento superficial sobre la costa de Ica utilizando el modelo numérico de la atmósfera de mesoescala MM5. Tesis Ing. Mecánica de Fluidos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 150 pp.

Ñiquen M, Bouchon M. 2004. Impact of El Niño event on pelagic fisheries in Peruvian waters. Deep –Sea Res. II 51: 563–574.

Reupo, J., y Takahashi, K., 2014a: Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010). *Bol. Tec. El Niño IGP*, 1 (1), 8-9.

Reupo, J., y Takahashi, K., 2014b: Variabilidad decadal en la bondad de los pronósticos con modelos climáticos globales. *Bol. Tec. El Niño IGP*, 1 (8), 9-10.

Richard W. Reynolds, Thomas M. Smith, Chunying Liu, Dudley B. Chelton, Kenneth S. Casey, and Michael G. Schlax, 2007: Daily High-Resolution-Blended Analyses for Sea Surface Temperature. *J. Climate*, **20**, 5473–5496.

Takahashi, K., 2004: The atmospheric circulation associated with extreme rainfall events in Piura, Peru, during the 1997-1998 and 2002 El Niño events, *Ann. Geophys.*, 22, 3917-3926.

Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K., and Dewitte, B., 2011: ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño, *Geophys. Res. Lett.*, **doi:** 10.1029/2011GL047364

Takahashi, K., and Dewitte, B., 2015: Strong and moderate nonlinear El Niño regimes, *Climate Dynamics*, **doi:**10.1007/s00382-015-2665-3.

Takahashi, K.,Martínez, R., Montecinos, A., Dewitte, B., Gutiérrez, D., Rodríguez-Rubio, E. 2014: White Paper 8a Regional applications of observations in the eastern Pacific: Western South America, Report of the Tropical Pacific Observing System 2020 Workshop (TPOS 2020) GCOS-184, 2, 171-205.

Woodman, R., 1999: Modelo estadístico de pronóstico de las precipitaciones en la costa norte del Perú, *El Fenómeno del Niño, Investigación para una prognosis, 1er encuentro de Universidades del Pacífico Sur: Memoria*, 93-108.

6. FIGURAS

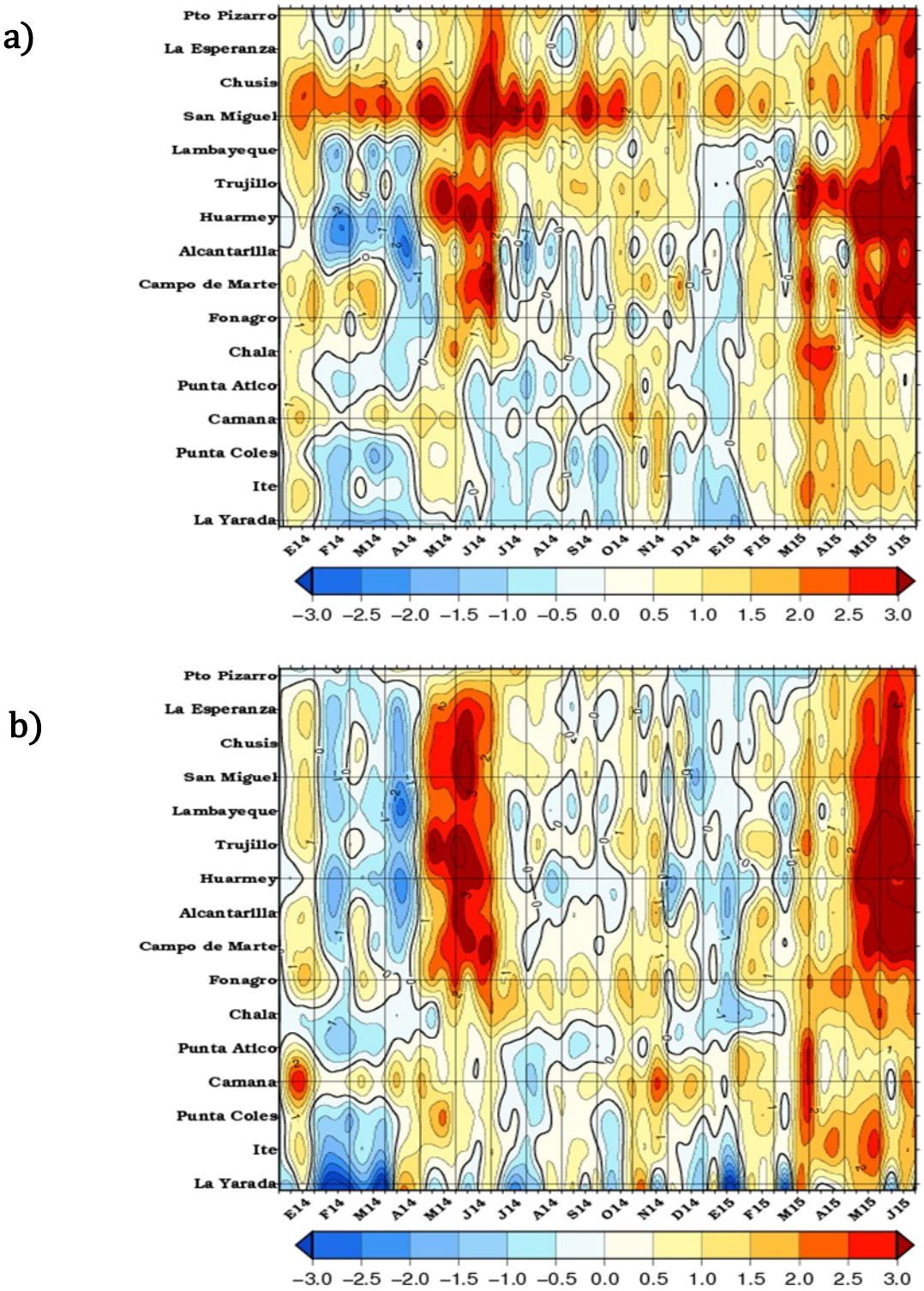
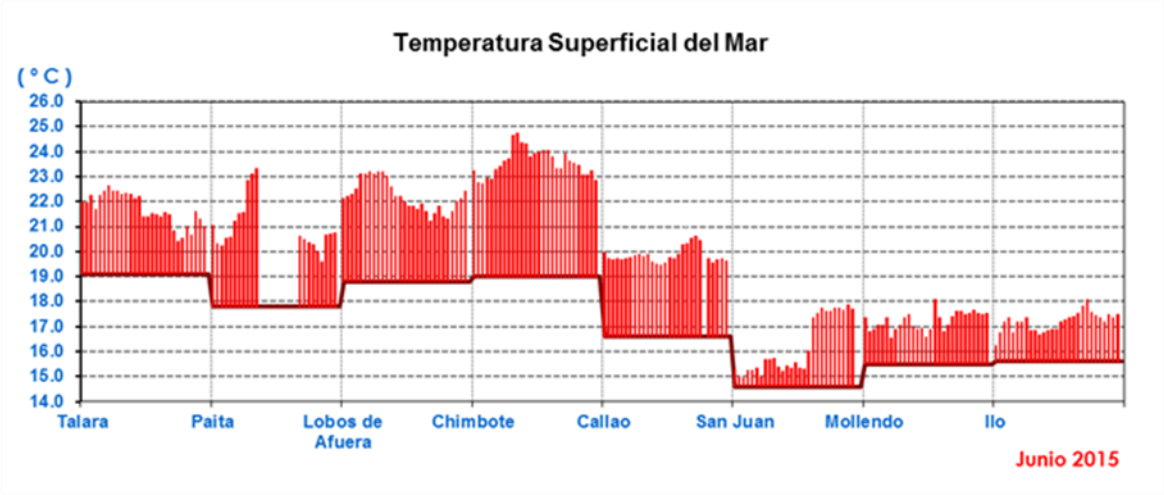


Figura 2.1.1. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana de enero 2014 a junio de 2015. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

a)



b)

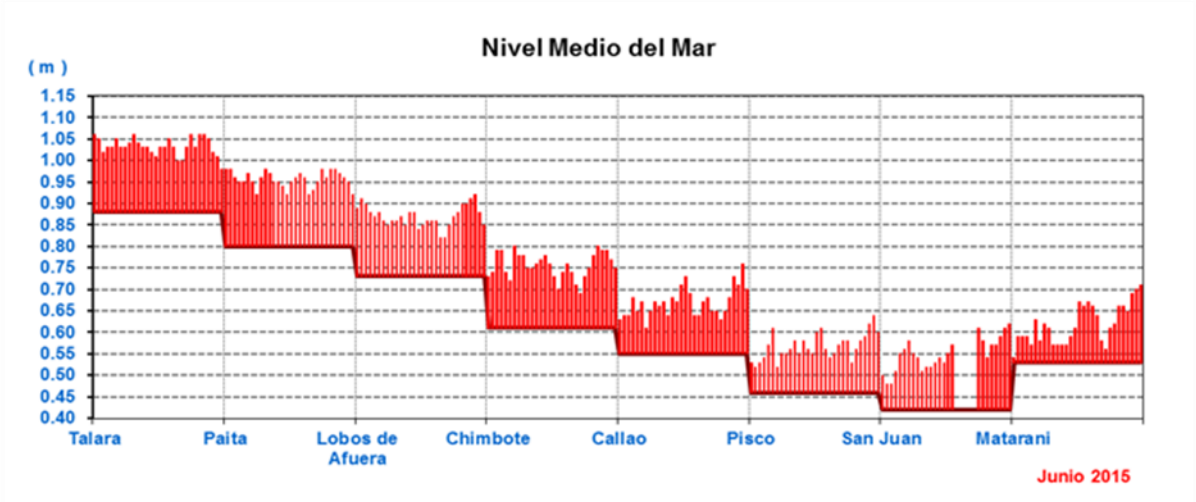


Figura 2.1.2. Serie de tiempo diaria de: a) Temperatura superficial del mar (°C) y b) Nivel medio del mar (m) en el litoral peruano durante el mes de junio de 2015. Fuente: DHN.

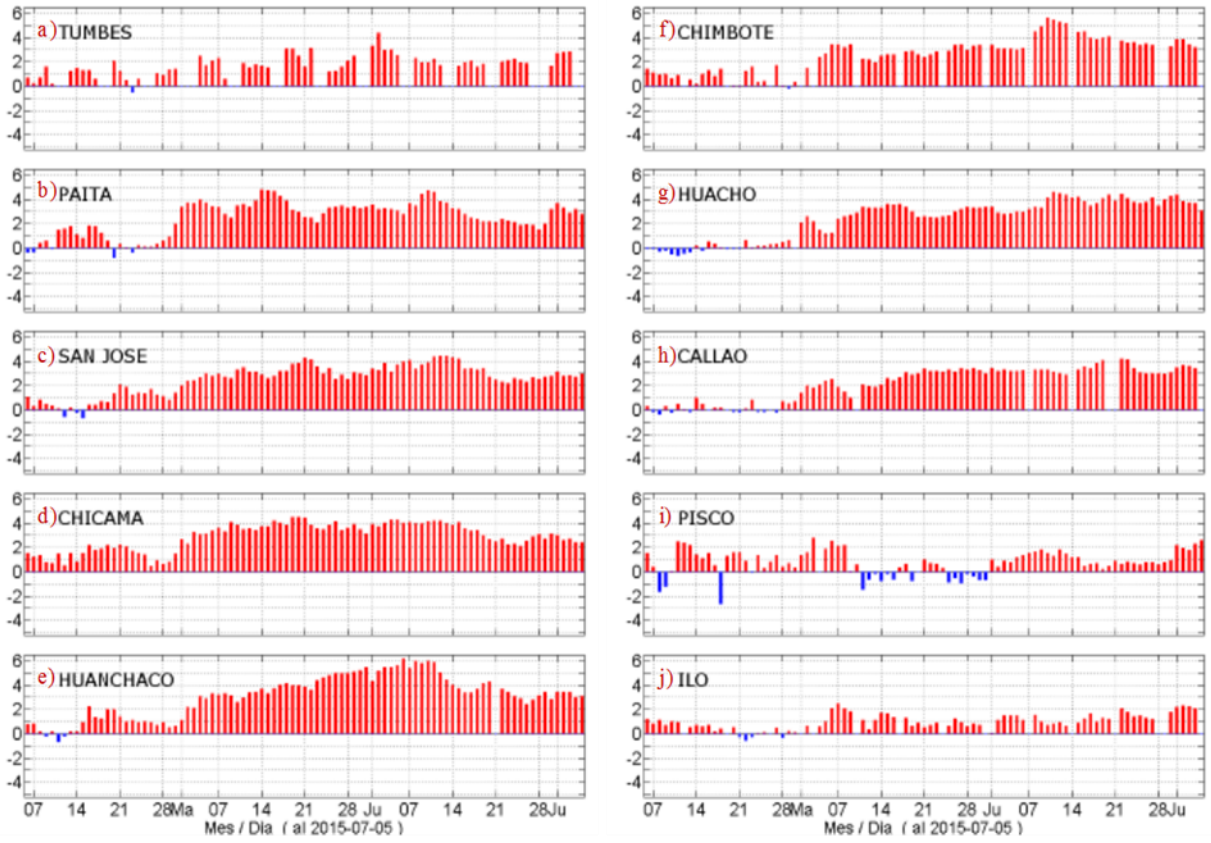


Figura 2.1.3 Series diarias de anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) registradas en las estaciones costeras del IMARPE. Fuente: IMARPE.

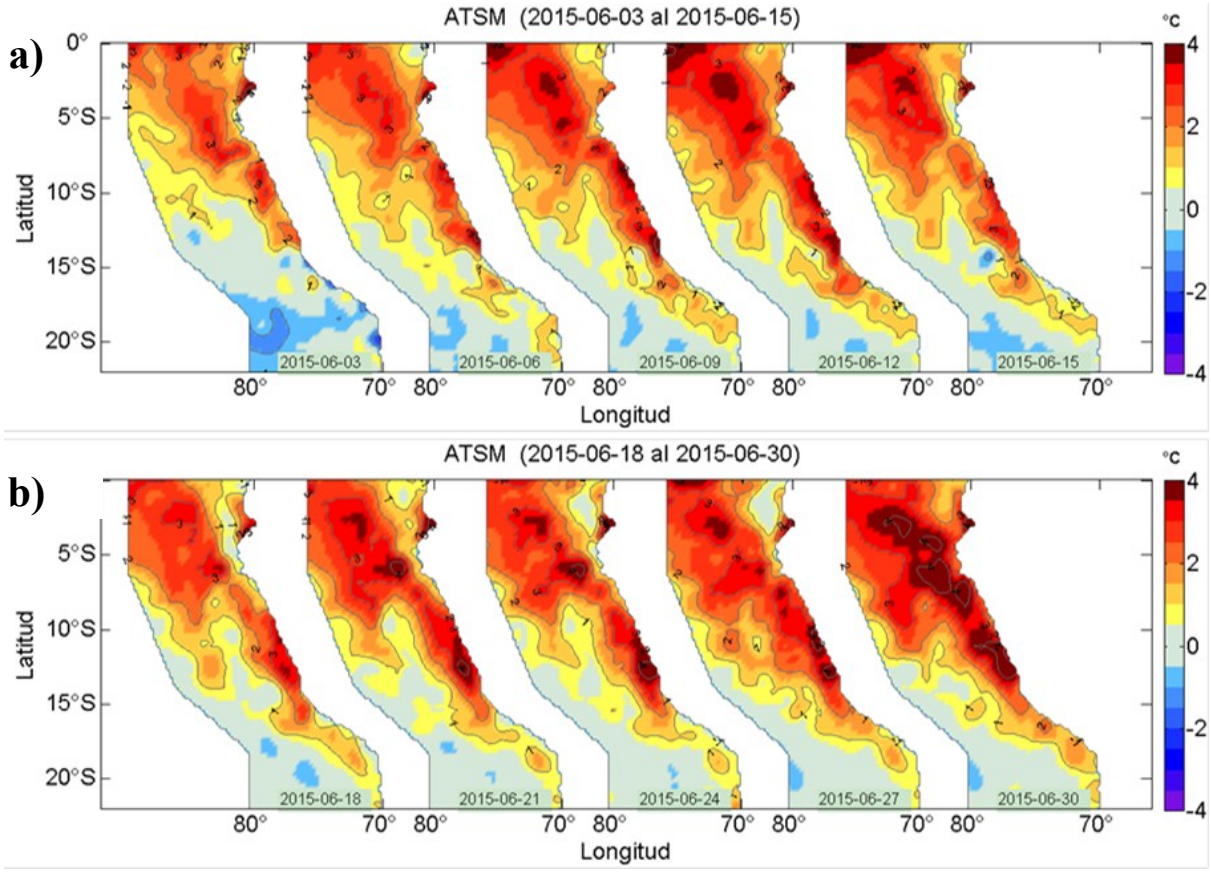


Figura 2.1.4. Distribución espacial de anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) cada 3 días durante el mes de julio de 2015. Datos: NOAA-AVHRR-OI-v2. Procesamiento: IMARPE.

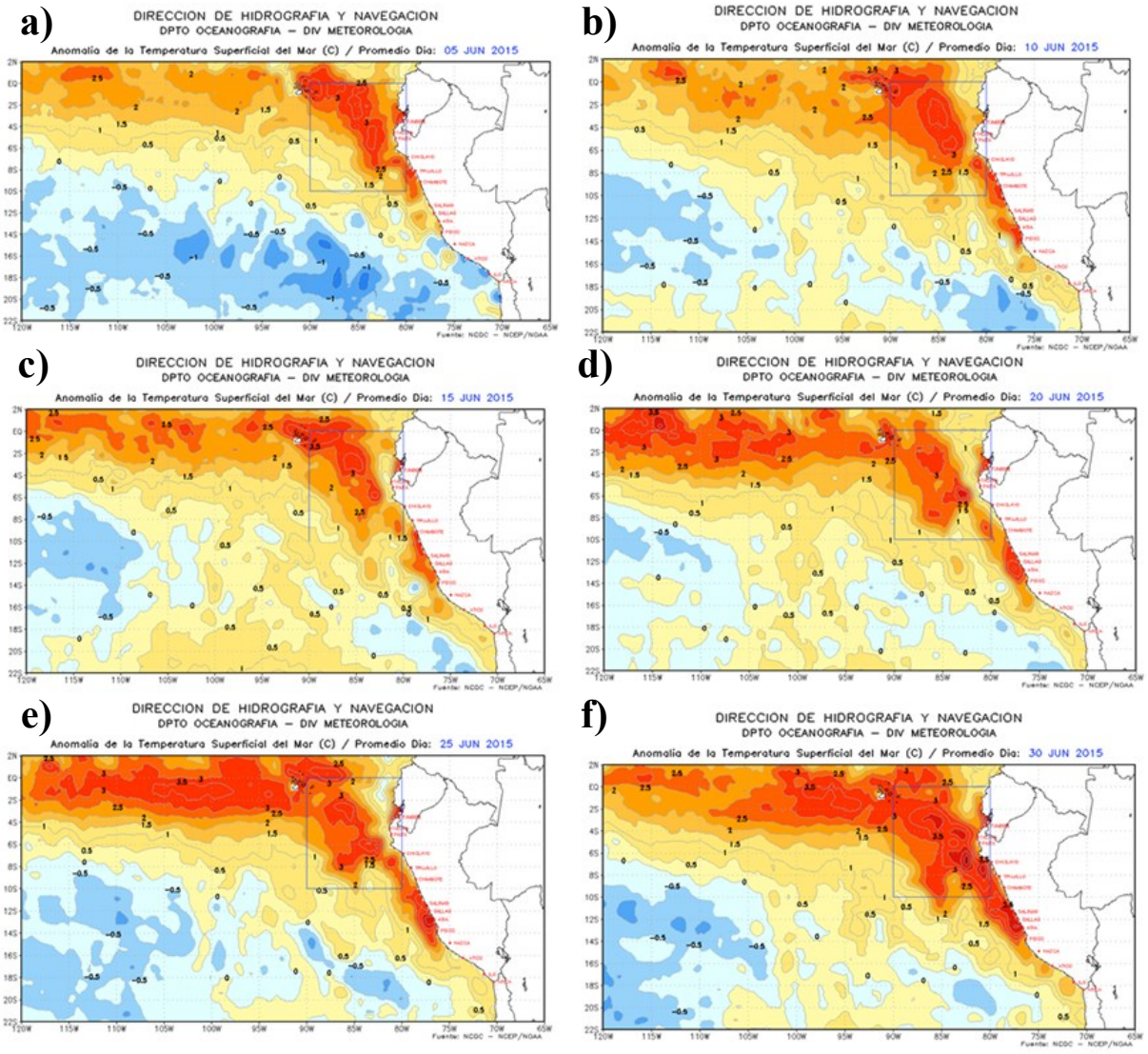


Figura 2.1.5. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 5 de junio, b) 10 de junio, c) 15 de junio, d) 20 de junio, e) 25 de junio y f) 30 de junio de 2015. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

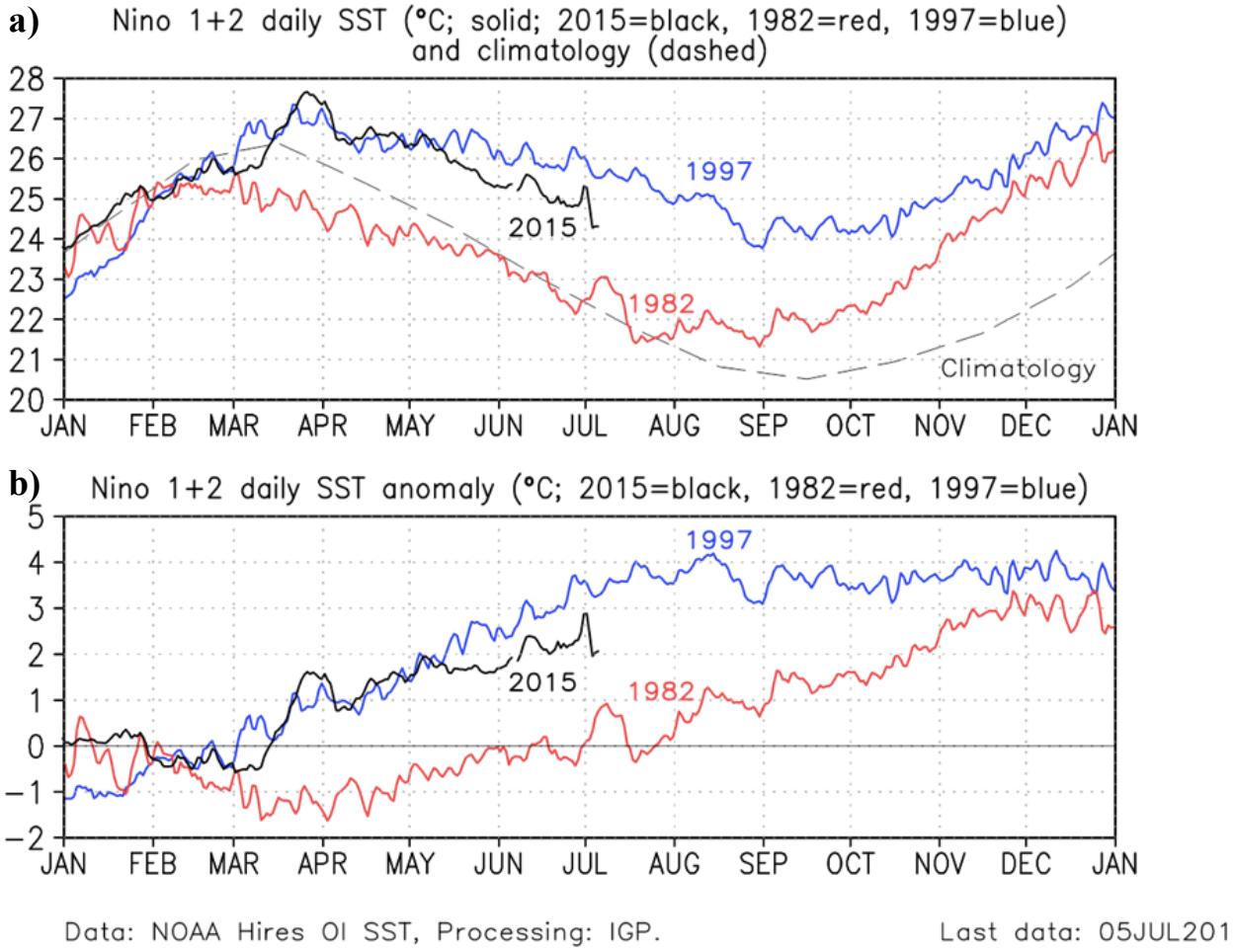


Figura 2.1.6. a) Temperatura superficial del mar (°C) y climatología (línea punteada en color gris) en la región Niño 1+2 según los datos de infrarrojo (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), serie temporal de la temperatura superficial del mar (°C) durante el año 1982 (en color rojo) y 1997 (en color azul). b) Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) en la región Niño 1+2, según los datos infrarrojo, serie del año 1982 (en color rojo) y 1997(en color azul). Datos: NOAA Daily OI SST v2 AVHRR. Procesamiento: IGP.

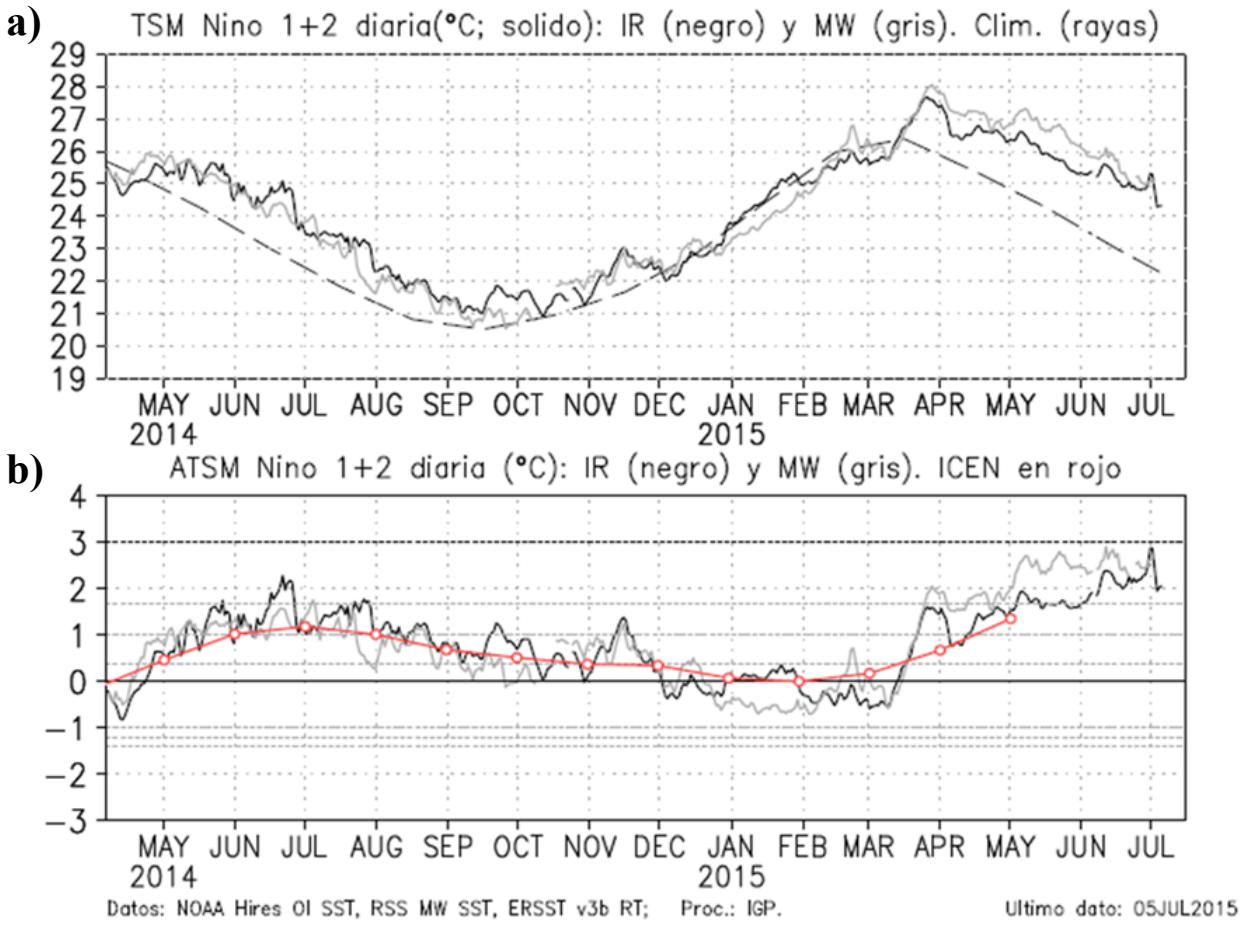
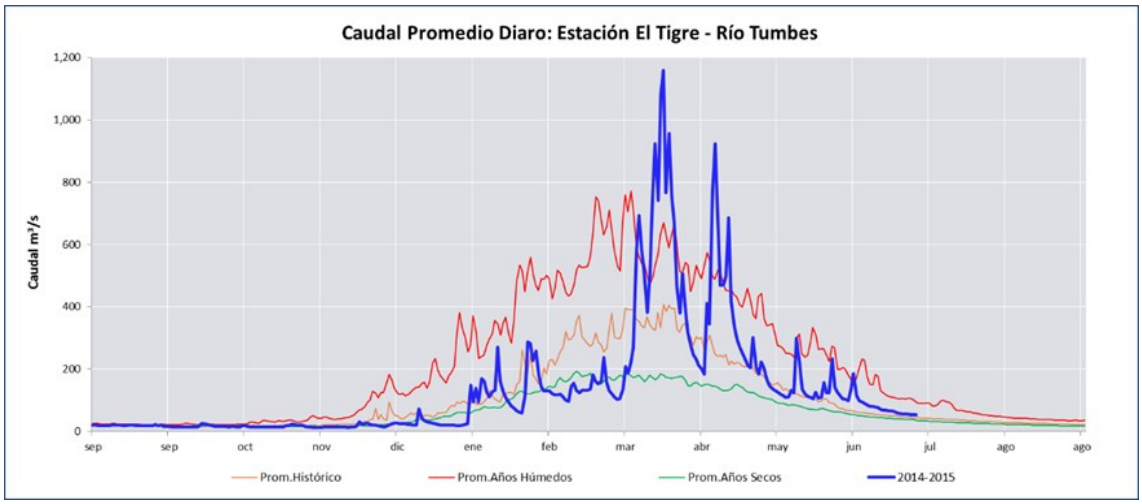
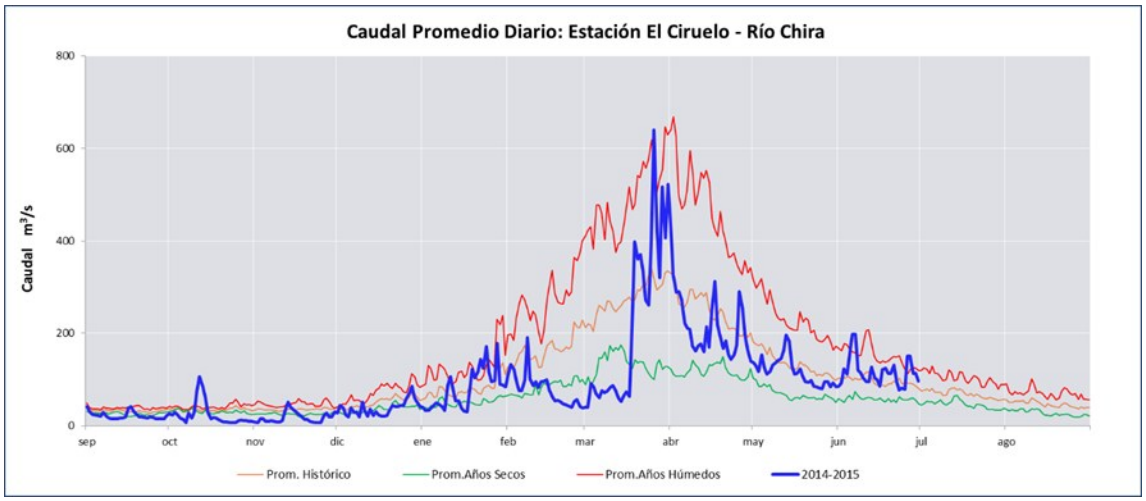


Figura 2.1.7. a) Temperatura superficial del mar (°C) y climatología (linea punteada en color gris) en la región Niño 1+2 según los datos de infrarrojo (línea sólida en color negro); NOAA Daily OI SST v2 AVHRR) y de microondas (línea sólida en color gris; RSS Microwave OI SST v4.0), b) Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) en la región Niño 1+2, según los datos infrarrojo (línea en color negro) y microondas (línea en color gris) y el Índice Costero El Niño (ICEN, línea en color rojo). Procesamiento: IGP.

a)



b)



c)

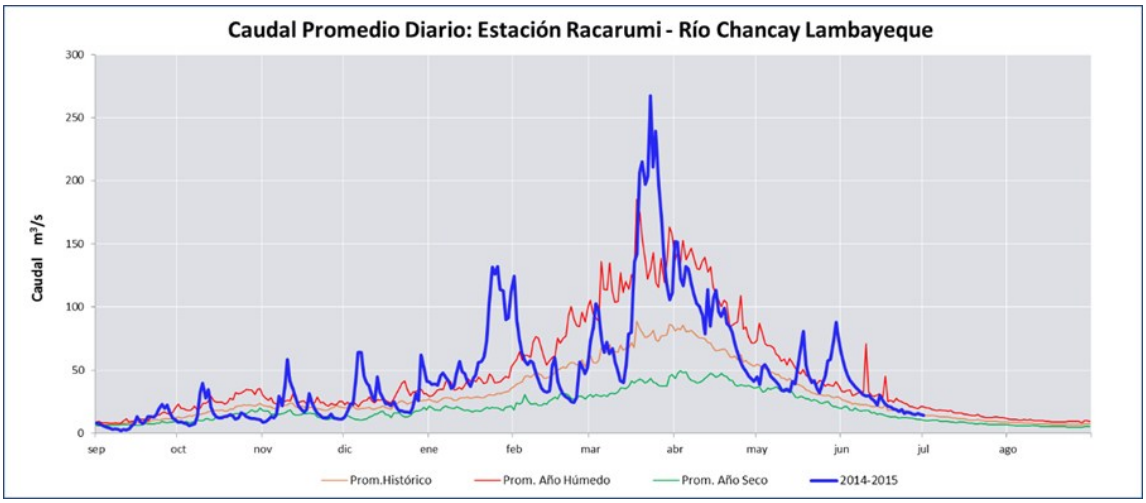


Figura 2.2.1. Series de tiempo de los caudales (m^3/s) de los ríos: a) Tumbes, b) Chira y c) Chancay-Lambayeque, en la zona norte de Perú. Fuente: ANA.

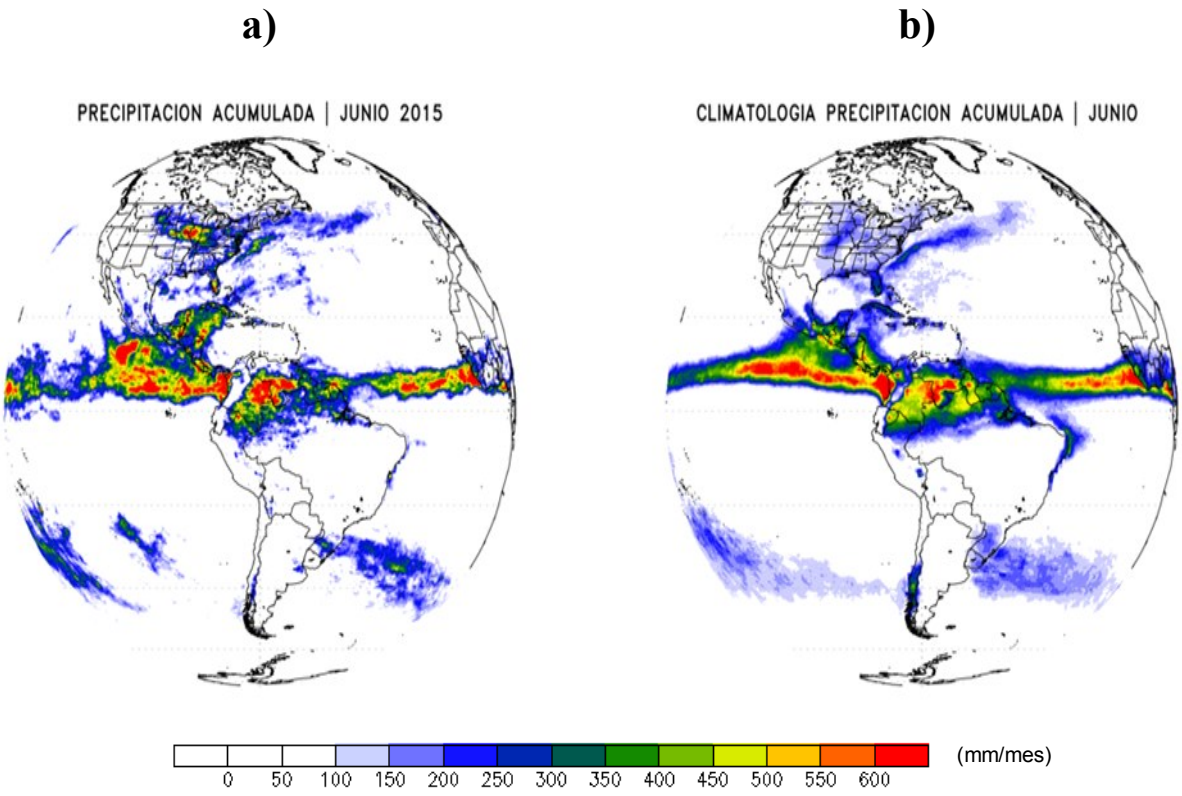


Figura 2.2.2. a) Precipitación acumulada (mm/mes) de junio, b) Climatología de la precipitación acumulada (mm/mes) de junio. Datos: TRMM NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI.

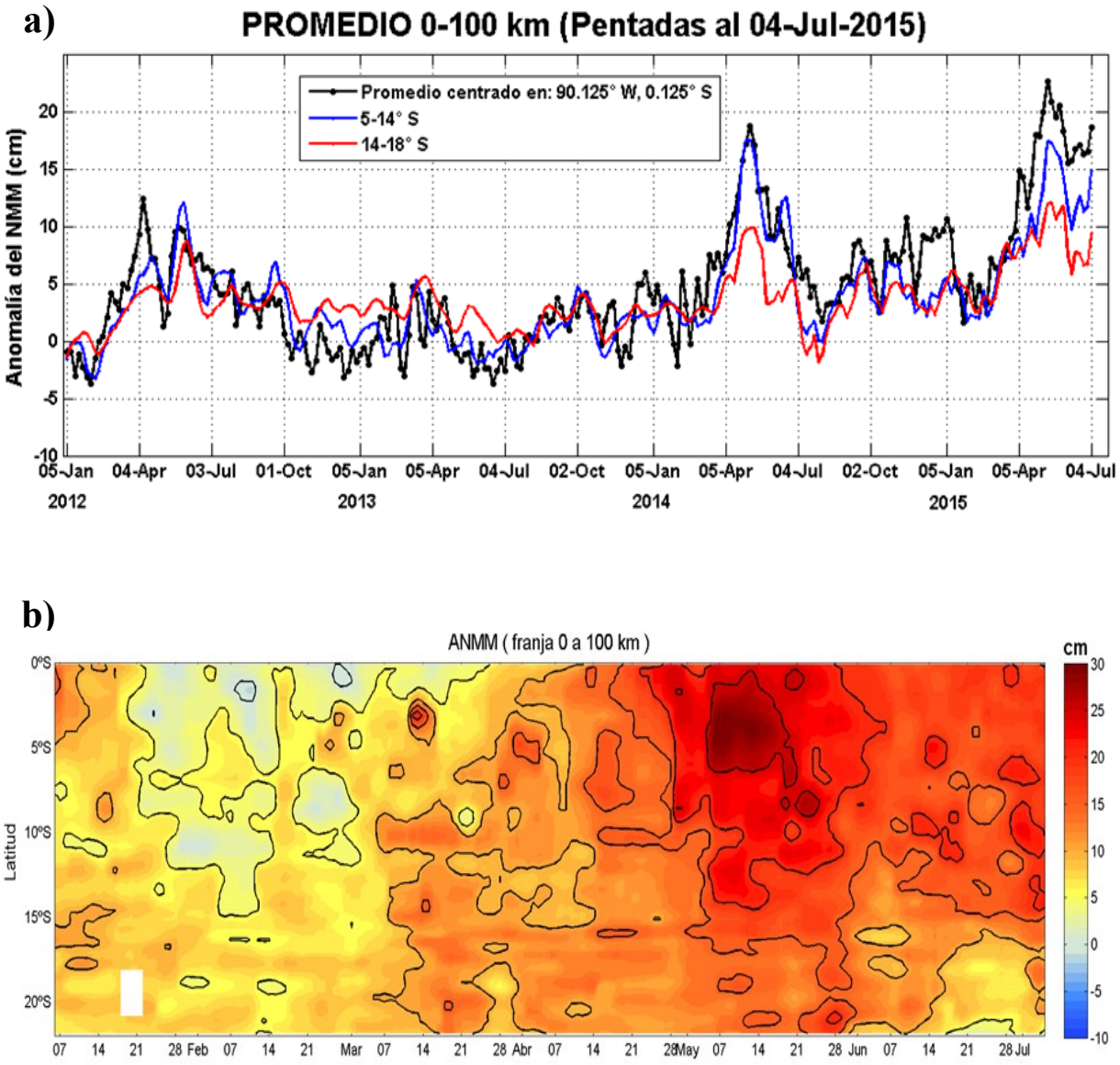


Figura 2.3.1. Anomalías de la altura del nivel del mar (cm) de altimetría satelital para la franja de 100 km adyacente a la costa. a) Serie temporal en pentadas durante el periodo 2012-2015, b) Diagrama de Hovmöller para el año 2015. Datos: AVISO. Procesamiento: IMARPE.

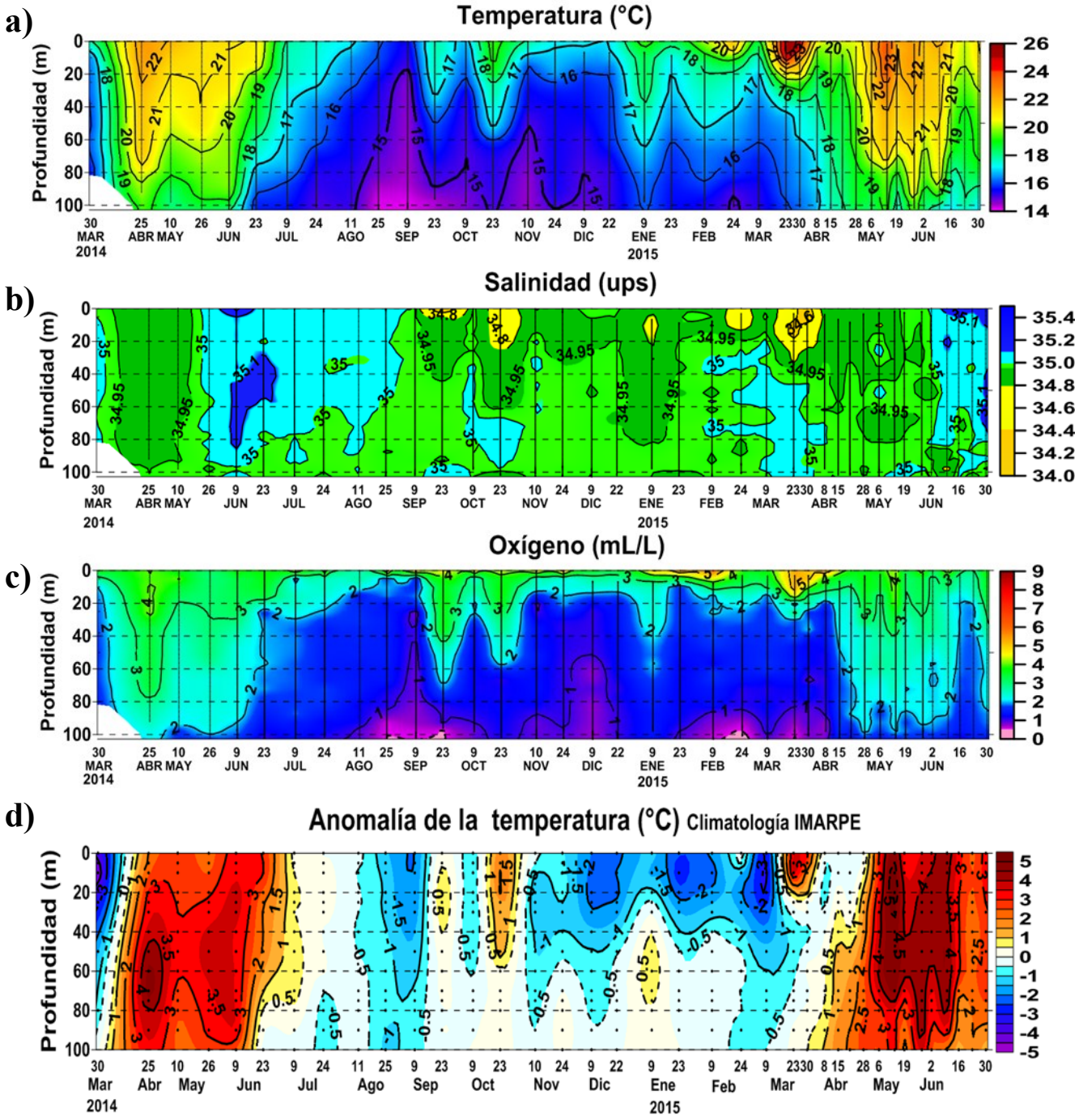


Figura 2.3.2. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) Oxígeno (mL/L). Periodo: 30 de marzo de 2014 - 21 de julio de 2015. Climatología: 1981- 2010. Fuente: IMARPE.

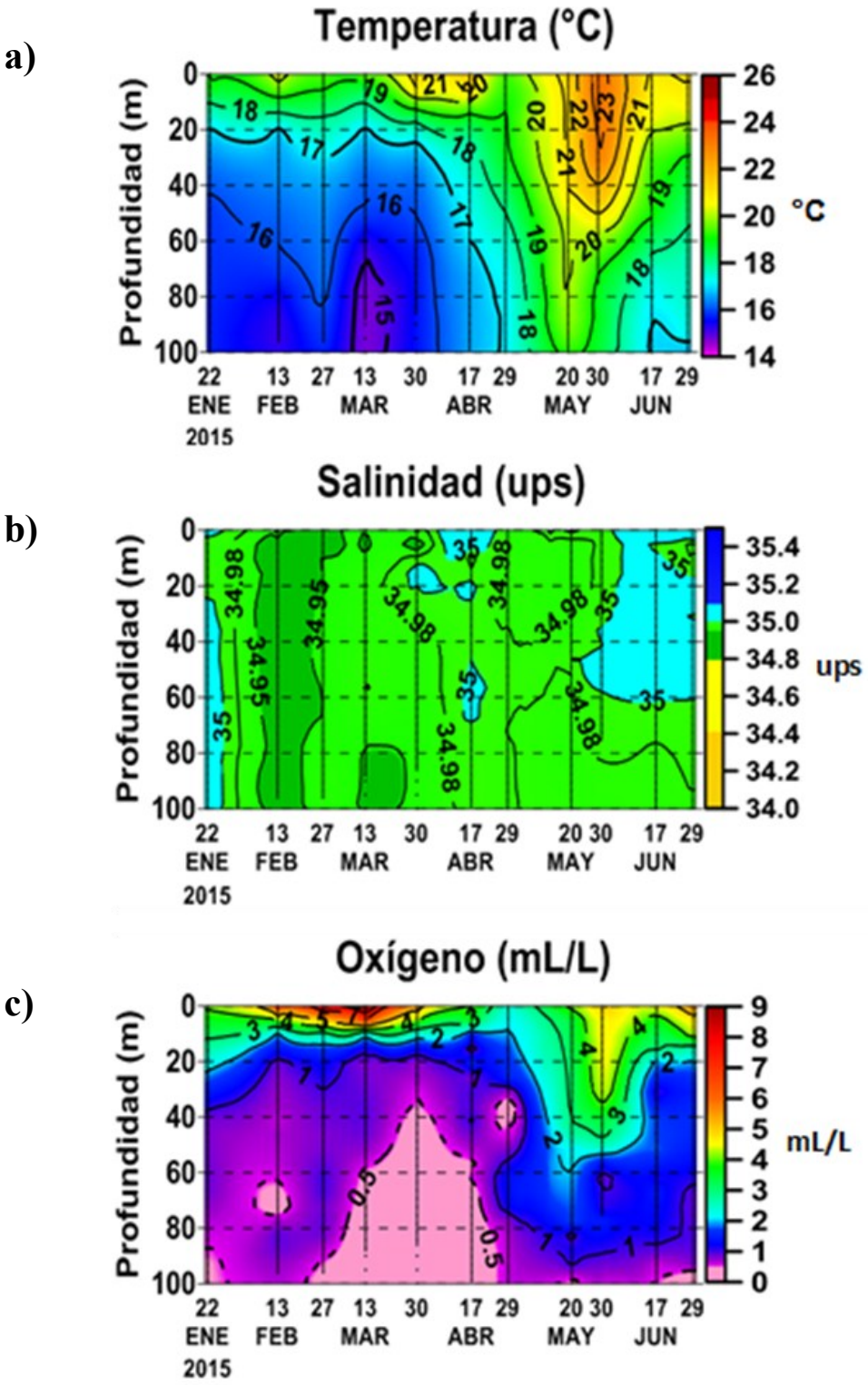


Figura 2.3.3. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno (mL/L). Periodo: 22 de enero de 2014—29 de junio de 2015. Fuente: IMARPE.

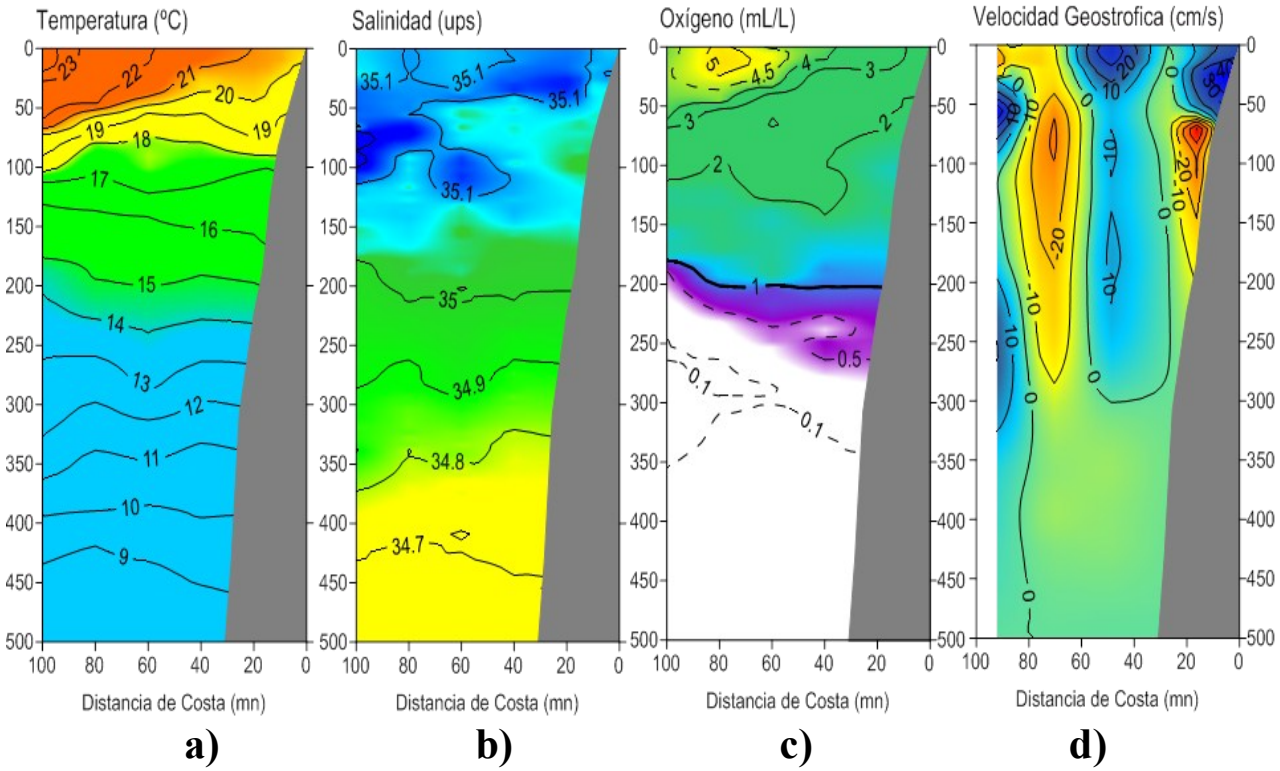


Figura 2.3.4 Distribución vertical de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L) y d) Velocidades geostróficas (cm/s) frente a Paita. Operación "Monitoreo Bio-Oceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita". Fuente: IMARPE.

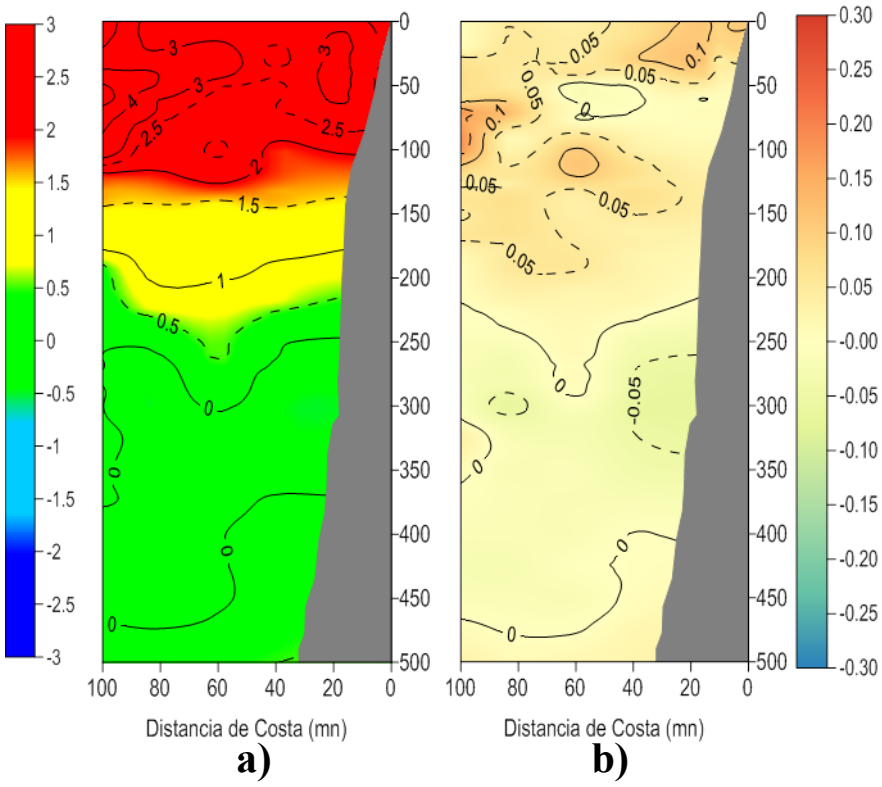


Figura 2.3.5. Distribución vertical de las anomalías de: a) Temperatura (°C) y b) Salinidad (ups) frente a Paita. Operación "Monitoreo Bio-Oceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita". Fuente: IMARPE.

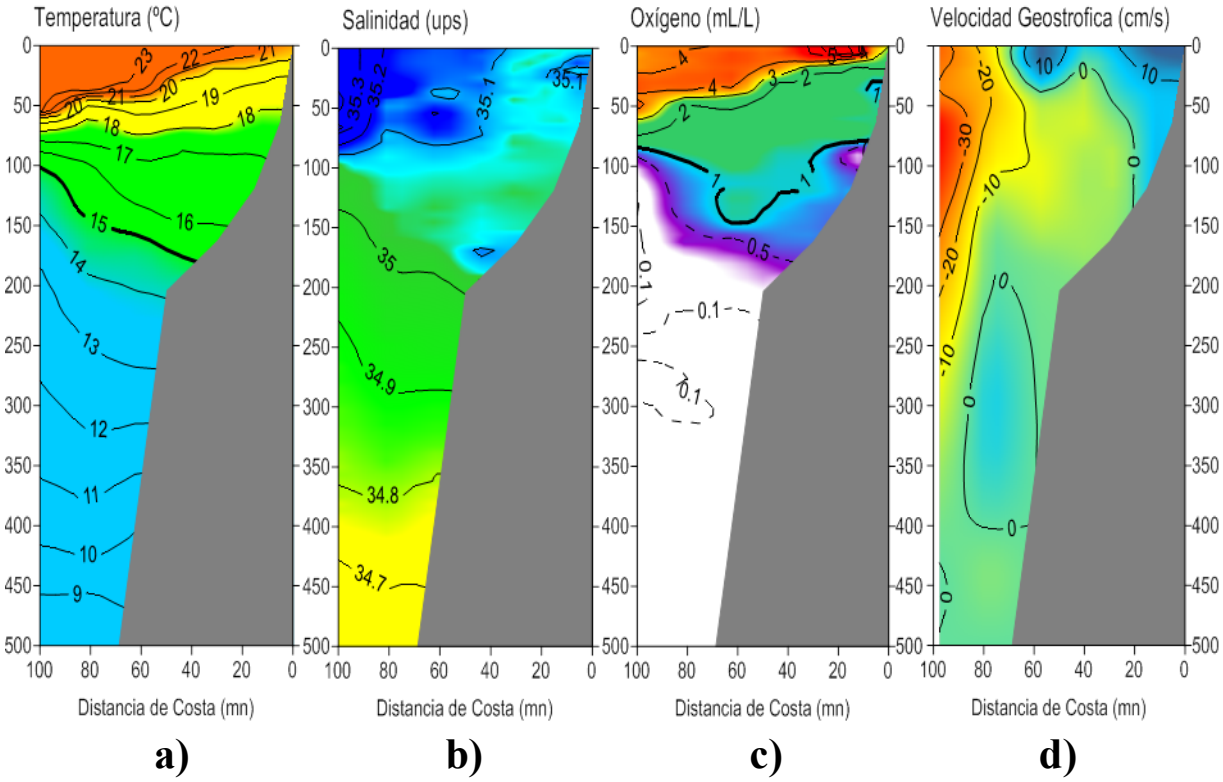


Figura 2.3.6 Distribución vertical de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L) y d) Velocidades geostróficas (cm/s) frente a Chicama. Operación "Monitoreo Bio-Oceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita". Fuente: IMARPE.

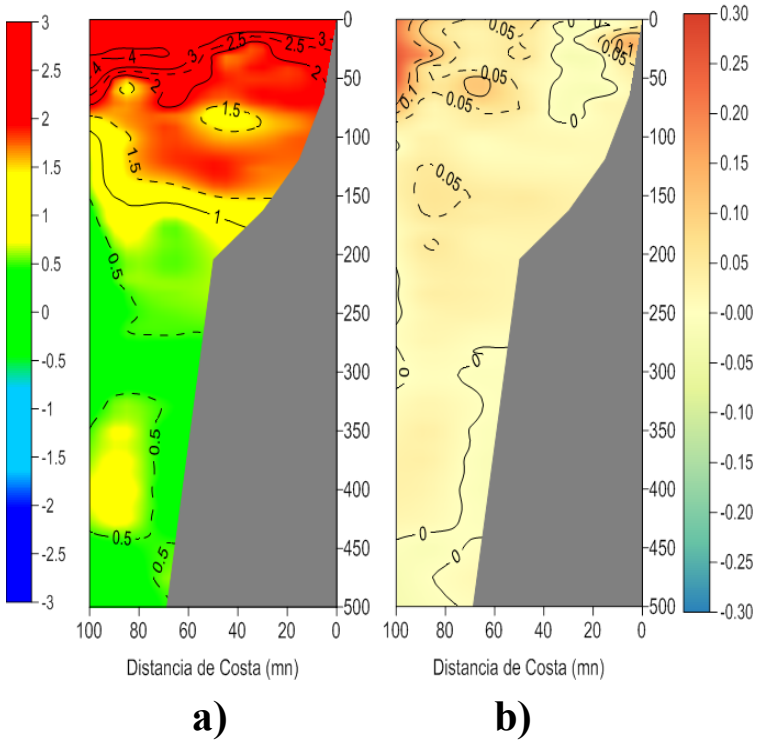
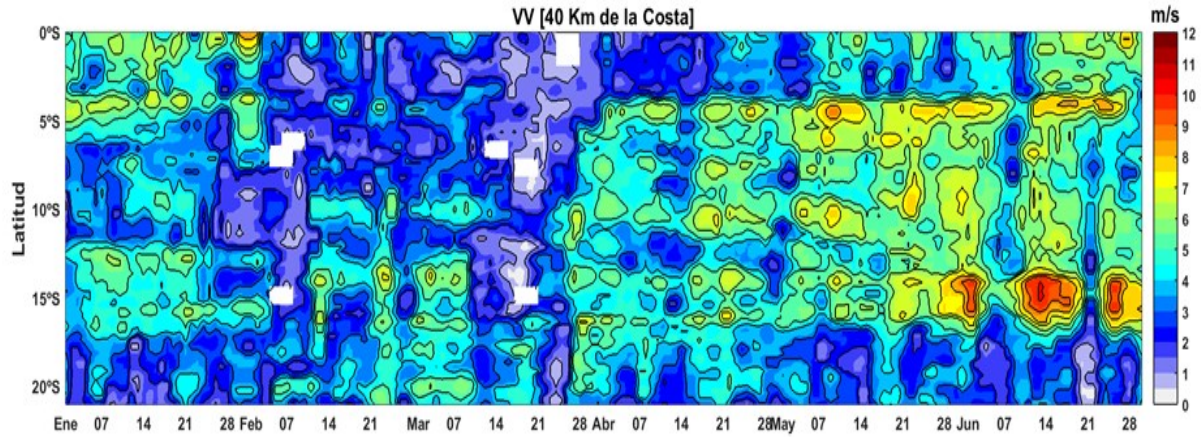


Figura 2.3.7. Distribución vertical de las anomalías de: a) Temperatura (°C) y b) Salinidad (ups) frente a Chicama. Operación "Monitoreo Bio-Oceanográfico en la zona norte del litoral peruano frente a Chicama y Paita". Fuente: IMARPE.

a)



b)

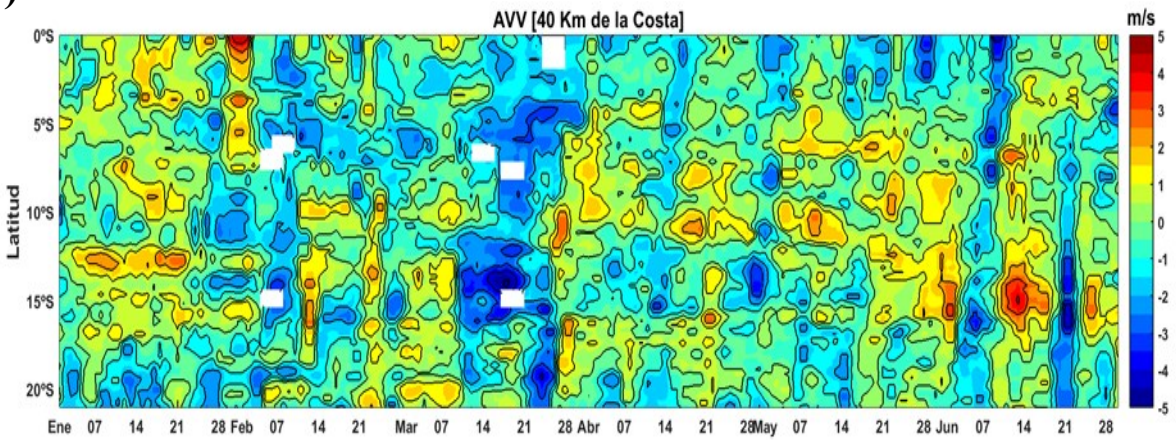


Figura 2.4.1. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s) del ecuador a 20°S. Periodo: enero - junio de 2015. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

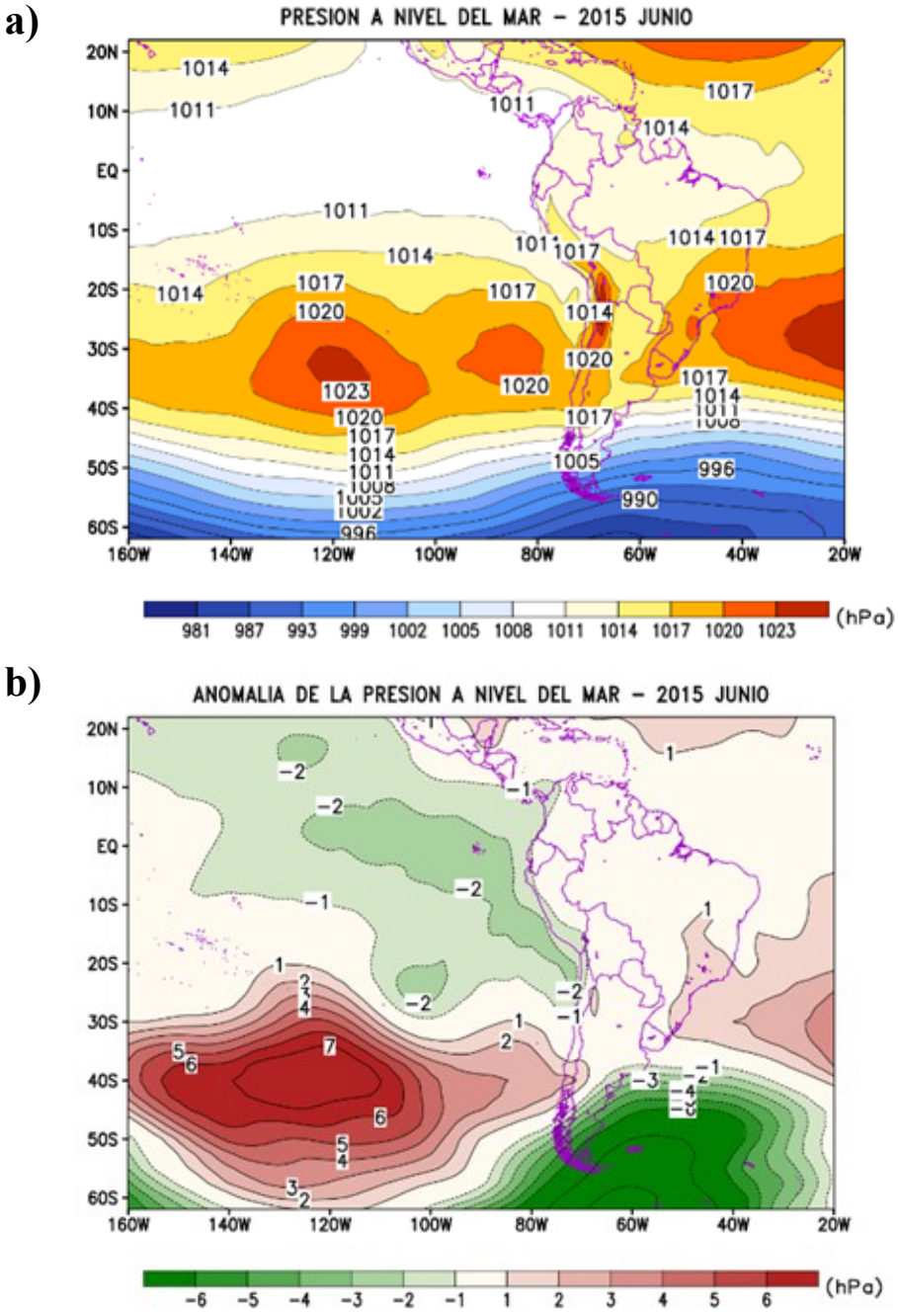


Figura 2.4.2. Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar para junio de 2015. a) Promedio de la presión atmosférica (hPa) a nivel del mar, b) Anomalía de la presión atmosférica (hPa) a nivel del mar. Datos**:** NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI.

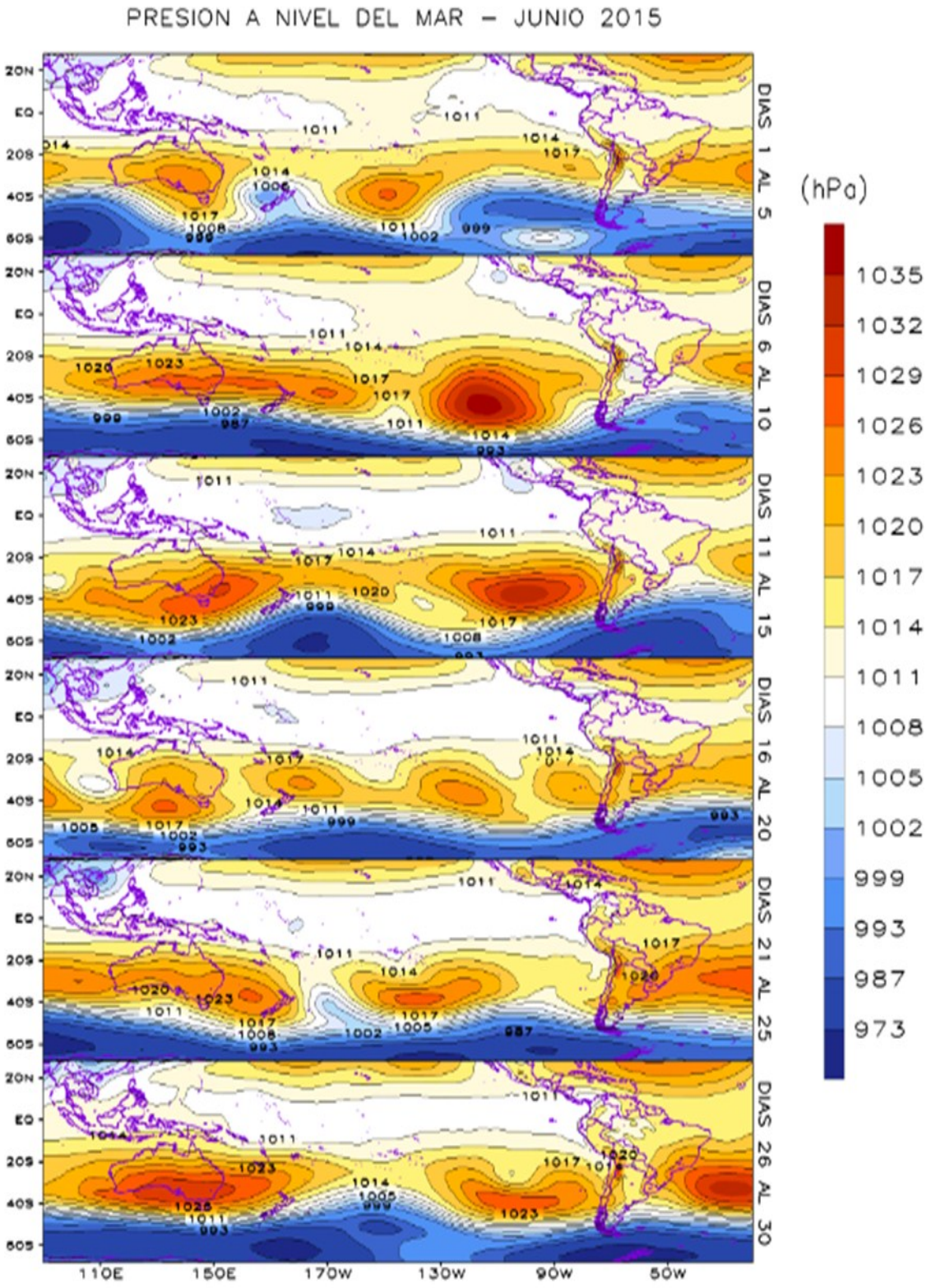


Figura 2.4.3. Análisis de la presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para junio de 2015. Datos**:** Reanálisis NCEP/NCAR. Procesamiento: SENAMHI.

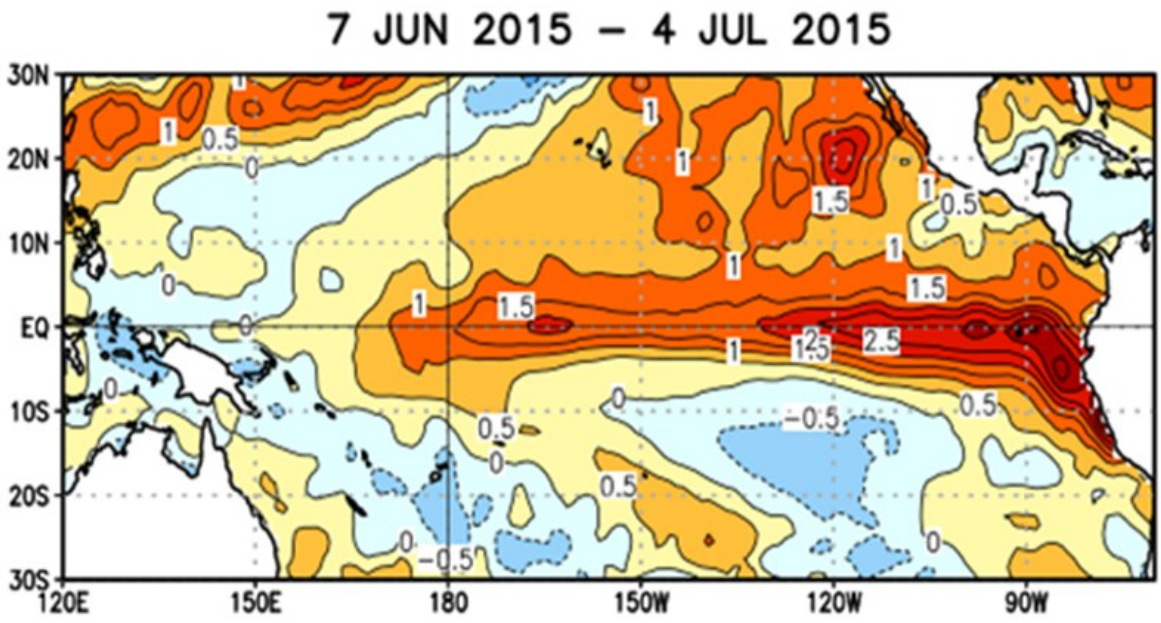


Figura 2.5.1. Promedio de las anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico tropical. Período: 7 de junio - 4 de julio de 2015. Fuente: NCDC/NCEP/NOAA.

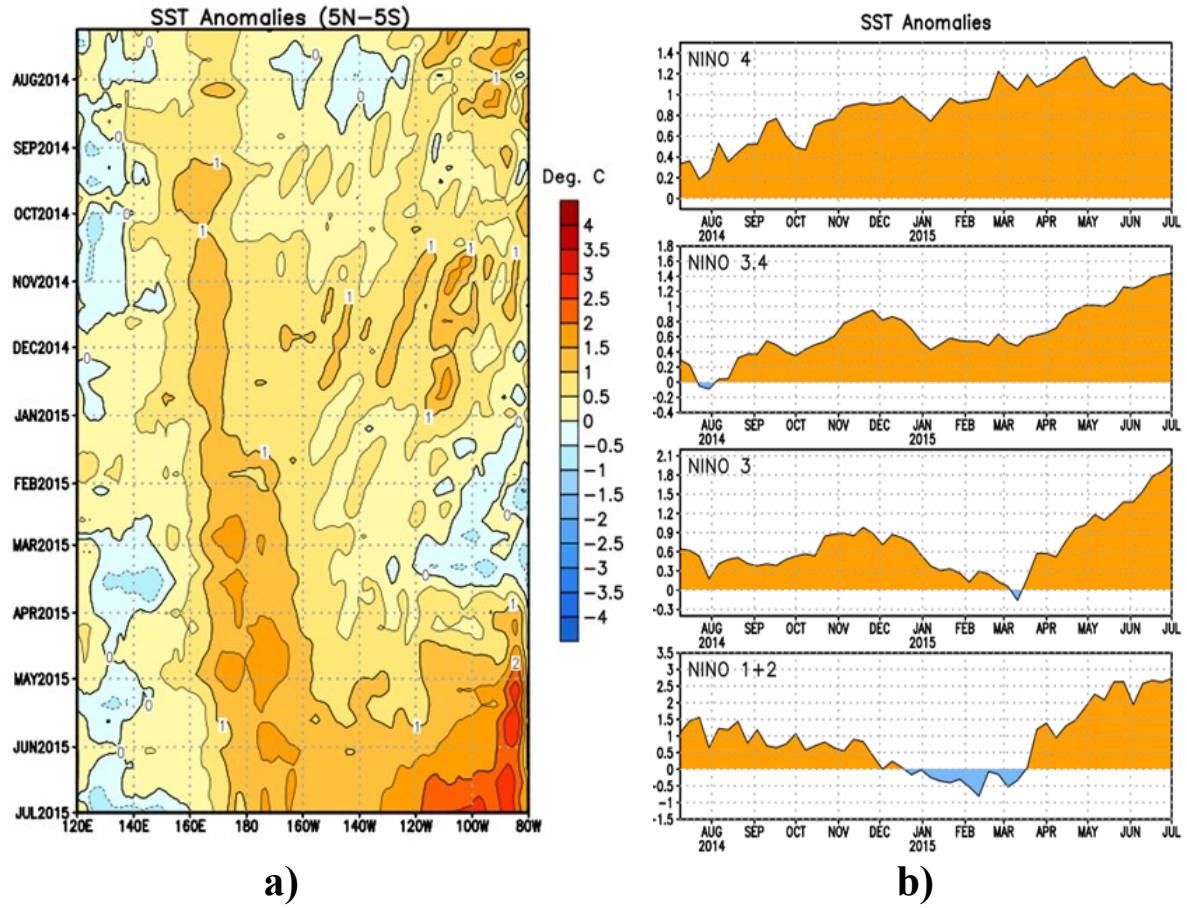
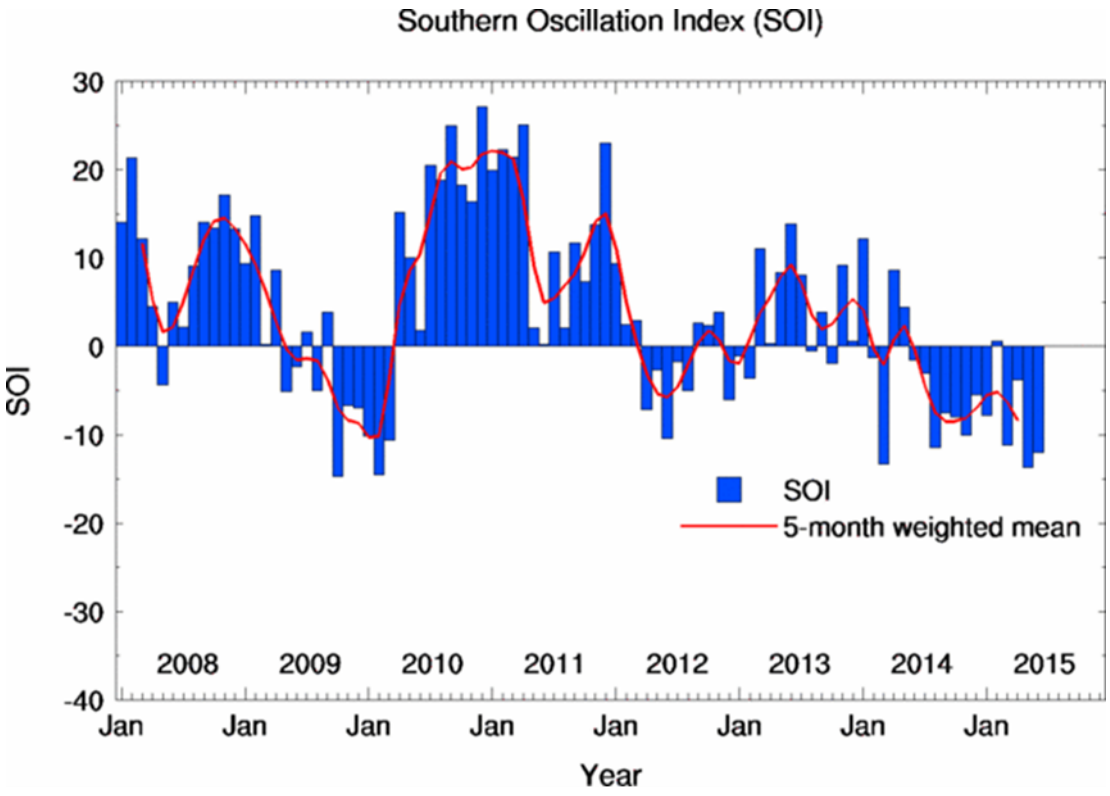


Figura 2.5.2. a) Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial (5°N-5°S), b) Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño. Periodo: julio de 2014 - junio de 2015. Fuente: NCEP/NOAA.



Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
2015	-7.8	0.6	-11.2	-3.8	-13.7	-12.0

Figura 2.5.3. Evolución del Índice de Oscilación Sur. Se considera la media móvil cada 5 meses. Fuente: Bureau of Meteorology (BoM), Australia.

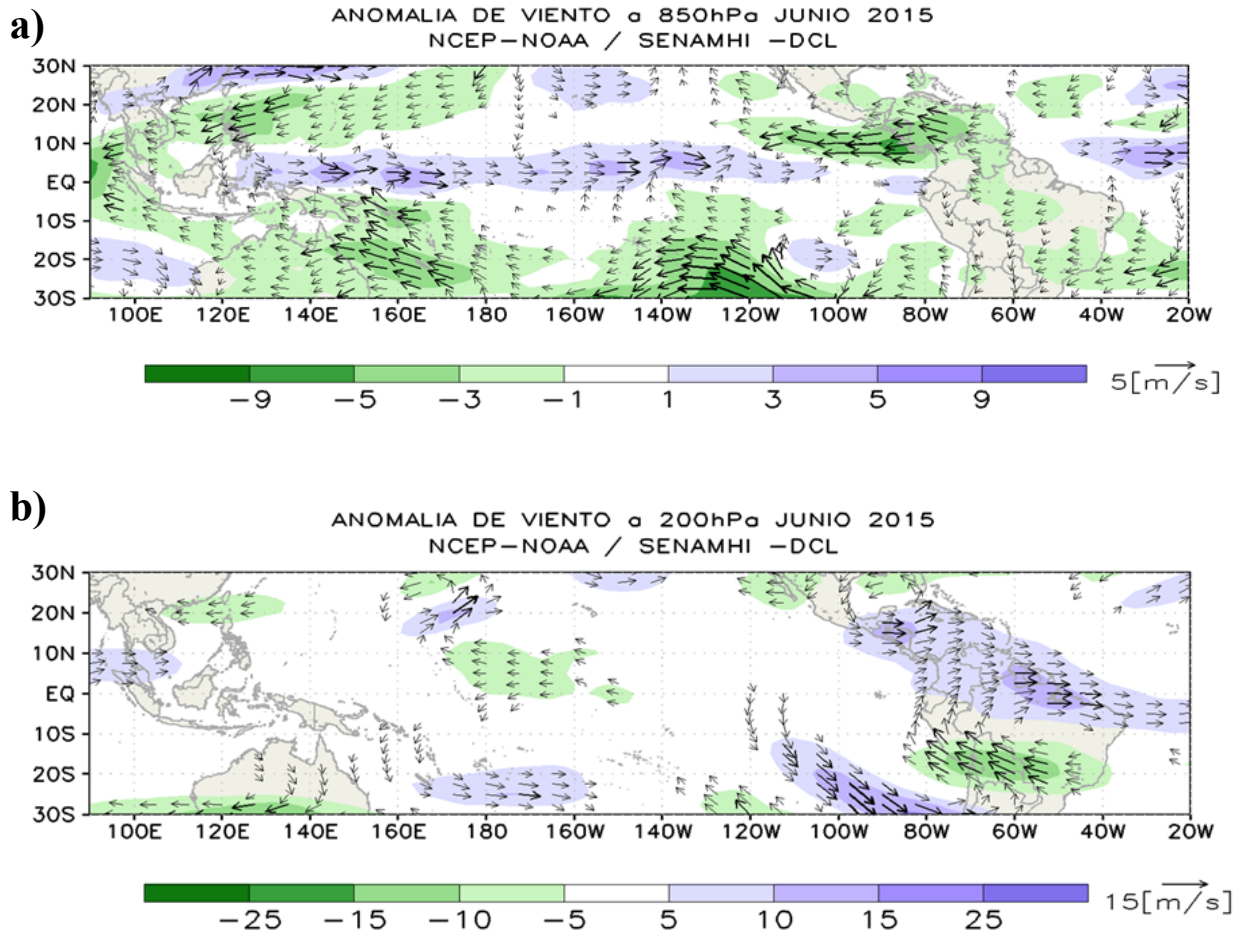


Figura 2.5.4. Análisis de anomalías del viento (m/s): a) 850 hPa y b) 200 hpa para el mes de junio del 2015. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI.

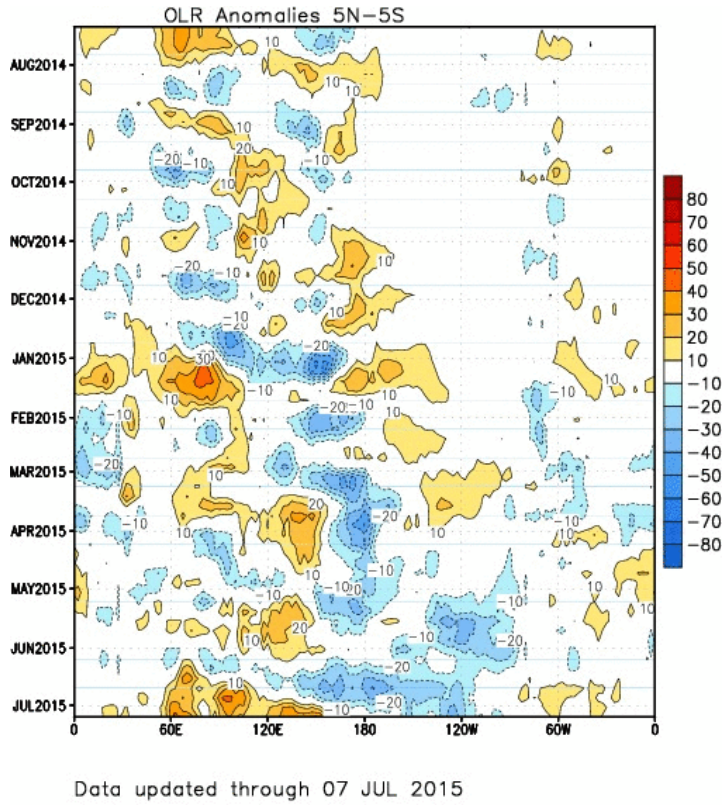


Figura 2.5.5. Diagrama Hovmöller de las anomalías de radiación de onda larga (W/m2) de julio 2014 a julio de 2015. Datos: NCEP.

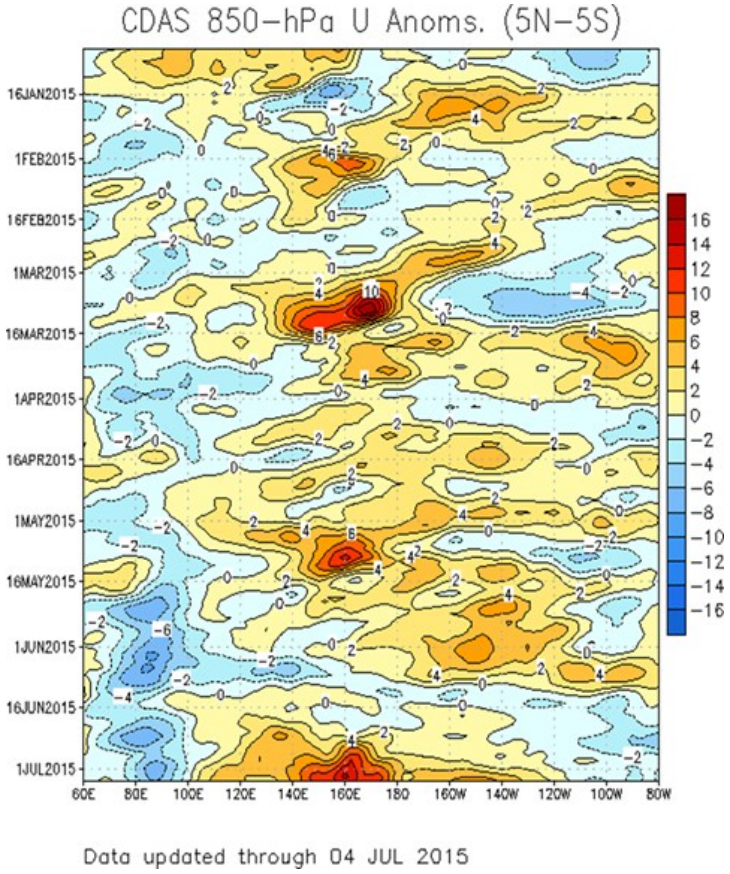


Figura 2.5.6. Diagrama Hovmöller de anomalía de viento zonal a 850 hPa para el mes de junio de 2015. Fuente: NOAA.

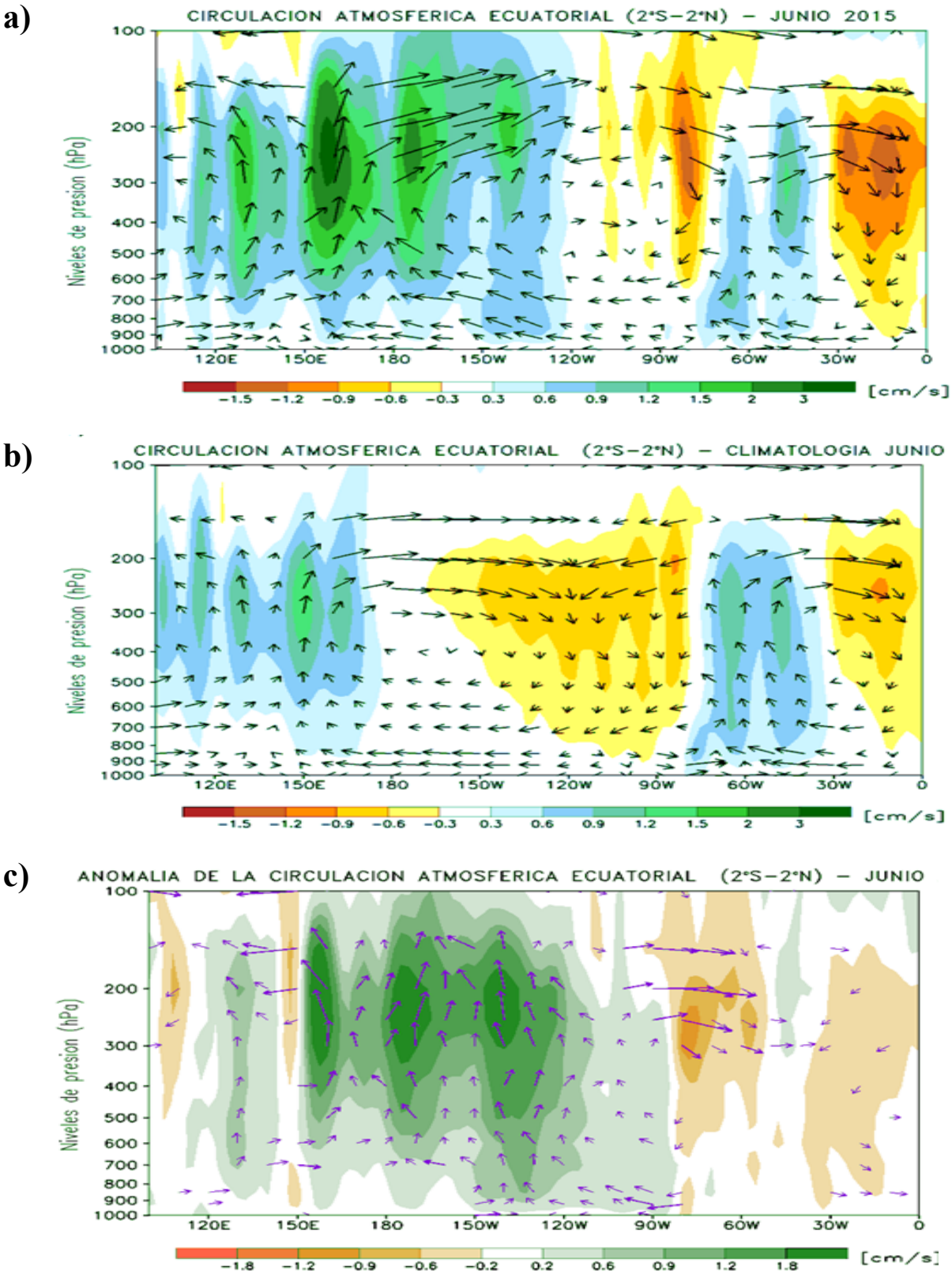


Figura 2.5.6. Análisis de la circulación atmosférica ecuatorial de este a oeste para junio de 2015. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI.

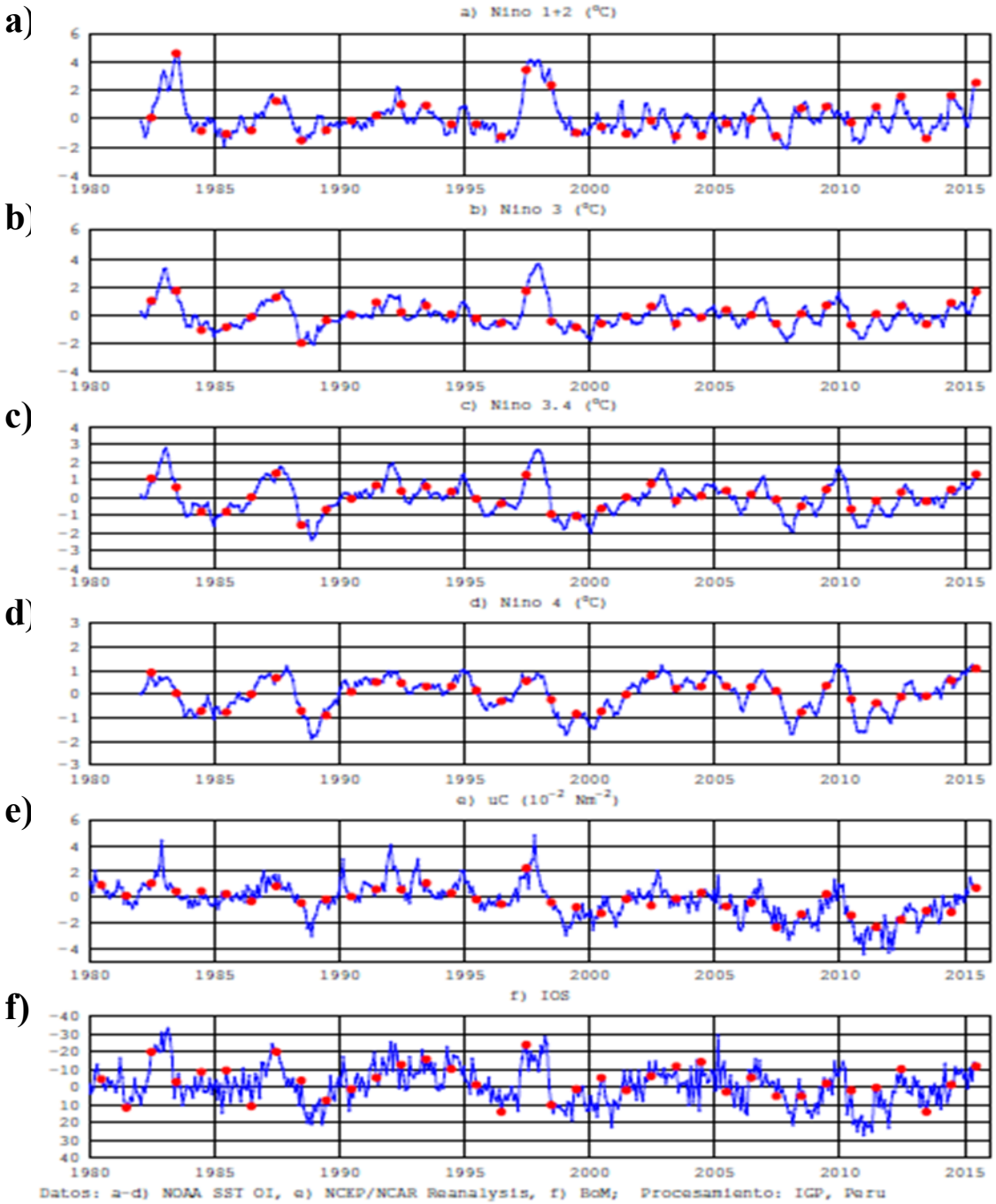


Figura 2.5.8. Índices de las anomalías mensuales de: a - d) Temperatura superficial del mar en las regiones Niño. Datos: NOAA SST OI; e) Esfuerzo del viento zonal (10^{-2} Nm^{-2}) en el Pacífico central. Datos: Reanálisis NCEP/NCAR; f) Índice de Oscilación del Sur (BoM). Los valores de mayo se indican en color rojo. Preparación: IGP.

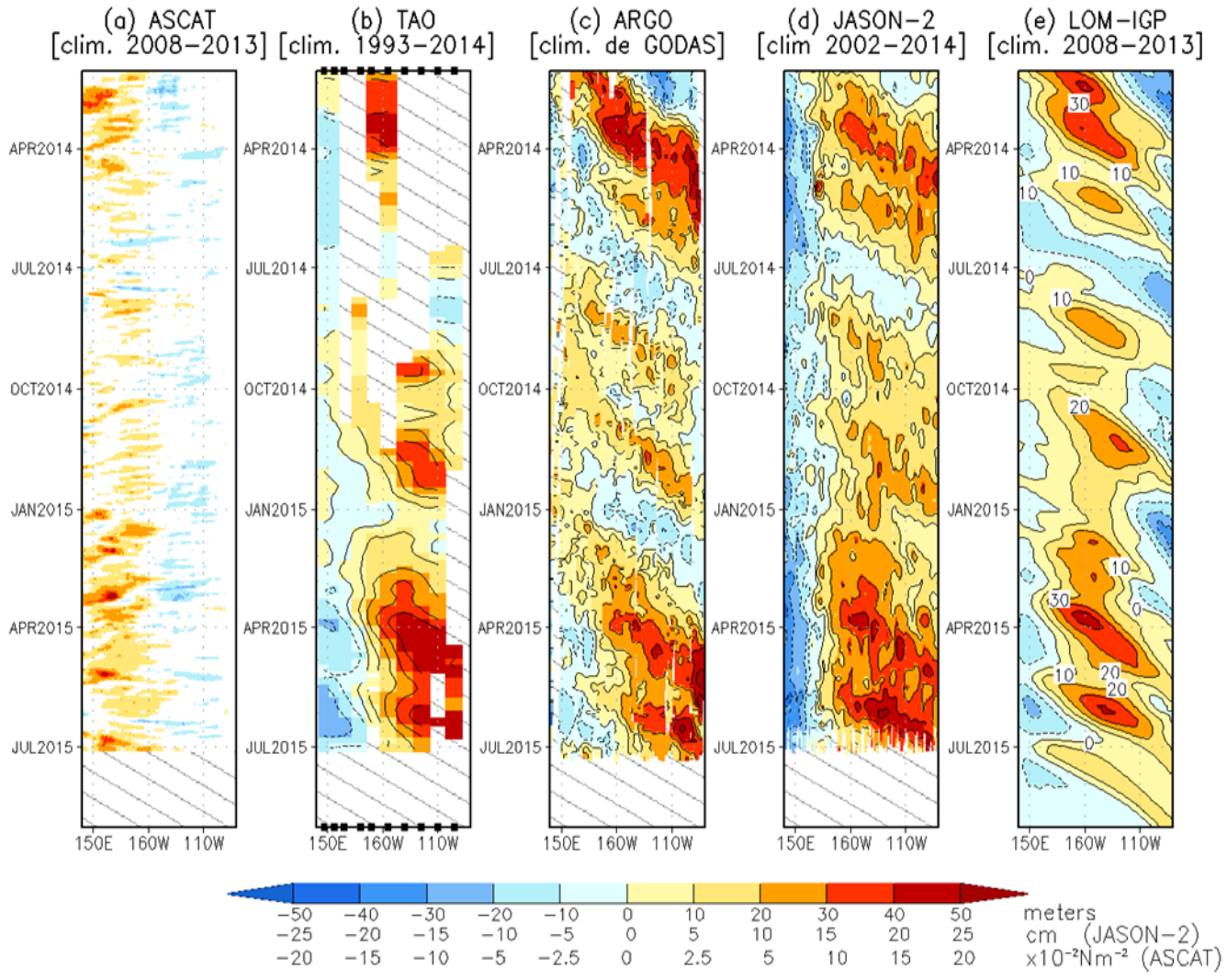


Figura 2.6.1. Diagrama longitud-tiempo de: a) Anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT, anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de datos de b) TAO y c) derivadores ARGO, d) Datos del nivel del mar de JASON-2, e) anomalía de la profundidad (m) de la termoclina calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y taux=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales de color plomo representan la propagación hacia el este con velocidad de 2,7 m/s para la onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, TAO/TRITON, ARGO, JASON-2. Procesamiento: IGP.

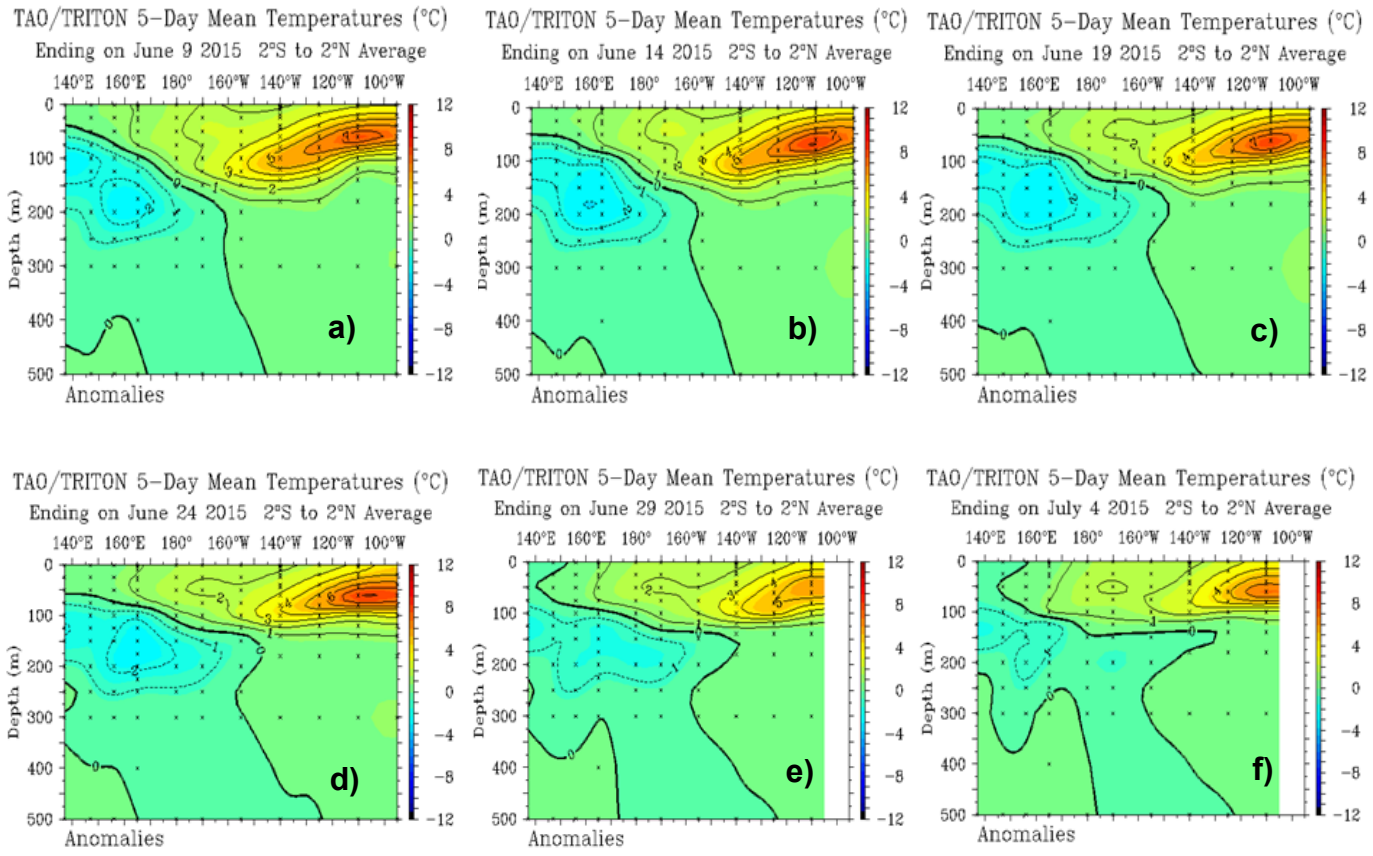


Figura 2.6.2. Anomalías de temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial (2°N - 2°S) promediadas cada cinco días finalizando el día: a) 09 de junio, b) 14 de junio, c) 19 de junio, d) 24 de junio, e) 29 de junio y f) 4 de julio de 2015. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

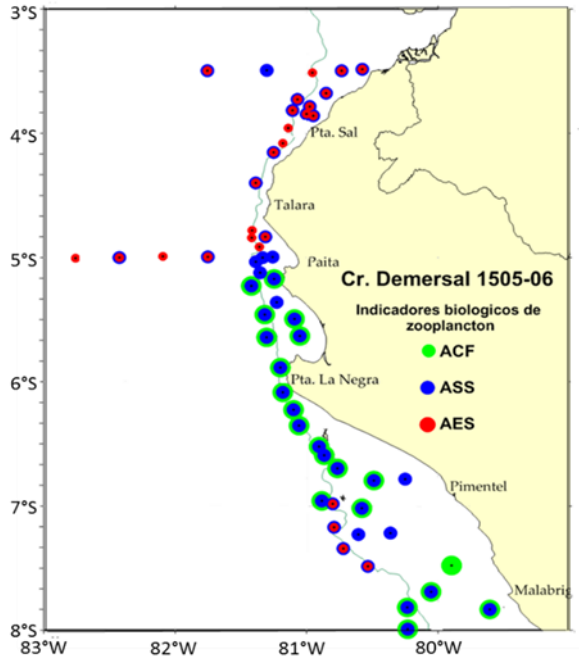


Figura 2.7.1. Especies del zooplancton indicadoras de masas de agua de Aguas Costeras Frías (ACF), Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) registradas en el Crucero de Recursos Demersales 1505-06. Fuente: IMARPE.

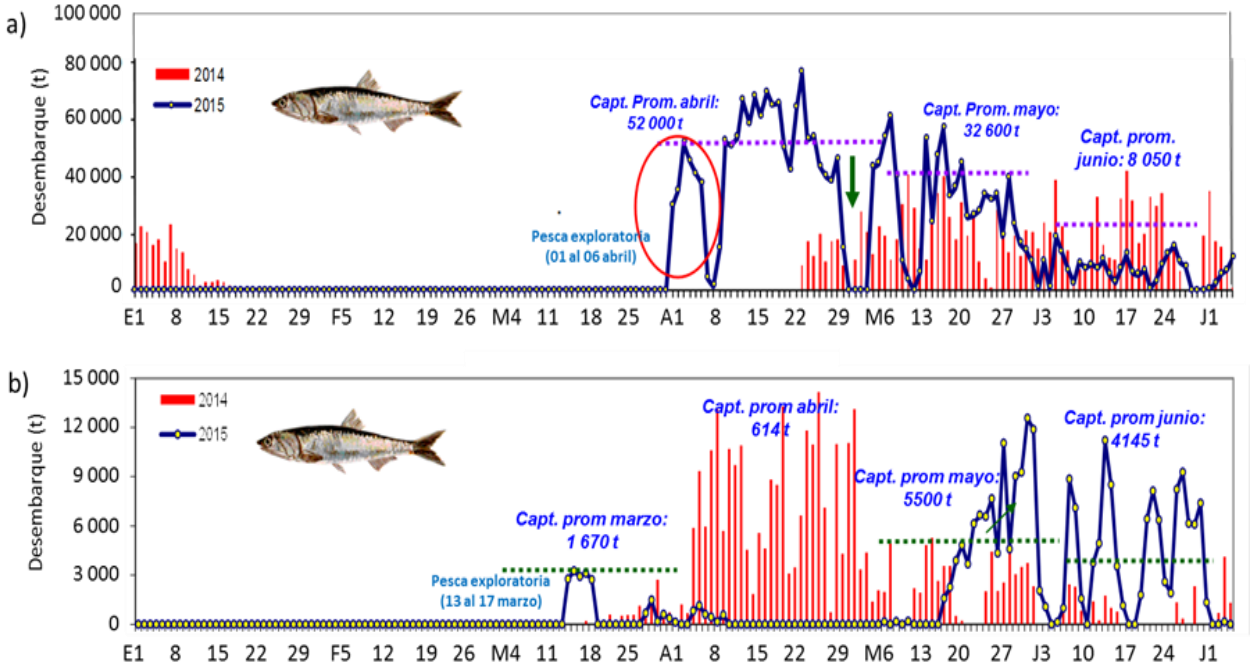


Figura 2.7.2. Desembarque (t) diario de anchoveta (2014 - 2015). a) Región Norte – Centro y b) Región Sur. Periodo: 01 de enero - 30 de junio 2015. Datos y procesamiento: IMARPE.

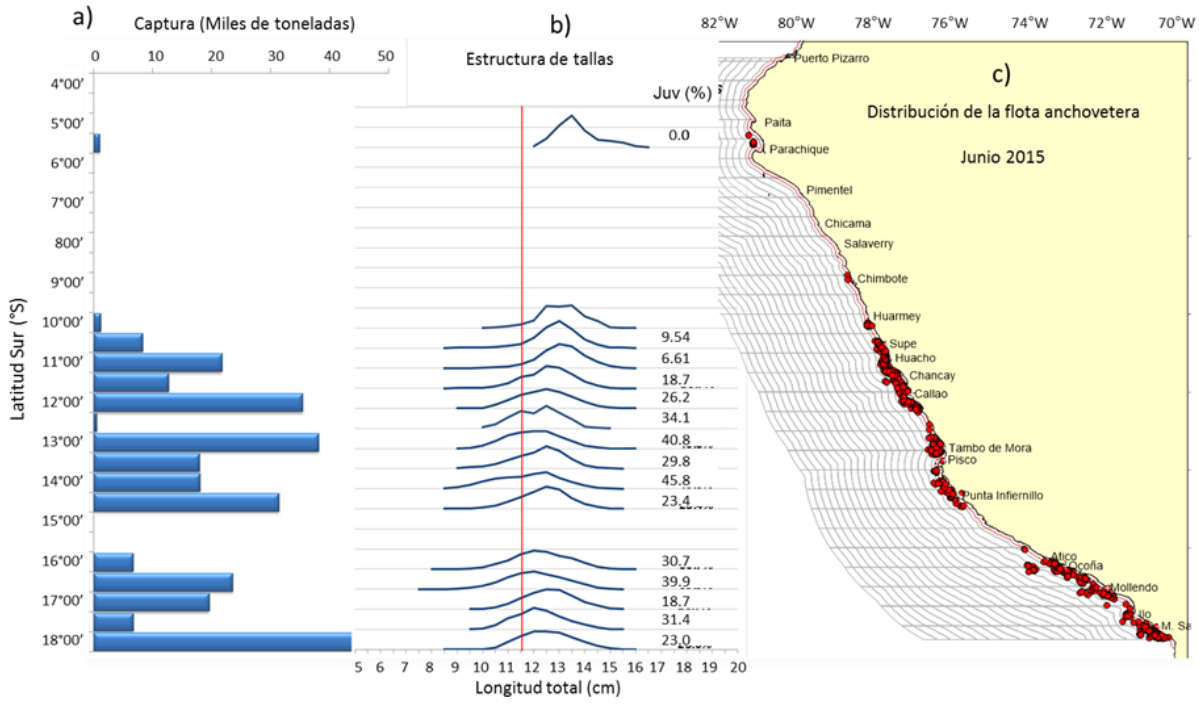


Figura 2.7.3. a) Desembarque mensual acumulado por medio grado latitudinal, b) Estructura por tallas y c) Distribución de la flota pesquera de anchoveta. Junio 2015. Fuente: IMARPE.

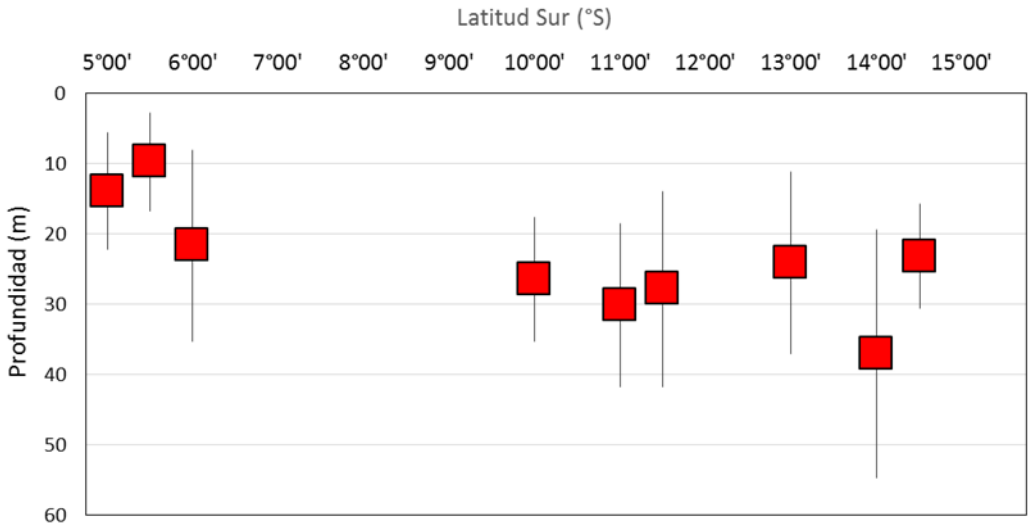


Figura 2.7.4. Profundidad (m) de cardúmenes de anchoveta según medio grado latitudinal. Junio 2015. Fuente: IMARPE.

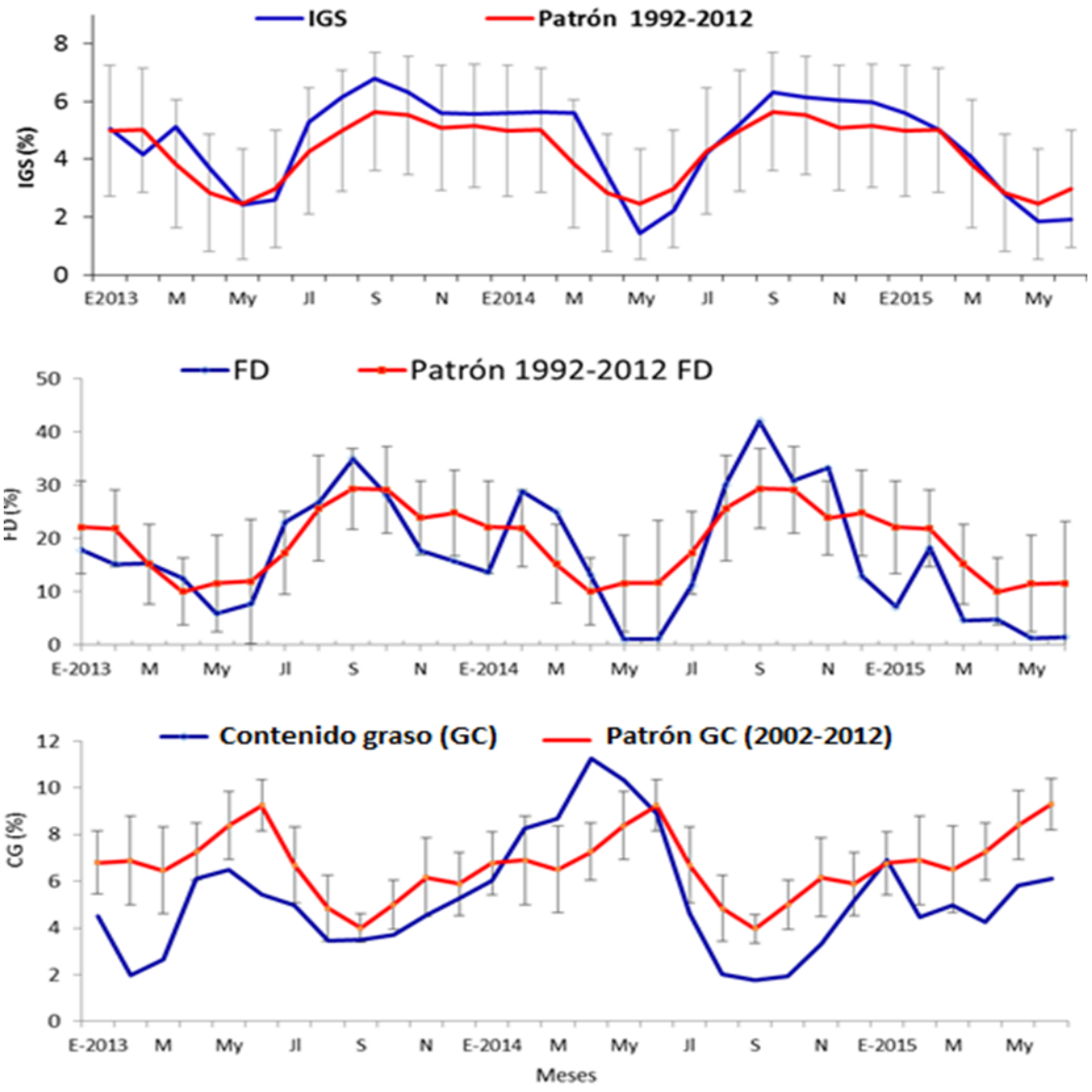


Figura 2.7.5. Indicadores reproductivos a) Índice gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD) e indicador somático c) Contenido Graso (CG) del stock norte – centro de anchoveta. Periodo: Enero 2013 – junio 2015. Fuente: IMARPE.

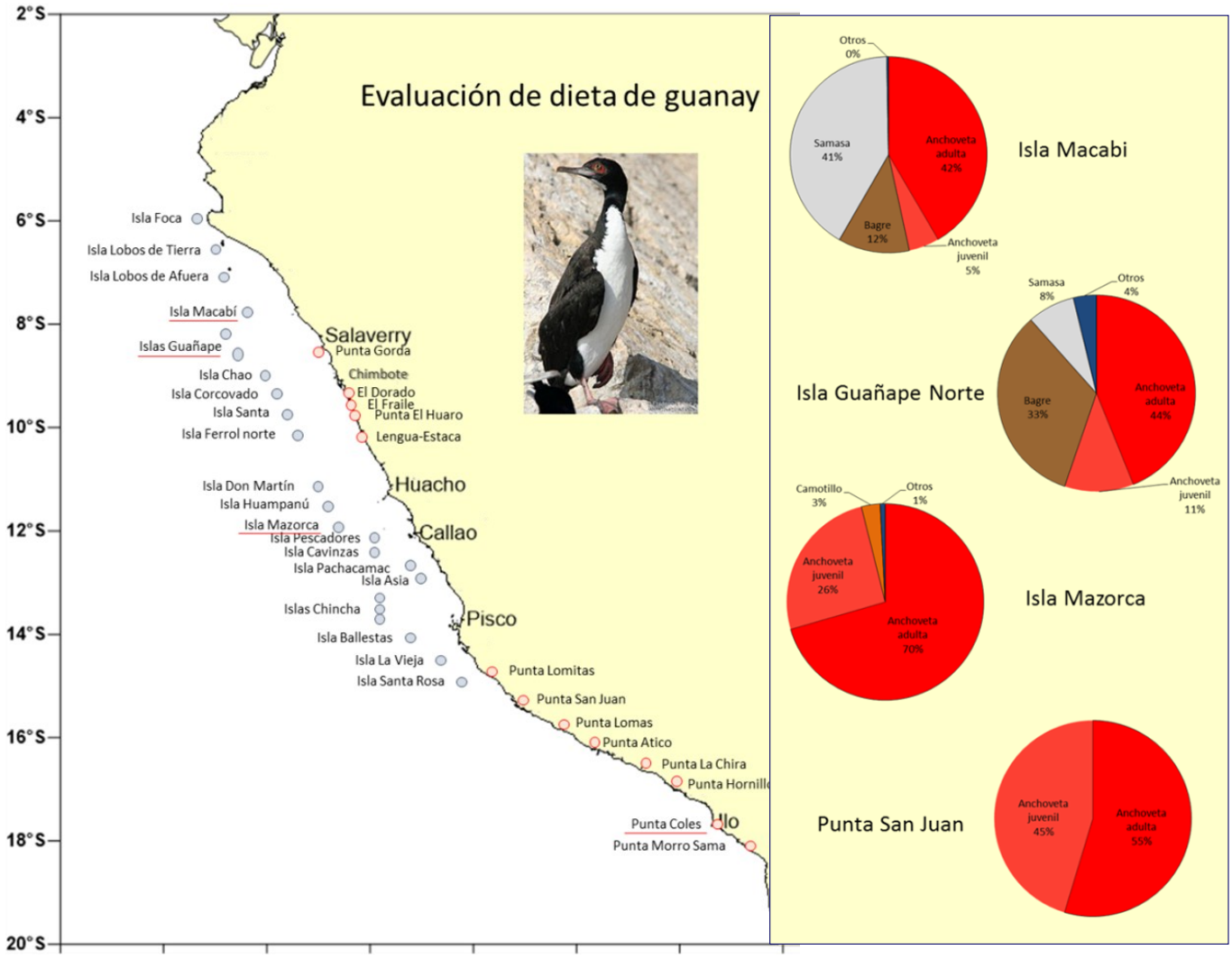


Figura 2.7.6. Dieta de guanay en principales islas y puntas a lo largo del Perú durante junio 2015. Fuente: IMARPE.

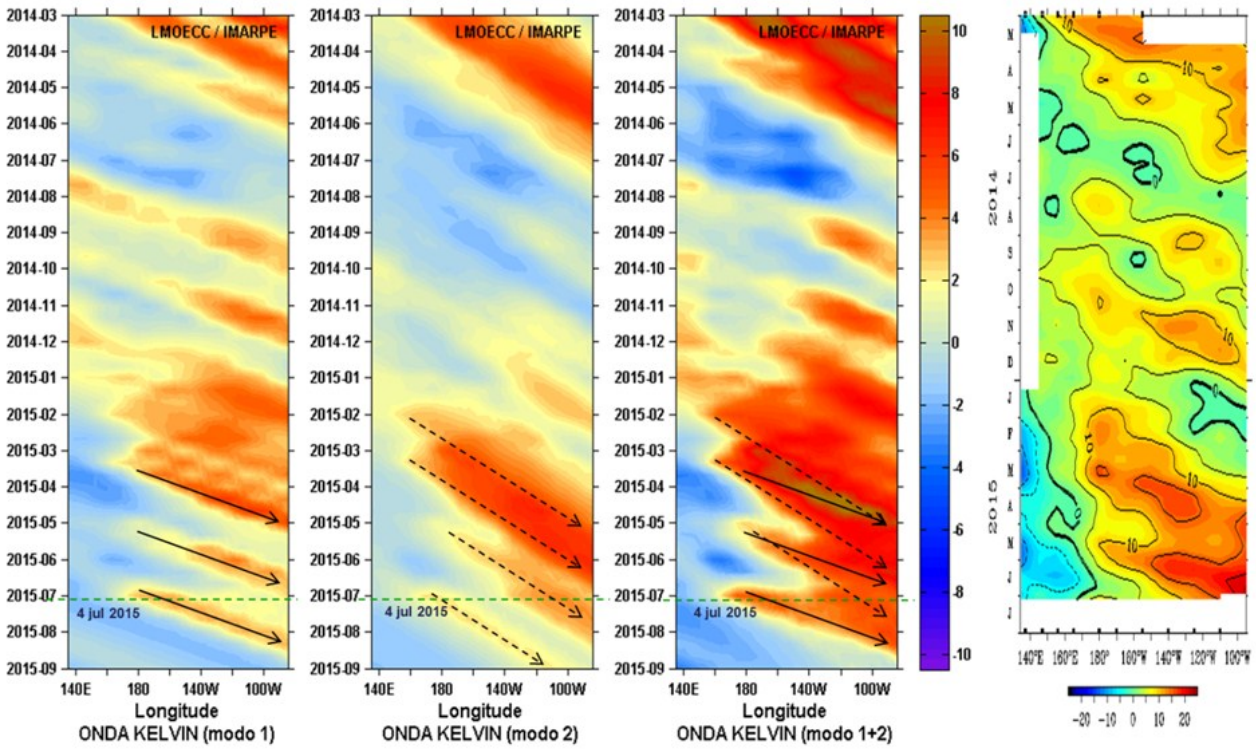


Figura 3.1.1. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo que refiere de la propagación de las ondas Kelvin en el océano Pacífico ecuatorial (0°N) simulados por un modelo oceánico lineal forzado con vientos de NCEP: a) Modo 1, b) Modo 2, c) Modos 1+2. La línea discontinua horizontal, en color verde, indica el inicio del pronóstico sin el forzante de vientos. Datos: NOAA. Procesamiento: IMARPE. d) Anomalías de la altura dinámica (db.dyn cm) en el Pacífico ecuatorial (2°S-2°N). Fuente: TAO/PMEL/NOAA.

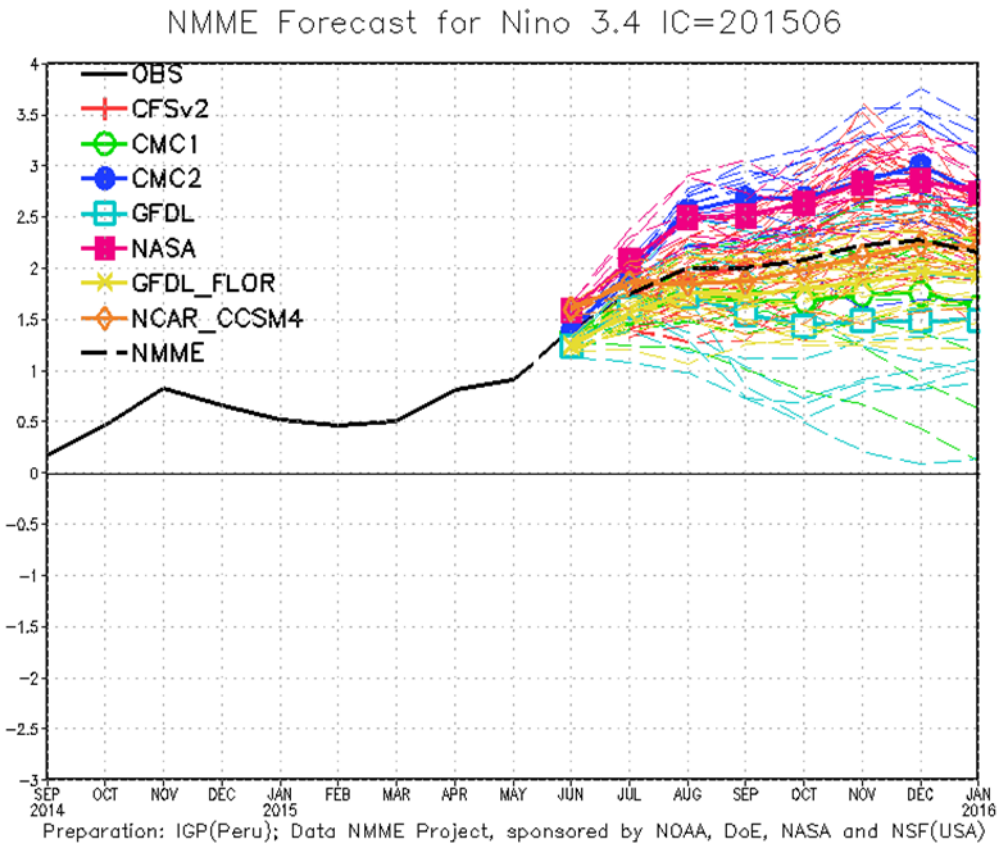


Figura 3.2.1. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

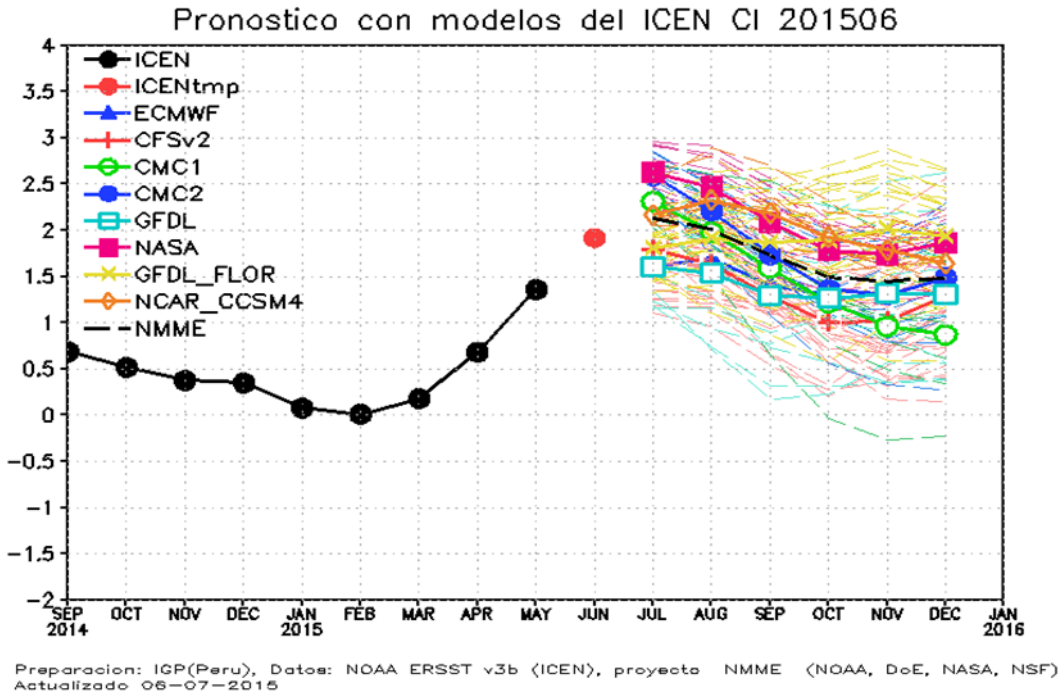


Figura 3.2.2. Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENtmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA y NCAR tienen como condición inicial el mes de junio de 2015. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de junio de 2015. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF.

7. TABLAS

Tabla 2.1.1. Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm). Periodo: Marzo - junio de 2015 en estaciones costeras. Fuente: DHN.

Estación	Anomalías de la TSM (°C)					Anomalías de NMM (cm)				
	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Feb.	Mar.	Abr	May.	Jun.
Talara	-1,8	-0,1	1,1	3	2,6	-1	5	16	19	15
Paita	-1,6	0,3	0,6	3,7	3,2	0	4	14	20	16
Lobos de Afuera	-0,2	-0,4	0,6	2,2	3,4	-	-	11	15	14
Chimbote	-0.9	-0,6	-0,6	2,5	4,6	1	4	10	15	15
Callao	0	-0,4	0,1	2,5	3,2	-3	0	7	10	12
San Juan	-0,2	0,1	0,3	0,8	1,6	-2	4	8	10	13
Mollendo	0	0,5	0,7	1,2	1,7	-3	3	4	6	9
Ilo	-0,2	0,8	0,5	1,1	1,6	-	-	-	-	-

Tabla 2.1.2. Índice Costero El Niño (ICEN).
Periodo: Setiembre de 2014 - mayo de 2015. Fuente: IGP.

Mes	ICEN	Categoría
Setiembre 2014	0,69	Cálida débil
Octubre 2014	0,52	Cálida débil
Noviembre 2014	0,38	Neutro
Diciembre 2014	0,35	Neutro
Enero 2015	0,08	Neutro
Febrero 2015	0,01	Neutro
Marzo 2015	0,18	Neutro
Abril 2015	0,68	Cálida débil
Mayo 2015	1,36	Cálida moderada

Mes	ICENtmp	Categoría
Junio 2015	1,91[1]	Cálida fuerte
Julio 2015	2,20[2]	Cálida fuerte

[1] Se usaron los datos de ERSST (Mayo y Junio, 2015) y NMME (Julio, 2015)
[2] Se usaron los datos de ERSST (Junio, 2015) y NMME (Julio y agosto, 2015)

Tabla 2.2.1. Volumen de agua almacenado (hm^3) en los principales reservorios. Fuente: ANA.

Zona	Nombre del Reservorio	Fecha Reporte	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm^3)		Capacidad Hidráulica Disponible (%)	Capacidad Hidráulica Disponible Regionalizada(%)
				Total	Disponible		
Costa - Norte	POECHOS	30-jun	Piura	490.0	449.1	92	97
	SAN LORENZO	30-jun	Piura	193.0	201.3	100	
	TINAJONES	30-jun	Lambayeque	330.0	327.2	99	
	GALLITO CIEGO	30-jun	La Libertad	372.0	360.4	97	
Costa - Sur	CONDOROMA	30-jun	Arequipa	259.0	229.9	89	64
	EL PAÑE	30-jun	Arequipa	99.6	85.2	86	
	LOS ESPAÑOLES	30-jun	Arequipa	9.9	0.0	0	
	PILLONES	30-jun	Arequipa	78.5	57.2	73	
	EL FRAYLE	30-jun	Arequipa	127.2	71.9	57	
	AGUADA BLANCA	30-jun	Arequipa	30.4	23.4	77	
	PASTO GRANDE	30-jun	Moquegua	185.0	131.0	71	

Tabla 2.5.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño semanales (centradas en los días 03, 10, 17 y 24 de julio de 2015) y mensuales (de mayo de 2014 a junio de 2015). Fuente: NCEP/NOAA.

Regiones Niño	Anomalías de TSM semanales - 2015			
	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
03 Junio	1,9	1,4	1,2	1,2
10 Junio	2,6	1,5	1,3	1,1
17 Junio	2,7	1,8	1,4	1,1
24 Junio	2,6	1,9	1,4	1,1

Regiones Niño	Anomalías de TSM mensuales - 2014-2015			
	Niño 1+2	Niño 3	Niño 3.4	Niño 4
Mayo 2014	1,30	0,61	0,46	0,77
Junio 2014	1,68	0,89	0,46	0,59
Julio 2014	1,36	0,65	0,18	0,29
Agosto 2014	1,27	0,52	0,20	0,46
Setiembre 2014	0,96	0,45	0,45	0,65
Octubre 2014	0,75	0,66	0,49	0,64
Noviembre 2014	0,74	0,91	0,88	0,85
Diciembre 2014	0,08	0,80	0,78	0,91
Enero 2015	-0,39	0,36	0,53	0,86
Febrero 2015	-0,55	0,18	0,56	1,02
Marzo 2015	0,06	0,15	0,58	1,13
Abril 2015	1,35	0,67	0,78	1,23
Mayo 2015	2,43	1.,19	1,03	1,09
Junio 2015	2,54	1,66	1,32	1,09

Tabla 2.7.1. Desembarque (t) acumulado de recursos pelágicos proveniente de la flota industrial. Periodo: 01 de enero - 31 de julio de 2015. Fuente: IMARPE.

Especie\ Flota \ Región		Año Calendario (01 de enero al 30 de junio 2015)					
		Norte	Centro	N + C	Sur	Total	%
Anchoveta	Fl. Acero	498 554	1 545 716	2 044 270	244 534	2 288 804	84,36
	Fl. Madera	272 232	144 111	416 343	4 318	420 661	15,50
Subtotal		770 786	1 689 827	2 460 613	248 852	2 709 465	99,86
Porcentaje (%)		28,45	62,37	90,82	9,18	100,00	
Sardina		0	0	0	0	0	0,00
Jurel		0	2	2	0	2	0,00
Caballa		759	1 767	2 526	0	2 526	0,09
Samasa		0	2	2	0	2	0,00
*Otros		1 092	141	1 233	7	1 240	0,05
Total		772 637	1 691 739	2 464 376	248 859	2 713 235	100,00
Porcentaje (%)		28,48	62,35	90,83	9,17	100,00	

ENFEN

ESTUDIO NACIONAL DEL FENÓMENO "EL NIÑO"

ANA
Autoridad Nacional del Agua

Senamhi

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ
CIENCIA Y TECNOLOGÍA

IGP
INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ

INDECI
INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL