

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



INFORME TÉCNICO ENFEN

Año 2 N°11

Noviembre de 2016

Programa Presupuestal por Resultados N° 068:

“Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”

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

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

Comité Multisectorial Enfen

Presidente:

Vice-Alm. (r) Javier Alfonso Gaviola Tejada

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

Vice-Presidente:

Dr. Ronald Woodman

Presidente Ejecutivo, Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Ing. Amelia Díaz Pabló

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

Calm. Rodolfo Sablich Luna-Victoria

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

Ing. Juan Carlos Sevilla Gildemeister

Jefe, Autoridad Nacional del Agua (ANA)

Gral. de Div (R) Alfredo Murgueytio Espinoza

Jefe, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)

Comité Técnico Enfen

Coordinador: Dimitri Alexey Gutiérrez Aguilar

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

DHN: Gustavo Laos, Rina Gabriel, Roberto Chauca.

SENAMHI: Grinia Avalos, Christian Barreto, Nelson Quispe.

IGP: Ken Takahashi, Kobi Mosquera.

ANA: Gustavo Galindo, Carlos Verano

INDECI: Marcial García Blasquet

Año: 2

Redacción del informe: Comité Técnico Enfen

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

Diseño de carátula: Imarpe

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

Este documento se puede citar como:

Comité Multisectorial Encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (Enfen). 2016.

Informe Técnico Enfen. Año 2, N° 11, noviembre de 2016, 49 p.

El Informe Técnico Enfen de noviembre 2016 y los informes previos están disponibles en la World Wide Web en las páginas electrónicas de las instituciones que conforman el Comité. De tener inconvenientes para acceder al informe, contacte a la Secretaría Técnica Enfen a la dirección electrónica st_enfen@imarpe.gob.pe.

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

Diagnóstico Climático y Previsión de El Niño-Oscilación del Sur en el Perú, noviembre 2016

Análisis mensual de los impactos de la El Niño-Oscilación del Sur en las condiciones meteorológicas, agrícolas, biológico-pesqueras e hidrológicas del mes de noviembre 2016 en el Perú y las perspectivas de la variabilidad.

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, con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Instituto del Mar del Perú (Imarpe), institución que preside el Comité.

Las capacidades observacionales (meteorológica, oceanográfica, biológico-pesquera e hidrológica), de infraestructura, analíticas y de gestión se vienen fortaleciendo ahora con la participación de algunas instituciones del Comité Enfen en el Programa Presupuestal por Resultados N° 068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”. Su producto denominado “Entidades informadas en forma permanente y con pronósticos frente al Fenómeno El Niño” comprende una versión resumida “Comunicado Oficial” que se publica 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.

Cordialmente,

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'JAGT', written in a cursive style.

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

ÍNDICE

RESUMEN	8
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1. VARIABLES	11
2.2. ÍNDICES	11
2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO	11
3. CONDICIONES OBSERVADAS EN NOVIEMBRE	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	13
3.2. CONDICIONES A ESCALA REGIONAL	14
3.2.1. Circulación atmosférica en el Pacífico Sudoriental y temperatura del aire.....	14
3.2.2. Vientos costeros y temperatura del aire.....	14
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 físicas subsuperficiales frente al litoral peruano.....	16
3.2.6. Nutrientes y Productividad en la costa peruana	17
3.2.7. Recursos pesqueros e indicadores biológicos	17
4. PRONÓSTICO	18
4.1. A CORTO PLAZO (SEMANAS).....	18
4.2. A MEDIANO PLAZO (HASTA 3 MESES).....	18
4.3. A LARGO PLAZO (MÁS DE 3 MESES)	18
5. REFERENCIAS	19
6. FIGURAS	21
7. TABLAS	46

Figuras:

3.1.1.1.	Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de noviembre, b) 10 de noviembre, c) 20 de noviembre, y e) 05 de diciembre de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.	21
3.1.1.2.	Anomalia de TSM (°C) durante algunos años Niña, año 1985 (rojo), 1988 (verde), 2007 (azul), 2010 (verde-oscuro), 2013 (morado), y 2016 (negro) (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), en la región 1+2 (a) y en la región 3.4 donde se muestra la comparación con otros eventos Niñas .Procesamiento: IGP.	22
3.1.1.3.	Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de diciembre del 2015 a noviembre de 2016. Fuente: NCEP/NOAA.	23
3.1.1.4.	Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.	23
3.1.1.5.	Hovmöller de anomalías de a) Radiación de Onda Larga - OLR (W/m ²) desde el mes de noviembre de 2105 hasta agosto de 2016. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de noviembre de 2016. Datos: TRMM. Procesamiento: IGP/SENAMHI.	24
3.1.1.6.	Radiación de Onda Larga - OLR (W/m ²) en el Pacífico central-oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de noviembre. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	25
3.1.1.7.	Radiación de Onda Larga - OLR (W/m ²) en el Pacífico central-oriental (170°W-140°W, 5°S-5°N) desde el mes de enero hasta el mes de noviembre. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.	25
3.1.1.8.	Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de noviembre del 2016. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL.	26
3.1.1.9.	Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Las líneas diagonales plumas representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.7 m/s para la Onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, TAO/TRITON, Argo, JASON-2. Procesamiento: IGP.	27
3.1.1.10.	Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) en a) setiembre; b) octubre; y c) noviembre. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.	28
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) 5 de noviembre, b) 10 de noviembre, c) 15 de noviembre, d) 20 de noviembre, e) 25 de noviembre y f) 4 de diciembre de 2016. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.	29
3.1.2.2.	a) Inclínación de la termoclina, estimada como la diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado). b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP.	29
3.2.1.1.	Presión atmosférica (hPa) a nivel medio del mar para noviembre del 2016. a) Promedio de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar, b) Anomalia de la Presión atmosférica (hPa) a nivel del mar. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI	30
3.2.1.2.	Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondientes al mes de setiembre, a) valores absolutos de precipitación, b) anomalía de precipitación, c) valores absolutos de TSM asociados al esfuerzo de vientos, d) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifrermer // Procesamiento IGP.	31
3.2.2.1.	a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalia del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de enero de 2015 al 03 de diciembre del 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.	32
3.2.2.2.	Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2015 a noviembre de 2016. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.	32
3.2.3.1.	Serie de tiempo actualizados a fines de noviembre, de los caudales diarios (m ³ /s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre y agosto: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rimac, e) Majes, f) Chili, de la vertiente del pacífico; g) Huancané y h) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015-2016, rojas: promedio histórico; celestes: promedio de años húmedos; líneas grises: promedio de años secos; líneas negras: caudales registrados desde septiembre de 2016 a la fecha. Fuente: ANA.	33
3.2.4.1.	Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016 (negro). Fuente IGP.	34
3.2.4.2.	Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta noviembre del 2016; a) Diagrama Hovmöller durante octubre-noviembre de las ATSM de las estaciones de DHN, b) Series de la ATSM diarias durante septiembre-noviembre, en estaciones del IMARPE.	35

3.2.4.3.	Anomalías del Nivel Medio del Mar (ANMM), actualizados a noviembre del 2016, a) Diagrama Hovmöller entre Octubre-Noviembre de las ANMM de las estaciones costeras de la DHN, b) Diagrama Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2016; Fuente AVISO – IMARPE.	36
3.2.5.1.	Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Paita, realizada durante el 27 y 28 de noviembre de 2016. Fuente: IMARPE.	36
3.2.5.2	Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama, realizada durante el 25 y 26 de noviembre de 2016. Fuente: IMARPE.	37
3.2.5.3	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 28 de noviembre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE	38
3.2.5.4	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Silicatos (μM) y e) Clorofila (μg/L), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 30 de noviembre de 2016. Fuente: IMARPE.	39
3.2.5.5	Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L), e) Silicatos (μM) y f) Clorofila (μg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 01 de diciembre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.	40
3.2.6.1.	Clorofila satelital promedio para el mes de octubre (a) y noviembre (b) del satélite MODIS frente a Perú y la serie de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los 4°S-16°S y de 0 a 100km de la costa) provenientes del satélite MODIS entre enero del 2014 a noviembre del 2016 (c).	41
3.2.7.1.	Distribución de los desembarques por latitud (a), estructura de tallas (b) y distribución espacial de las capturas de anchoveta durante noviembre 2016. Fuente: LBR/IMARPE	42
3.2.7.2	Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), y c) Índice de atresia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2013 – noviembre 2016. Fuente: LBR/IMARPE	43
4.1.1	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).	44
4.1.2	Diagramas Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacífico ecuatorial. Modelo oceánico de complejidad intermedia: Modo 1 (a), Modo 2 (b), Modos 1+2 (c) de la isoterma de 20°C, en metros. La línea discontinua horizontal indica el inicio del pronóstico.	44
4.2.1	Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. Fuente: CPC/NCEP/NOAA.	45
4.2.2	Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENTmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, NCAR tienen como condición inicial el mes de diciembre de 2016. Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.	45

Tablas

Tabla 2.1.1.	Principales variables y bases de datos utilizados en el presente informe	11
Tabla 3.2.3.1.	Volumen de agua almacenado en los reservorios principales para el mes de noviembre. Fuente ANA	46
Tabla 3.2.4.1.	Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de febrero de 2016 a octubre de 2016. Fuente IGP.	47
Tabla 3.2.4.2.	Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre junio – noviembre de 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN.	48
Tabla 4.2.1	Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de diciembre de 2016. Para el trimestre NDE, el dato mensual de noviembre es dato observado de ERSSTv3	48
Tabla 4.3.1	Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño costero – La Niña costera en el verano 2016-2017 (diciembre 2016-marzo 2017)	49
Tabla 4.3.2	Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico Central en el verano 2016-2017 (diciembre 2016-marzo 2017)	49

RESUMEN

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

En la región del Pacífico Central (región Niño 3.4), la anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) muestra una ligera tendencia a la normalización, con un valor mensual de $-0,6^{\circ}\text{C}$. Según el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) actualizado hasta el trimestre setiembre-octubre-noviembre se confirma la presencia de La Niña débil en el Pacífico Central. La actividad convectiva, la subsidencia y el viento zonal en el Pacífico Central se mostró consistente con las condiciones frías. La quinta y sexta onda Kelvin fría, han impactado en los niveles del mar y las temperaturas principalmente en la costa norte del Perú. Asimismo, la termoclina mantiene una inclinación este-oeste ligeramente mayor a lo normal. Además, a fines de noviembre e inicios de diciembre se registró un pulso de vientos del este en superficie, alrededor de 170°W . A su vez, en altura los vientos han mostrado anomalías del oeste con magnitudes importantes sobre la región nor-occidental del Perú, atenuando la ocurrencia de precipitaciones.

En el Pacífico Ecuatorial Oriental (región Niño 1+2, frente a la costa norte de Perú y la costa del Ecuador), la anomalía de la TSM descendió a $+0,1^{\circ}\text{C}$ en promedio (Figura 1b). El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para octubre fue $+0,22^{\circ}\text{C}$ (Condición Neutra) y el estimado para noviembre también es de condición neutra.

El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó, en general, una intensidad de débil a normal. Sin embargo, entre los días 26 y 30 de noviembre, se presentó una intensificación de este sistema atmosférico. El mismo patrón temporal fue mostrado por los vientos costeros principalmente en el litoral peruano centro-norte.

Las temperaturas máximas del aire continúan mostrando anomalías positivas, desde el fin del evento El Niño costero (junio). En la costa norte se presentaron anomalías de $+1,2^{\circ}\text{C}$ para la temperatura máxima y $-1,3^{\circ}\text{C}$ para la temperatura mínima. En la costa central, las anomalías fueron de $+1,4^{\circ}\text{C}$ en la temperatura máxima y $+0,7^{\circ}\text{C}$ en la temperatura mínima, mientras que en la costa sur, las anomalías fueron de $+1,0^{\circ}\text{C}$ y $+0,2^{\circ}\text{C}$, respectivamente.

La anomalía promedio mensual de la TSM en el litoral central-sur presentó el valor de $+0,5^{\circ}\text{C}$; en cambio, en la costa norte, entre Talara y Lobos de Afuera, la anomalía promedio mensual presentó el valor negativo de $-1,0^{\circ}\text{C}$.

Por otro lado, a lo largo de la costa peruana los niveles del mar en promedio se mantuvieron alrededor de lo normal. Sin embargo, en la primera semana de noviembre entre la Isla Lobos de Afuera y San Juan los niveles presentaron anomalías negativas entre $-5,0$ y $-10,0$ cm, lo cual podría estar relacionada al arribo de la onda Kelvin fría.

Las aguas oceánicas (con valores de salinidad mayores a 35,1 ups) mostraron un repliegue hacia el oeste por fuera de las 50 millas manteniéndose cerca a costa entre Trujillo y Huacho.

Durante noviembre, en la sección oceanográfica de Paita se observó anomalías positivas de hasta +1,0°C sobre los 15 m de profundidad dentro de las 60 millas de la costa, asociada a la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales. Frente a Chicama la columna de agua presentó condiciones normales tanto en temperatura como salinidad. Frente a Chimbote la aproximación de las ASS ocupó una capa de 40 m por fuera de las 25 millas de la costa.

Los caudales de los ríos de la costa presentaron valores que se encontraron por debajo del promedio histórico. Los reservorios en la costa norte y sur vienen operando, en promedio, al 22% y 35% de su capacidad hidráulica útil respectivamente, lo que representa una disponibilidad hídrica limitada.

La clorofila-a, indicador de la producción del fitoplancton, que es base de la cadena alimenticia en el mar, presentó un incremento en sus concentraciones principalmente en la costa centro-norte, alcanzando los niveles más altos desde el 2013 para la temporada.

La anchoveta presentó una amplia cobertura espacial, de Paita a San Juan de Marcona, alcanzando las 100 mn frente a Pimentel. En general, la estructura de tallas presentó un porcentaje de juveniles del 24%. Los índices reproductivos de anchoveta confirman la declinación del proceso principal de desove. Además se mantuvo la presencia de especies oceánicas como: bonito y barrilete asociada a la persistencia de las ASS frente a la costa central.

Como perspectiva, se prevé que la sexta onda Kelvin fría, continúe impactando en la costa norte durante el mes de diciembre, lo que contribuiría a mantener la anomalía negativa de la temperatura en la columna de agua frente a la costa norte.

Para los siguientes meses, los modelos globales disponibles e inicializados los primeros días de diciembre, continúan pronosticando condiciones neutras para el Pacífico Central (región Niño 3.4) durante el verano 2016-2017. De igual forma para la región Oriental (Niño 1+2), estos modelos globales continúan pronosticando condiciones neutras hasta fines del verano inclusive.

El Comité Multisectorial ENFEN, en base al juicio experto y al análisis de los pronósticos nacionales e internacionales y de las observaciones, mantiene la mayor probabilidad de ocurrencia (80%) que se presenten condiciones neutras del Pacífico Oriental hasta finales del próximo verano. Para el Pacífico Central, se estiman como más probables las condiciones neutras (75%), seguidas por La Niña débil (20%).

1. INTRODUCCIÓN

El Niño Oscilación Sur (ENOS), es el proceso más importante que influye en la variación de las condiciones climatológicas interanuales en la cuenca del Océano Pacífico, manifestándose en sus fases ‘cálida’ y ‘fría’, conocidas como El Niño y La Niña respectivamente. Debido a los diversos efectos de este proceso en los ecosistemas, que a su vez repercuten en los sistemas socioeconómicos, cada vez hay un mayor interés en mejorar el entendimiento de los factores que intervienen en su desarrollo, como en optimizar la anticipación al desenlace de posibles impactos extremos, constituyéndose en un principal propósito el poder generar alertas tempranas para mitigar daños.

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

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. VARIABLES

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

2.2. ÍNDICES

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

2.3. MODELOS DE PRONÓSTICO

Modelo Oceánico Lineal (LOM-IGP): Es un modelo oceánico lineal, que asume que toda la dinámica superior del océano se puede representar con un modelo de una capa de profundidad H , cuyo límite inferior es la profundidad de la termoclina. Posee una línea de costa realista y su resolución horizontal es de 1° y $0,5^\circ$ para el eje X e Y , respectivamente. El modelo es forzado principalmente con información del producto L3 del “escaterometro” ASCAT (Bentamy y Croize-Fillon, 2012) obtenido del IFREMER (<ftp.ifremer.fr>). Para calcular la contribución de las ondas Kelvin y Rossby sobre el nivel del mar y las corrientes zonales se usa la metodología de Boulanger y Menkes (1995). El lector es referido a Mosquera (2009), Mosquera et al. (2011) y Mosquera (2014) para mayores detalles sobre este modelo oceánico. Para realizar el pronóstico de la propagación de las ondas Kelvin, se asumen, en general, dos escenarios del esfuerzo de viento para los siguientes tres meses: 1) que no existen anomalías, es decir que el comportamiento de los vientos es climatológico y 2) que persistirá la anomalía de baja frecuencia.

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

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

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

3. CONDICIONES OBSERVADAS EN NOVIEMBRE

3.1 CONDICIONES A MACROESCALA

3.1.1 Circulación atmosférica y temperatura superficial en el Pacífico Ecuatorial

Durante noviembre, las anomalías de la TSM en el Pacífico Ecuatorial mantuvieron valores negativos a lo largo de la franja ecuatorial, sin embargo, presentaron valores menos negativos los últimos días del mes (Figura 3.1.1.1, 3.1.1.2a). En el Pacífico Ecuatorial Oriental (Niño 1+2), en promedio, las anomalías de TSM se mantuvieron ligeramente positivas pero muy próximas a cero (Figura 3.1.1.2 b, Figura 3.1.1.3).

El Índice de Oscilación del Sur calculado para el mes de noviembre es de -0,7 (Figura 3.1.1.4). Este valor se encuentra dentro del rango normal (± 7), asociado a condiciones neutras. Respecto a la actividad convectiva en el Pacífico Ecuatorial, un indicador clave del acoplamiento océano-atmósfera, la Radiación de Onda Larga (ROL) en la región 170°W – 100°W y 5°S – 5°N se ha mantenido con valores de alrededor de 275 Wm² durante los últimos tres meses; siendo este valor mayor a casi todos los años comparados para el mismo período (Figura 3.1.1.5 y Figura 3.1.1.6), indicando el fortalecimiento de la subsidencia. Asimismo, en la región del Pacífico Central (170°E – 140°W y 5°S - 5°N) los valores de ROL disminuyeron ligeramente (Figura 3.1.1.6 y Figura 3.1.1.7).

En niveles bajos de la tropósfera (850 hPa), se observaron anomalías de viento del Este sobre el Pacífico Ecuatorial Occidental (aproximadamente entre 150°E - 160°W), mientras que, en el Pacífico Ecuatorial Central-Oriental las condiciones de viento fueron normales. Por otro lado, entre los 120°W y 100°W del Pacífico Sur se observaron anomalías de viento del Oeste, presentando frente a las costas peruanas condiciones normales (Figura 3.1.1.8.a). En los niveles altos (200 hPa), anomalías del oeste sobre el Pacífico Central-Ecuatorial y sobre Perú (80°W y 70°W) fueron indicadores de un mayor patrón de subsidencia sobre estos sectores; inhibiendo, en general, el normal desarrollo de precipitaciones la región occidental de los Andes peruanos (3.1.1.8 b). La anomalía del esfuerzo de viento zonal calculado desde el satélite ASCAT mostró valores cercanos a cero sobre el Pacífico Oriental, el predominio de anomalías del este en el Pacífico Occidental, así como la ocurrencia de pulsos de anomalías del oeste en el Pacífico Central (Figura 3.1.1.9.a).

Las secciones verticales a lo largo de la franja ecuatorial mostraron mayor subsidencia sobre el Pacífico Central-Occidental (160°E - 160°W), aunque ligeramente más débiles que en meses anteriores. Sobre el Pacífico Oriental (110°W – 80°W), se observó el desarrollo de mayores condiciones de subsidencia, principalmente entre niveles medios y altos, a comparación de meses anteriores (Figura 3.1.1.10).

3.1.2 Dinámica oceánica en el Pacífico Ecuatorial

Durante el mes los datos in situ de las boyas TAO/TRITON y ARGO mostraron la propagación del ascenso de la isoterma de 20°C por encima de su posición climatológica (reflejada en anomalías negativas de su profundidad) entre el Pacífico Central y el Pacífico Oriental.

Asimismo se detectaron anomalías positivas de la isoterma de 20°C en el Pacífico Occidental, hasta unos 20 metros por debajo de su posición normal, (Figura 3.1.1.9 b y Figura 3.1.1.9 c). Este patrón posiblemente estuvo asociado al predominio de las anomalías de viento del este, profundizando la termoclina en el oeste, y viceversa en el este. Por su parte, los datos de altimetría satelital (Jason-2) mostraron la propagación durante el mes de anomalías positivas de la altura del nivel del mar desde el Pacífico Ecuatorial Central hacia el Pacífico Ecuatorial Oriental (170°E-110°W), aunque en el extremo oriental continuaron presentándose anomalías negativas (Figura 3.1.1.9 d).

En cuanto a la temperatura sub-superficial, a inicios de mes se presentó un núcleo de anomalías hasta -2°C a 100 m de profundidad alrededor de los 140°W, el cual se propagó hacia el Este hasta los 100°W y 60 m de profundidad a finales del mes. Por otro lado, en el Pacífico ecuatorial occidental, entre 140°E y 160°E, se evidenció la presencia de un núcleo de anomalías hasta +2°C, ubicada cerca de los 130 m de profundidad, el cual disminuyó hasta +1°C ubicándose más al este, entre 150°W y 175°W, y a 150 m de profundidad aproximadamente (Figura 3.1.2.1).

Por otro lado, la inclinación zonal de la termoclina en el Pacífico Ecuatorial mostró valores ligeramente mayores a lo normal durante el mes, mientras que el contenido de calor del Pacífico Ecuatorial continuó ligeramente por debajo de su valor climatológico (Figura 3.1.2.2).

El ONI (Oceanic Niño Index) que es calculado en base a las ATSM en la región El Niño 3.4, presentó valores de -0,84 para octubre indicando la presencia de un evento La Niña débil en el Pacífico Ecuatorial Central. El ONI_{tmp} para el mes de noviembre fue de -0,75 (La Niña débil, Tabla 3.1.2.1).

3.2 CONDICIONES A ESCALA REGIONAL

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

El campo de presiones frente al litoral costero presentó en promedio un comportamiento dentro de lo normal (Figuras 3.2.1.1 a). El Anticiclón del Pacífico Sur (APS) presentó una configuración cuasi-meridional y en promedio mostró una ligera anomalía negativa en su núcleo (-1hPa) (Figuras 3.2.1.1 b). Cabe señalar que, en latitudes templadas entre los 160°W y 120°W, se mostraron intensos los sistemas de baja presión. Frente al litoral peruano, el esfuerzo de viento promedio durante el mes presentó valores alrededor de lo normal (Figura 3.2.1.2 c,d).

3.2.2. Vientos costeros y temperatura del aire.

De acuerdo a los datos de satélite ASCAT, la velocidad de viento frente a la costa peruana (40 km de la costa), presentó valores menores a 8 m/s, durante casi todo el mes.

Respecto a la dirección del viento, al norte de los 5°S, se registraron vientos de dirección sur-suroeste (SSO), entre 5°S y 15°S predominaron vientos del sur-sureste (SSE), mientras que, al sur de los 15°S se presentaron vientos de dirección sureste (SE) (Figura 3.2.2.1 a).

Durante casi todo el mes, la velocidad del viento fluctuó entre anomalías negativas a valores normales. Al sur de los 15°S, durante las 2 últimas semanas predominaron anomalías ligeramente positivas, entre 1 y 2 m/s (Figura 3.2.2.1 b).

Los registros de la temperatura del aire a nivel de superficie en el litoral peruano, continuaron mostrando en promedio anomalías positivas de la temperatura máxima, con valores de hasta +2,5°C en la estación Campo de Marte (Lima), +2,1°C en la estación de San Miguel (Piura). La temperatura mínima registró anomalías positivas en la costa norte (+1,7°C en la estación Campo de Marte-Lima) y costa sur (+0,9°C en Punta Ático - Arequipa). Sin embargo, hacia la costa norte, se registraron anomalías negativas, con valores de hasta -1,6°C en la estación Chusis - Piura (Figura 3.2.2.2).

3.2.3 Precipitaciones e hidrología en la vertiente del Pacífico

Durante el mes de noviembre la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), estuvo entre los 5°N y 10°N en el Pacífico Central-Oriental, mientras que en cercanías al Pacífico Occidental presentó una ligera inclinación hacia el sur (~5°N). En general presentó una posición ligeramente hacia el norte, en comparación con su patrón normal (Figura 3.2.1.2 a, b).

Sobre el territorio nacional, las mayores precipitaciones se dieron sobre el lado oriental de los Andes, sobre la región andina y zonas de selva; condiciones deficitarias se presentaron sobre el lado occidental sur y norte de los Andes peruanos. (Figura 3.2.1.2 a, b). Al finalizar noviembre, los ríos monitoreados del país mostraron promedios diarios de caudales por debajo de los valores normales históricos (Figura 3.2.3.1).

Las reservas hídricas en la costa norte promediaron el 22% respecto a la capacidad hidráulica de los principales embalses, lo cual representa una disponibilidad hídrica limitada. En el sur, el sistema hidráulico Colca – Chili (Arequipa) opera en promedio al 30%, mostrando hidrogramas descendentes, que representaron una disponibilidad hídrica limitada. En Pasto Grande (Moquegua), el nivel llegó hasta el 28%. Los de Tacna (Aricota, Jarumas y Paucarani) estuvieron en promedio al 53% de su capacidad hidráulica. En la costa sur los embalses mostraron una tendencia decreciente, operando en promedio al 35% de su capacidad hidráulica útil (Tabla 3.2.3.1).

3.2.4 Temperatura superficial del mar y nivel medio del mar en la región Niño 1+2 y en la costa peruana

La serie temporal 2016 de anomalía de temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2 hasta fines de noviembre del 2016 se muestra comparada con los años, 1985, 1988, 2007, 2010 y 2013 (Figura 3.1.1.2), indicando que sus rangos estuvieron notablemente por encima de dichos años. Respecto al Índice Costero El Niño (ICEN), basado en la anomalía observada de la TSM en la región Niño 1+2 (90° W - 80° W, 10° S – Ec; ENFEN, 2012), éste presentó el valor de +0,22 para el trimestre centrado en octubre, que correspondió a una condición Neutra (Figura 3.2.4.1).

Frente a la costa peruana, dentro de las 100 millas de la costa, en promedio la TSM manifestó condiciones entre normales a ligeramente frías al norte de los 6°S; mientras que, al sur de esta latitud y hasta aproximadamente los 12°S, la TSM manifestó condiciones ligeramente cálidas a través de anomalías positivas hasta +1°C, fuera de las 60 millas de la costa. Así mismo, de Pisco (14°S) al sur, la TSM manifestó condiciones más cálidas, con anomalías positivas, muy próximas a la costa, hasta +2°C (Figura 3.2.1.2d).

En las estaciones costeras de la DHN, desde Chimbote hasta Ilo predominaron anomalías positivas de TSM, alcanzando promedios mensuales de +0,6 °C en Chimbote y Callao, seguida en intensidad por +0,5 °C en Ilo; en tanto que, desde la Isla Lobos de Afuera hacia el norte las anomalías de TSM fueron negativas, con máximo valor en Talara de -2,3 °C, y con mínimo valor en Paita de -0,1 °C (Tabla 3.2.4.2, Figura 3.2.4.2 a). Hacia fin de mes, las anomalías positivas de TSM ampliaron su cobertura espacial hasta Lobos de Afuera. La media mensual de temperaturas registradas en las estaciones costeras del IMARPE, también mostró el predominio de anomalías positivas de TSM entre Chimbote e Ilo y anomalías negativas desde Huanchaco hasta Tumbes (Figura 3.2.4.2 b).

En las estaciones costeras de la DHN, los promedios mensuales de ANMM, variaron entre -5 cm y +1 cm. Las anomalías diarias exhibieron valores negativos durante las tres primeras semanas, con valores más negativos entre Pisco y Callao, mientras que durante la cuarta semana las anomalías diarias se tornaron positivas, principalmente en San Juan (Figura 3.2.4.3 a). En la franja de 50 mn de la costa, se observó el predominio de condiciones neutras a lo largo del mes, con una permanencia de ligeras anomalías negativas al norte de Paita (Figura 3.2.4.3 b).

3.2.5 Condiciones oceanográficas subsuperficiales frente al litoral peruano

En la sección de Paita (27 y 28 de noviembre), la termoclina se presentó en los primeros 50 m de profundidad, con una moderada estratificación por fuera de las 30 mn de la costa; la isoterma de 15°C se localizó alrededor de los 60 m de profundidad (Figura 3.2.5.1 a). Asimismo, se detectaron anomalías térmicas de hasta +1°C en los primeros 20 m de profundidad hasta las 60 mn de la costa (Figura 3.2.5.1 b), asociadas a anomalías halinas de -0,2 ups y la presencia de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) con salinidad entre 34,7 a 34,8 ups (Figura 3.2.5.1 c, d). Por debajo de los 50 – 100 m, las condiciones termohalinas fueron normales, presentándose Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales y una bien desarrollada zona de mínima de oxígeno (ZMO).

En la sección de Chicama (25 y 26 de noviembre), la termoclina se presentó sobre los 50 m de profundidad, mientras que la isoterma de 15°C se localizó entre los 20 y 70 m, ascendiendo hacia la costa (Figura 3.2.5.2 a). Tanto las condiciones térmicas como halinas fueron normales en toda la estructura vertical (Figura 3.2.5.2 b, d), evidenciando la presencia de las AESS y una ZMO muy somera (< 20 m) cerca de la costa (Figura 3.2.5.2.e).

En la Estación Fija Paita (7 mn de la costa), se registraron temperaturas entre 14° y 18°C sobre los 100 m de profundidad, con un ascenso de las isotermas durante la primera quincena y una profundización de las misma a finales del mes (Figura 3.2.5.3 a).

Se registraron anomalías negativas de hasta -2°C (Figura 3.2.5.3 b) en toda la columna de agua. La salinidad exhibió valores entre 34,8 y 35,0 ups, asociadas a aguas de mezcla y aguas costeras frías (ACF) en toda la columna de agua. A finales del mes se registraron valores menores a 34,8 ups, debido a la incursión de las AES ya mencionada, así como una profundización de las isothermas (Figura 3.2.5.3 c).

En la Estación Fija Chicama (10 mn de la costa) se registraron temperaturas entre 14° y 18°C , (Figura 3.2.5.4 a). La salinidad presentó valores en el rango de 34,8 a 35,1 ups, asociados a la presencia de aguas de mezcla y de ACF en toda la columna de agua (Figura 3.2.5.4 b). A lo largo del mes se observó un ascenso de las isothermas de 14°C y 15°C , de la iso-halina de 35 ups, así como de las iso-oxígenas de 0,1 y 0,5 mL/L, indicando una intensificación del afloramiento costero en esta zona de la costa.

En la Estación Fija Callao (8 mn de la costa), la temperatura mostró valores en el rango de 14° a 16°C sobre los 90 m de profundidad. La isoterma de 14°C mostró un ascenso en la primera quincena y un descenso en la segunda, aunque se mantuvieron anomalías ligeramente negativas en la columna de agua durante todo el período (Figura 3.2.5.5 a, b). Los valores de salinidad muestran que las ACF predominaron la mayor parte del mes (Figura 3.2.5.5 c). Asimismo, durante el mes, si bien la oxiclina fluctuó sobre los 20 m de profundidad, mientras que el borde superior de la ZMO se ubicó por debajo de los 80 m.

3.2.6 Nutrientes y Productividad en la costa peruana

En las estaciones fijas de Chicama y Callao se observó una superficialización de las isolíneas de concentración de silicatos. Las concentraciones de silicato en superficie (< 20 m) fueron muy superiores frente a Callao, donde alcanzaron $\sim 20 \mu\text{mol/L}$ (Figura 3.2.5.5 e); en Chicama los valores máximos se encontraron en $\sim 3 \mu\text{mol/L}$ (Figura 3.2.5.4 d). En las mismas estaciones, se observó a finales del mes un aumento en las concentraciones de clorofila-a en superficie (< 20 m) ($\sim 2,5 \text{ mg/m}^3$) respecto a finales de octubre ($\sim 1 \text{ mg/m}^3$) (Figuras 3.2.5.4 e, 3.2.5.5 f).

La clorofila-a superficial (satelital) presentó en promedio mayores concentraciones respecto a octubre, con núcleos ($>10 \text{ mg/m}^3$) que llegaron hasta los ~ 150 km entre Chicama-Chimbote, Callao-Pisco y al sur de San Juan (Figura 3.2.6.1 a, b). Las anomalías positivas de clorofila-a en la franja costera mostraron un descenso en las primeras tres semanas y un incremento en la cuarta semana del mes, por encima a lo estimado en octubre (Figura 3.2.6.1 c).

3.2.7 Recursos Pesqueros e indicadores biológicos

El área de mayor desembarque de anchoveta se encontró entre Salaverry y Casma, con un porcentaje de juveniles del 22% (Figura 3.2.7.1). La profundidad de los cardúmenes de anchoveta se encontró alrededor de 20 m, con las mayores profundidades frente a Pisco. Los índices reproductivos mostraron que el proceso de desove de la anchoveta del stock norte-centro se encontró en proceso de declinación, presentando valores por encima del patrón de la Fracción Desovante (FD), aunque menores respecto al mes de octubre. El Índice Gonadosomático (IGS) y el Índice de Atresia (IA) presentaron valores cercanos a su patrón estacional (Figura 3.2.7.2).

Por otro lado se registró la presencia de las especies oceánicas bonito y barrilete entre las 30 y 50 mn. Además, también se detectó la presencia de indicadores de masas de agua frías como la múnida, principalmente dentro de las 20 mn.

4. PRONÓSTICO

4.1 A corto plazo (semanas)

Los modelos de simulación de las Ondas Kelvin a lo largo del Pacífico Ecuatorial, muestran una onda Kelvin fría (modo 2) que se habría generado entre octubre y noviembre de 2016 en el Pacífico Ecuatorial Central y que llegaría a las costas de Sudamérica entre fines de diciembre 2016 y enero 2017 (Figura 4.1.1 y Figura 4.1.2).

4.2 A mediano plazo (hasta 3 meses)

Para el Pacífico Ecuatorial Central (Niño 3.4), los 8 modelos del proyecto North American Multi-Model Ensemble NMME (Kirtman et al., 2014; Figura 4.2.2.1) con condiciones iniciales del mes de diciembre, indican condiciones neutras para los meses de verano (diciembre 2016 - marzo 2017), a pesar que se presentan condiciones La Niña en esta región.

Para el Pacífico Ecuatorial Oriental (Niño 1+2), los 7 modelos de NMME inicializados en diciembre indican condiciones neutras para los meses de diciembre y enero; para el mes de febrero 5 modelos indican condiciones neutras y 2 modelos condición cálida débil (Figura 4.2.2 y Tabla 4.2.1).

Los valores temporales del ICEN (ICENTmp), basados parcialmente en los pronósticos de los modelos numéricos, para noviembre y diciembre fueron de +0,16 °C y +0,14 °C, indicando también la proyección de condiciones neutras para estos dos últimos casos (Figura 3.2.4.1 y Tabla 3.2.4.1).

4.3 A largo plazo (más de 3 meses)

Para el Pacífico Central (región Niño 3.4), la mayoría de los modelos dinámicos NMME inicializados a principios de diciembre, indican condiciones neutras para el mes de abril, para el mes de mayo 7 modelos indican condiciones neutras y un modelo condición cálida débil, para el mes de junio 4 modelos indican condiciones neutras y 4 modelos condiciones cálidas débiles (Figura 4.2.1).

Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), el pronóstico de los modelos de NMME inicializados a principios de diciembre, para los meses de abril y mayo 4 modelos indican condiciones cálidas débiles y 4 condiciones neutras (tabla 4.2.1).

Las Tablas 4.3.1 y 4.3.2 de acuerdo al juicio experto, muestran las probabilidades estimadas de las magnitudes de La Niña – El Niño durante el verano 2016-2017. En resumen, se estima una mayor probabilidad de que se mantengan las condiciones neutras en el Pacífico Oriental (80%). Para el Pacífico Central, se estiman como más probables las condiciones neutras (75%), seguidas por La Niña débil (20%). El juicio experto se basó principalmente en:

- i) El análisis crítico de los resultados actualizados de los modelos de pronóstico de agencias internacionales, los cuales en su totalidad prevén condiciones neutras en el verano para la región Niño 1+2 y en su mayoría condiciones neutras en la región Niño 3.4 (Figuras 4.2.1 y 4.2.2);
- ii) El análisis del monitoreo del océano y de la atmósfera en el Pacífico Central, que indica que subsisten condiciones de subsidencia y anomalías negativas de TSM en el Pacífico Central, así como generación de ondas Kelvin frías hacia el Pacífico Oriental (Figuras 3.1.1.1, 3.1.1.9, 3.1.1.10, 4.1.1 y 4.1.2);
- iii) El análisis del monitoreo del océano y de la atmósfera en el Pacífico Oriental, que indica mayoritariamente condiciones de presión atmosférica y viento costero en el rango débil a normal, así como condiciones ligeramente cálidas en el océano (Figuras 3.2.1.2, 3.2.2.1 y 3.2.4.1); y
- iv) El análisis retrospectivo/comparativo relativo al desarrollo y transiciones de eventos pasados de El Niño y La Niña, que indica, que a diferencia de los Niños extraordinarios de 1982-83 y 1997-98, la anomalía de la TSM post-evento 2015-2016 es comparativamente menos fría o en el rango neutro en el Pacífico Central y Oriental, respectivamente. Asimismo, la magnitud de las anomalías negativas en relación a otros eventos La Niña en el Pacífico Central es menor (Figura 3.1.1.2).

4.4. Conclusiones

Se prevé que la sexta onda Kelvin fría, continúe impactando en la costa norte durante el mes de diciembre, lo que contribuiría a mantener la anomalía negativa de la temperatura en la columna de agua frente a la costa norte.

Todos los modelos globales inicializados los primeros días de diciembre, pronostican condiciones neutras de la TSM para el Pacífico Central (región Niño 3.4) durante el verano 2016-2017. En la región Oriental (Niño 1+2), la mayoría de modelos pronostican condiciones neutras, aunque con una ligera tendencia a calentar.

El Comité Multisectorial ENFEN mantiene la mayor probabilidad de ocurrencia (80%) que se presenten condiciones neutras en el Pacífico Oriental hasta finales del próximo verano y para el Pacífico Central, se estiman como más probables las condiciones neutras (75%), seguidas por La Niña débil (20%).

5. REFERENCIAS

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

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

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

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

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

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

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

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.

6. FIGURAS

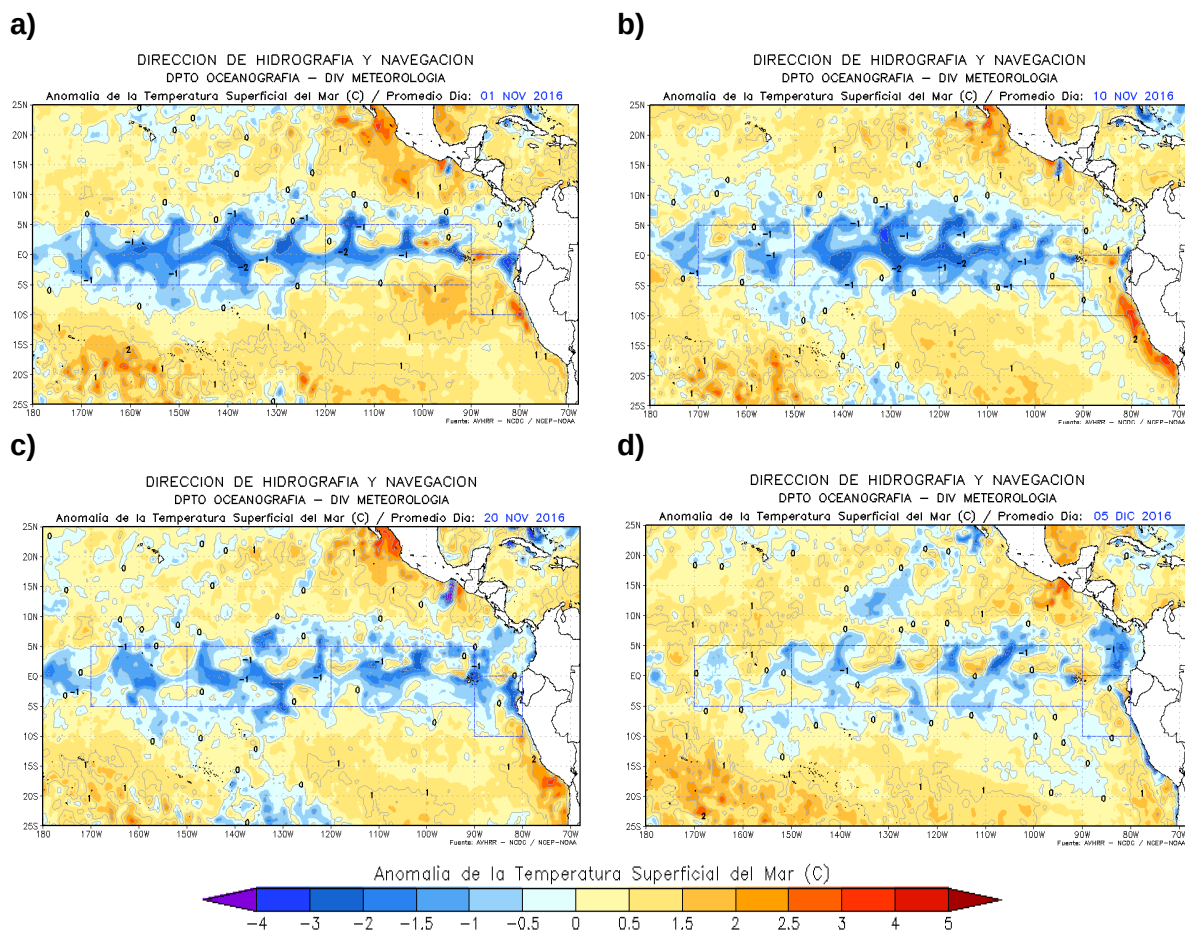


Figura 3.1.1.1. Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en el océano Pacífico oriental para los días a) 01 de noviembre, b) 10 de noviembre, c) 20 de noviembre, y e) 05 de diciembre de 2016. La línea sólida en color azul indica el límite externo de la región Niño 1+2. Datos: NCDC/NCEP/NOAA. Procesamiento: DHN.

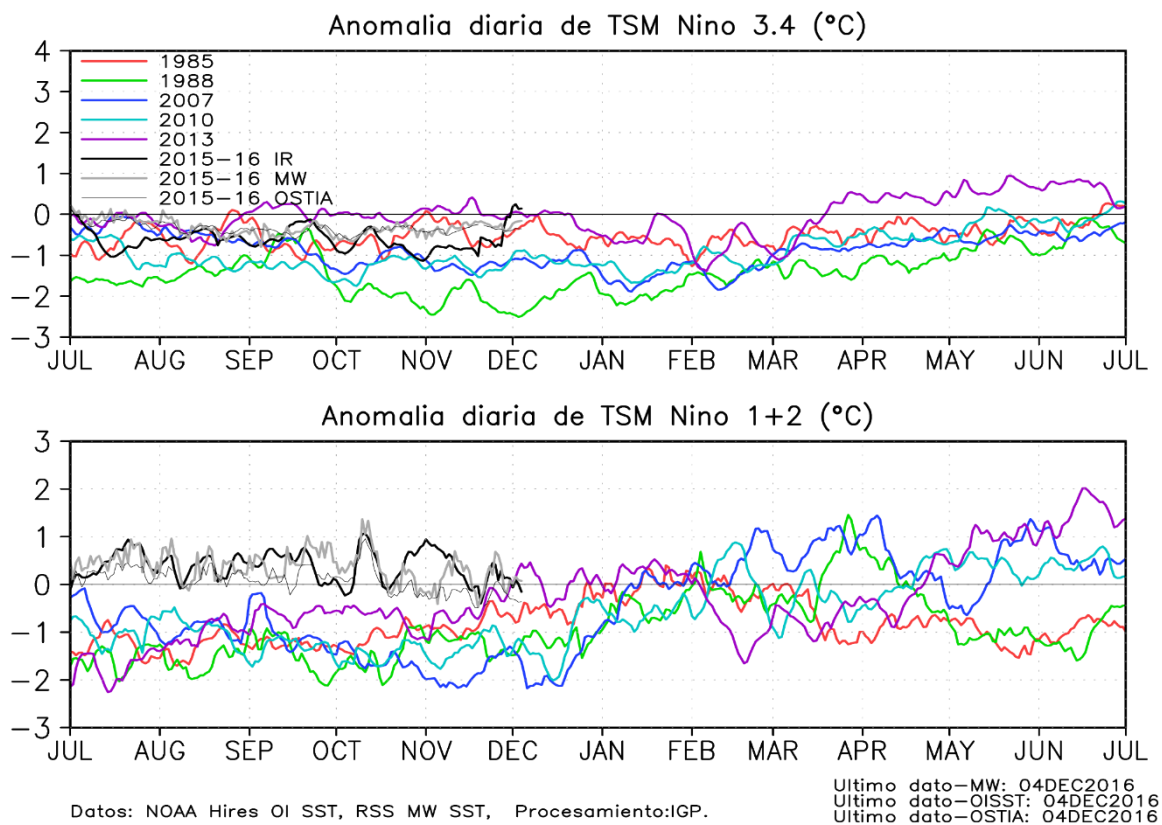


Figura 3.1.1.2 Anomalía de TSM (°C) durante algunos años Niña, año 1985 (rojo), 1988 (verde), 2007 (azul), 2010 (verde-oscuro), 2013 (morado), y 2016 (negro) (NOAA Daily OI SST v2 AVHRR), en la región 1+2 (a) y en la región 3.4 donde se muestra la comparación con otros eventos Niñas. Procesamiento: IGP.

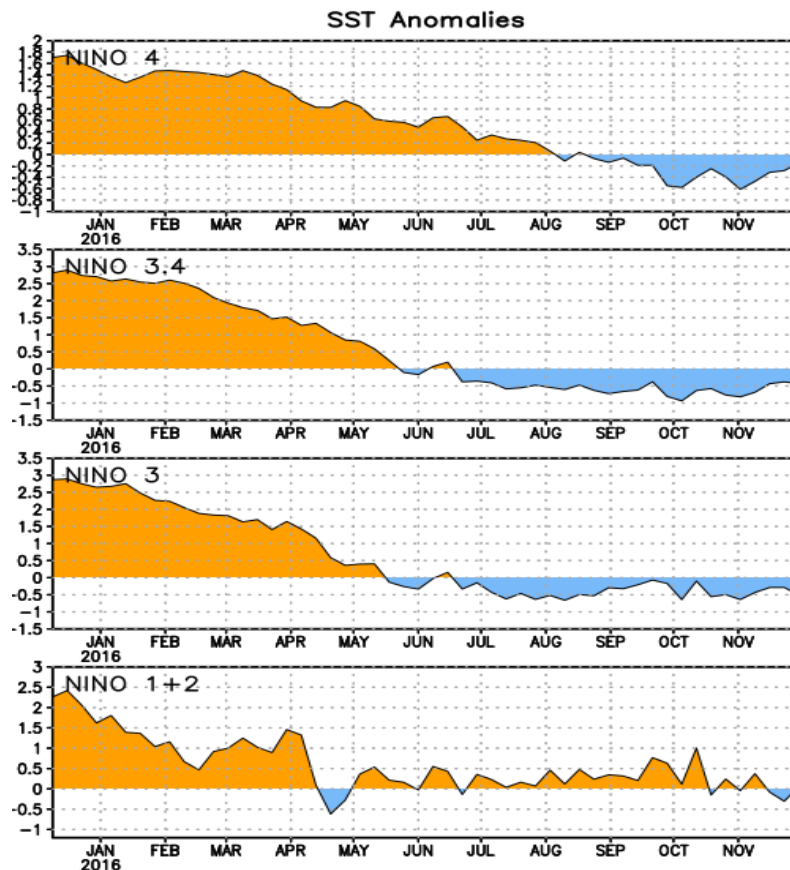


Figura 3.1.1.3 Anomalías de la temperatura superficial del mar (°C) en las regiones Niño de diciembre del 2015 a noviembre de 2016. Fuente: NCEP/NOAA.

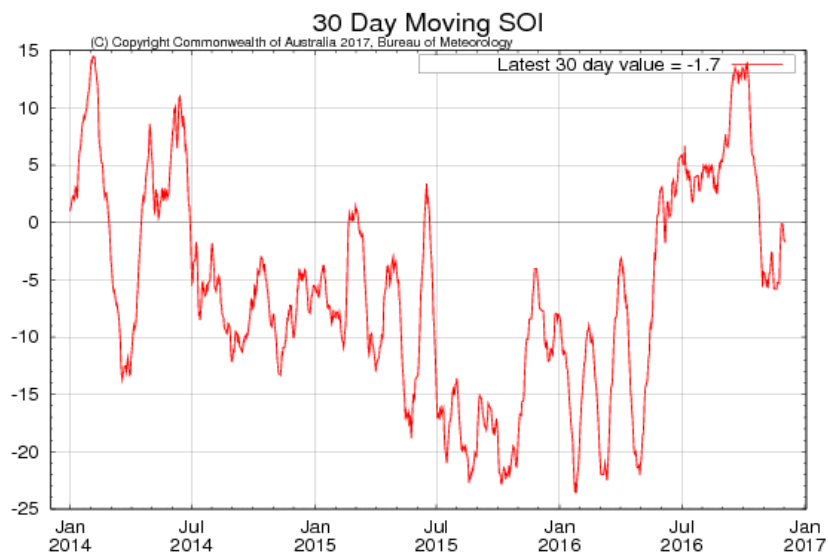


Figura 3.1.1.4 Evolución del Índice de Oscilación Sur (IOS), considerando la media móvil de 30 días. Fuente: Bureau of Meteorology, Australia.

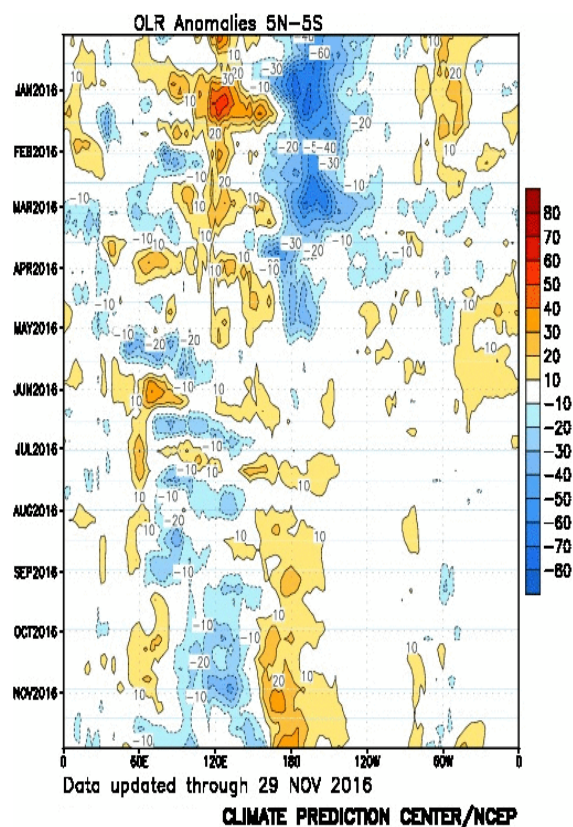
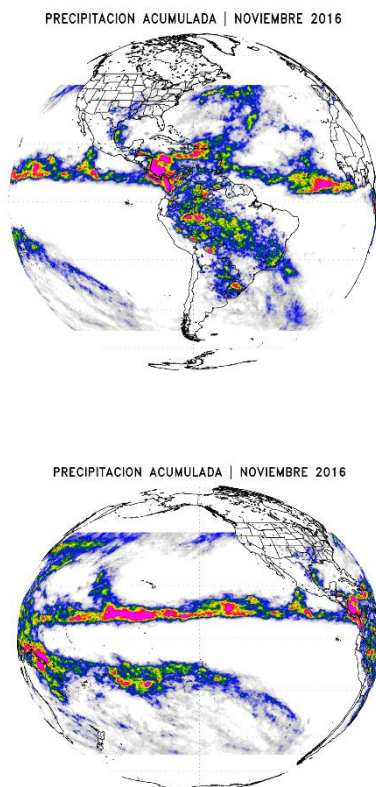


Figura 3.1.1.5. Hovmöller de anomalías de a) Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) desde el mes de noviembre de 2015 hasta agosto de 2016. Datos: NCEP b) Precipitaciones en el mes de noviembre de 2016. Datos: TRMM. Procesamiento: IGP/SENAMHI.

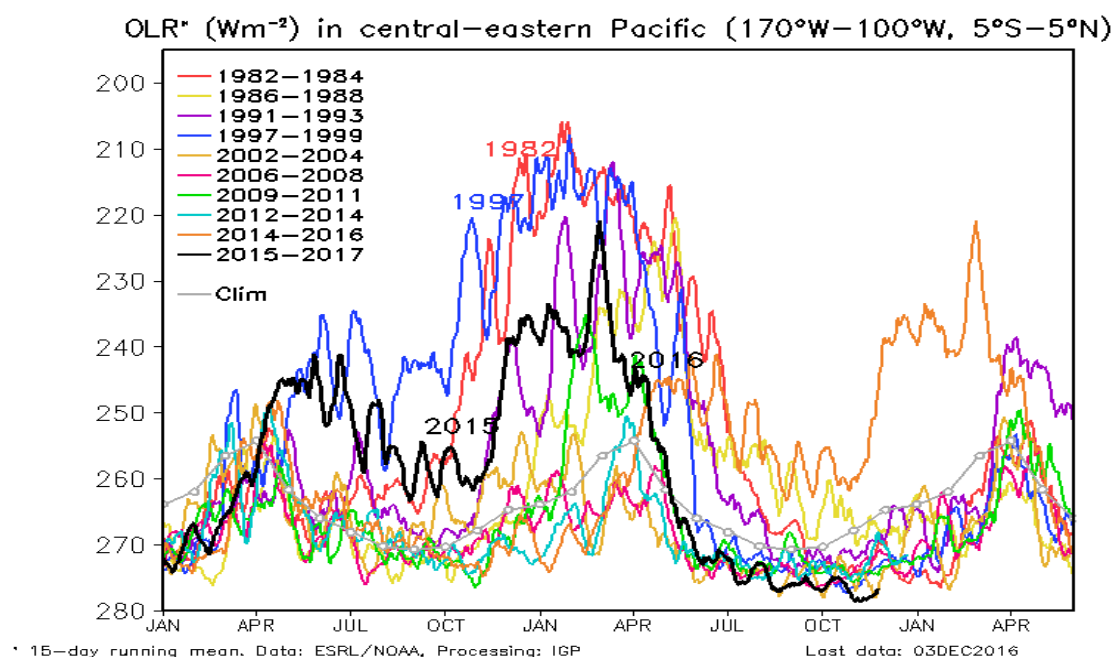


Figura 3.1.1.6. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}\text{W}-100^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) desde el mes de enero hasta el mes de noviembre. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

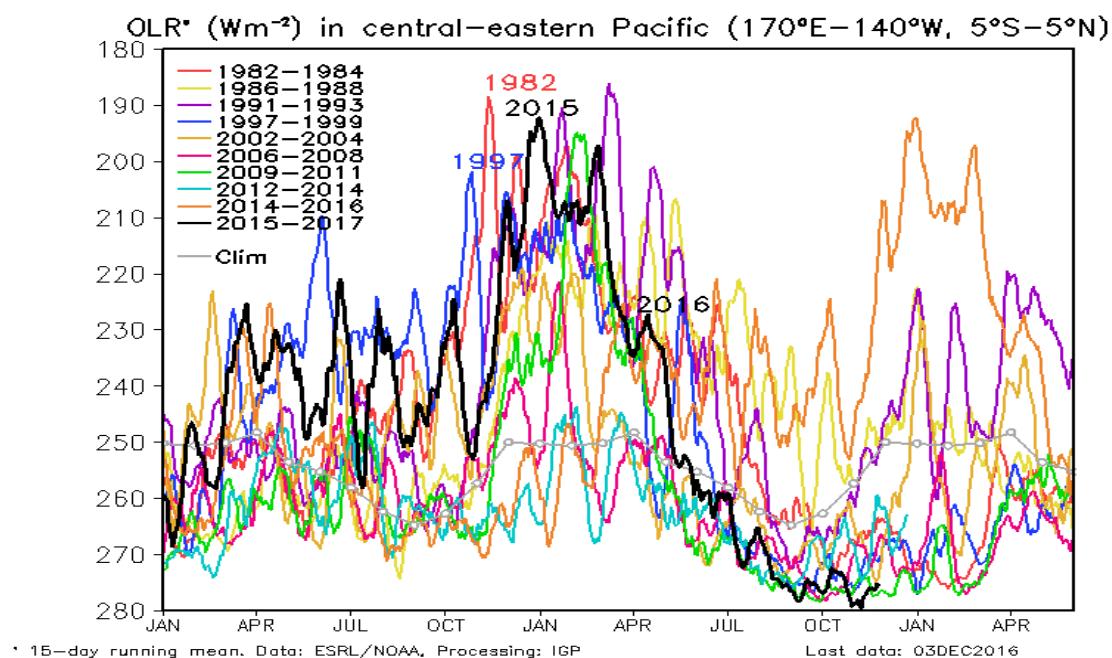


Figura 3.1.1.7. Radiación de Onda Larga - OLR (W/m^2) en el Pacífico central-oriental ($170^{\circ}\text{W}-140^{\circ}\text{W}$, $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) desde el mes de enero hasta el mes de noviembre. Datos: ESRL/NOAA, Procesamiento: IGP.

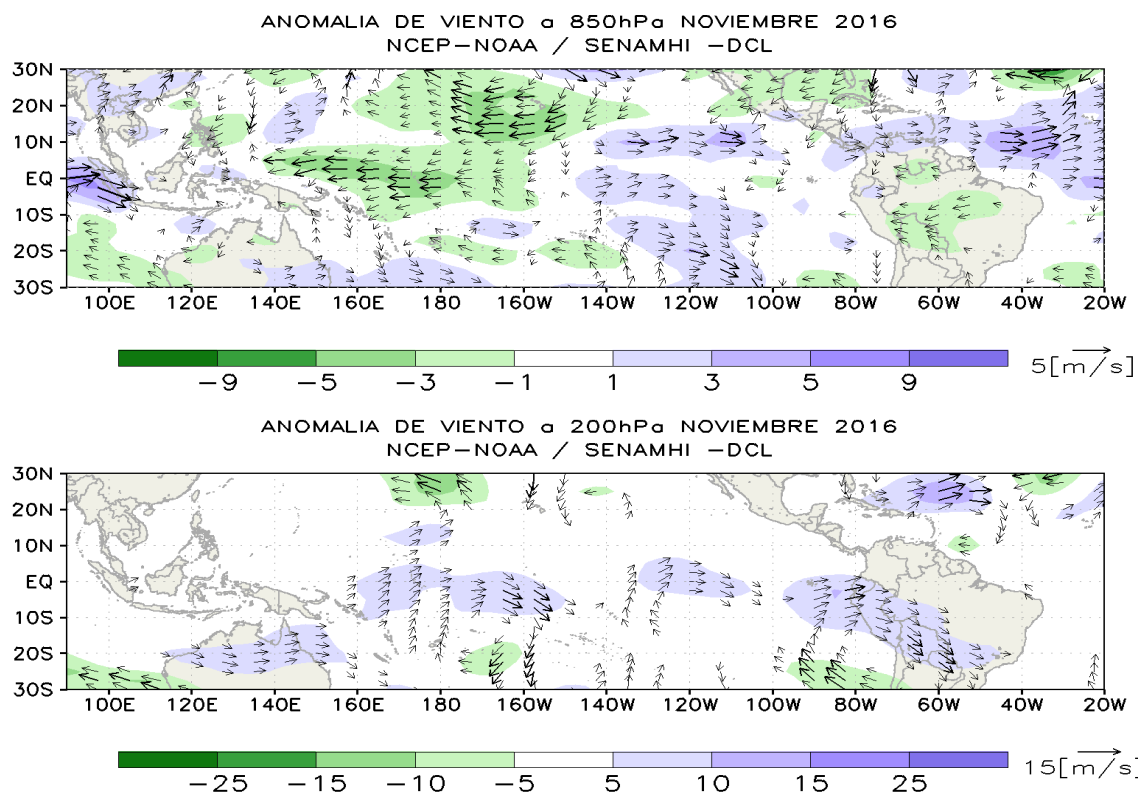


Figura 3.1.1.8. Análisis de anomalías del viento (m/s) en a) 850 hPa y b) 200 hPa para el mes de noviembre del 2016. Datos: NCEP/NOAA. Procesamiento: SENAMHI-DCL.

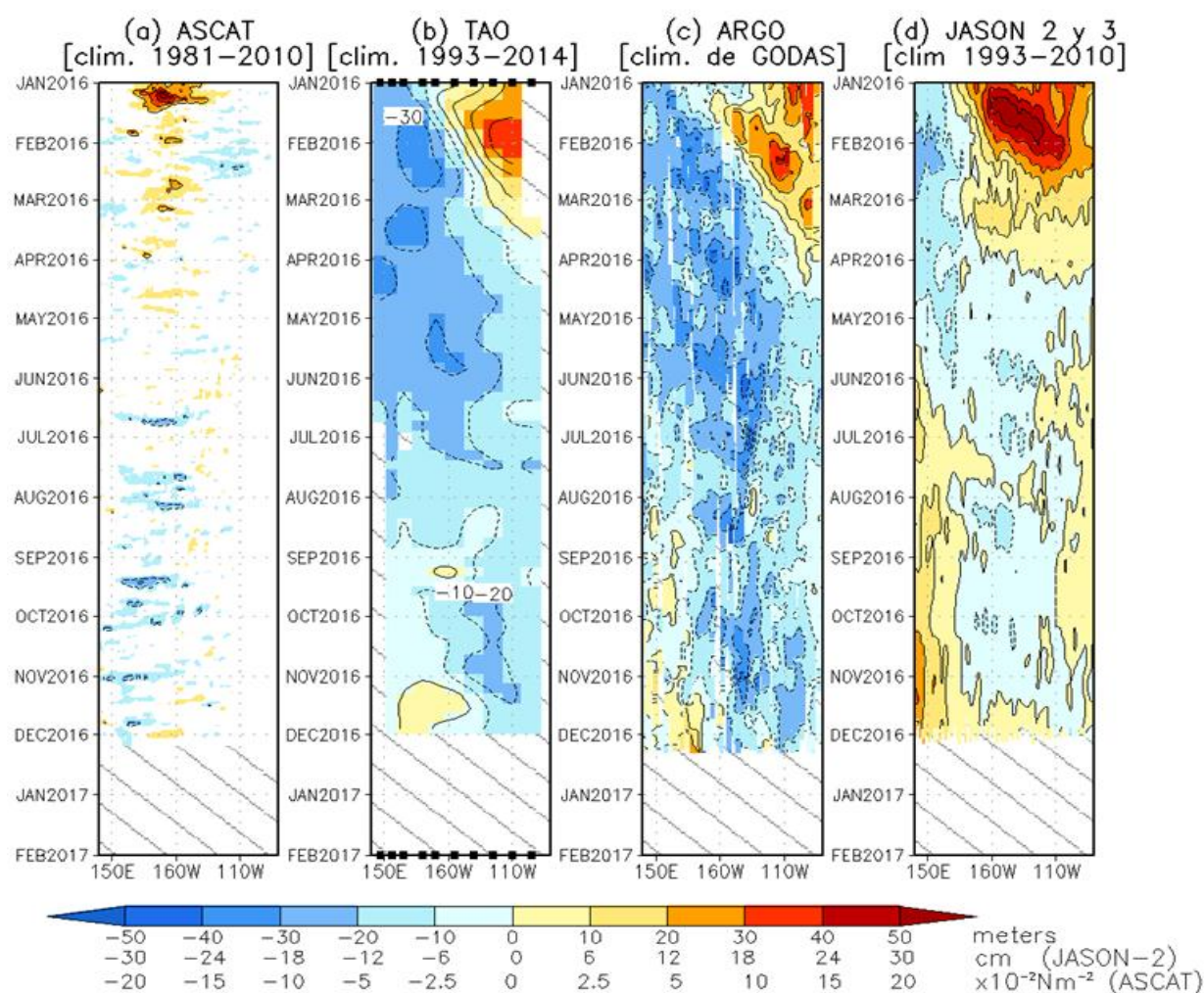


Figura 3.1.1.9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C con datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Las líneas diagonales plomas representan una propagación hacia el este con velocidad de 2,7 m/s para la Onda de nivel del mar. Datos: ASCAT, TAO/TRITON, Argo, JASON-2. Procesamiento: IGP.

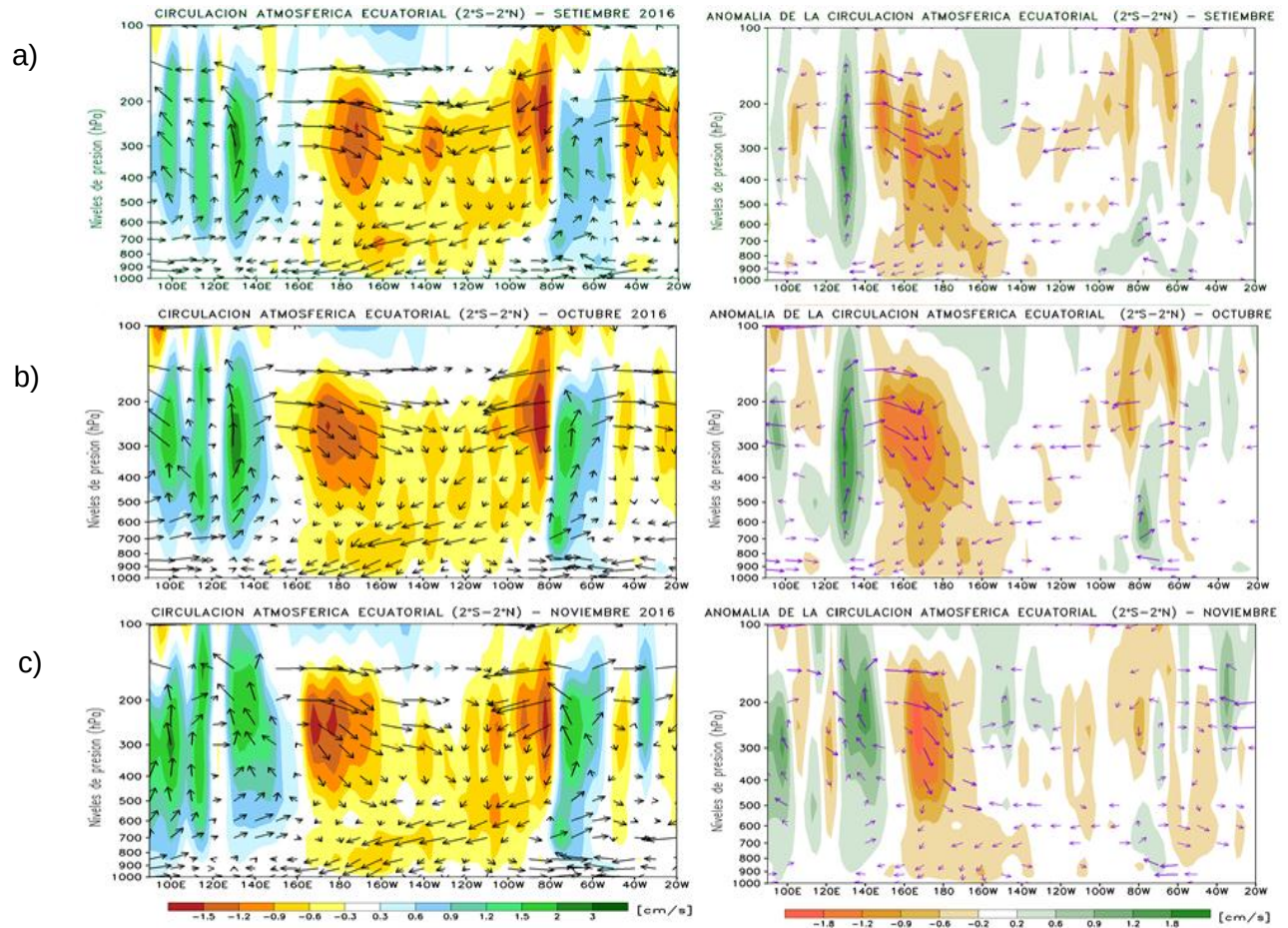


Figura 3.1.1.10. Circulación atmosférica ecuatorial promedio mensual (derecha) y su anomalía (izquierda) en a) setiembre; b) octubre; y c) noviembre. Fuente: SENAMHI con datos de la NCEP-NOAA.

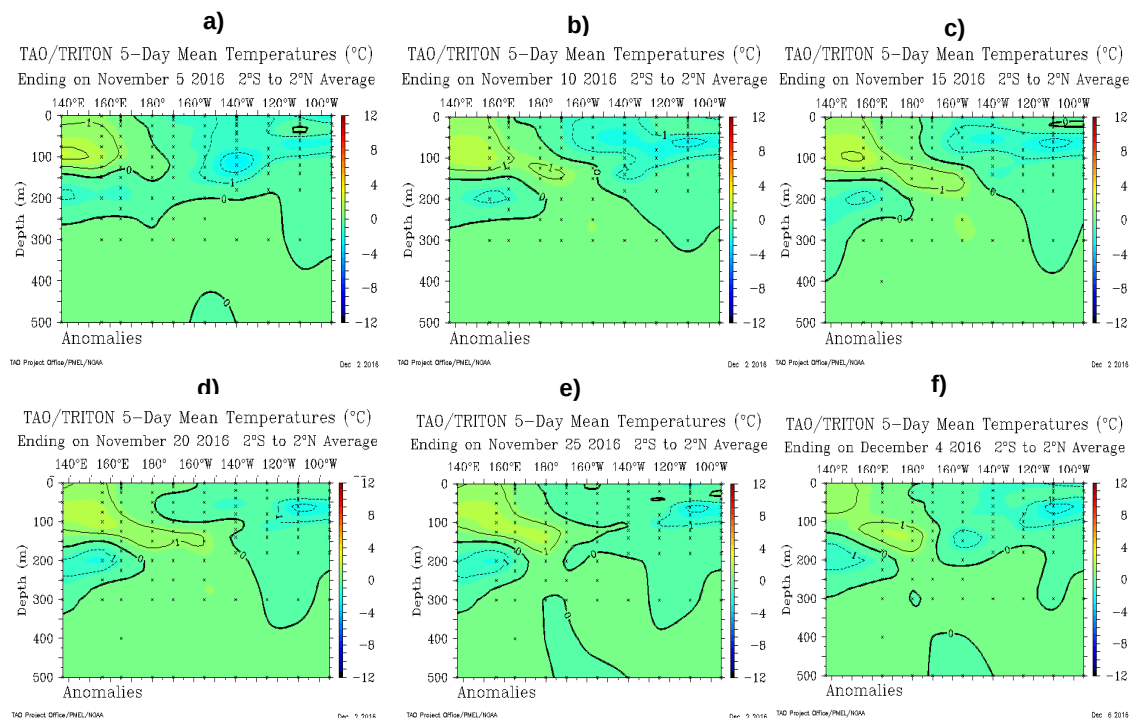


Figura 3.1.2.1. Anomalías de la temperatura sub-superficial del mar (°C) en el océano Pacífico ecuatorial entre los 2°N y 2°S promediadas cada cinco días, finalizando los días: a) 5 de noviembre, b) 10 de noviembre, c) 15 de noviembre, d) 20 de noviembre, e) 25 de noviembre y f) 4 de diciembre de 2016. Fuente: TAO/TRITON, PMEL/NOAA.

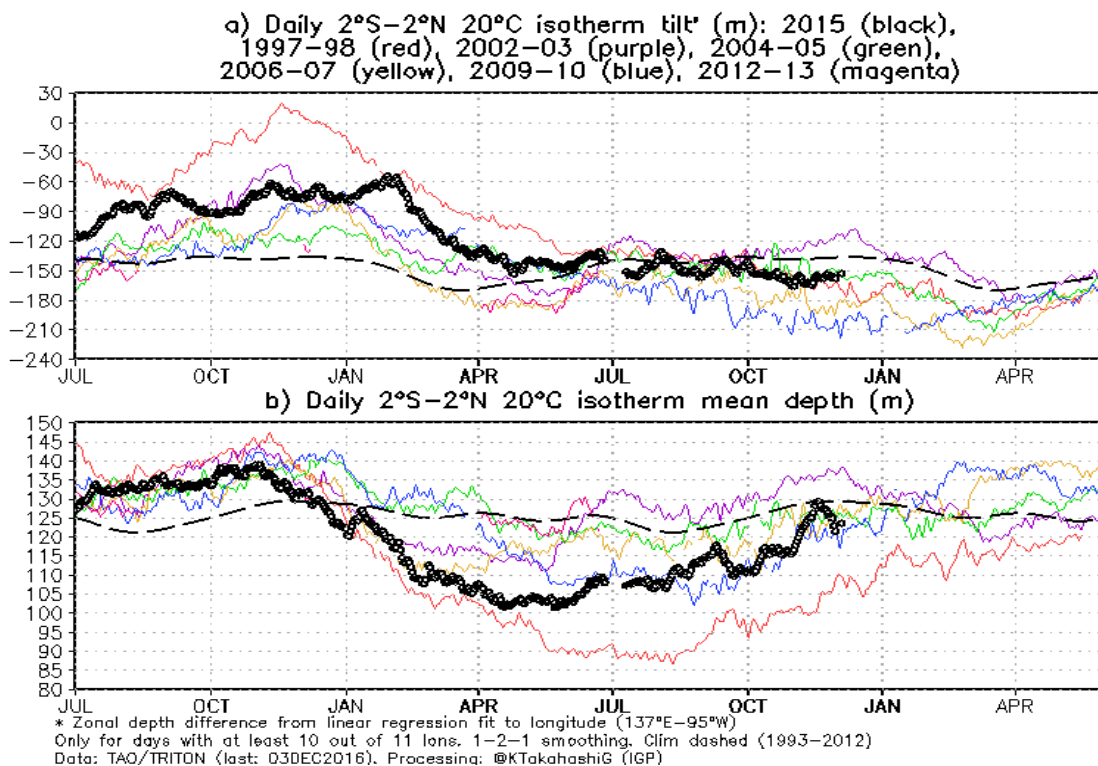


Figura 3.1.2.2. a) Inclinación de la termoclina, estimada como la diferencia de la profundidad zonal del ajuste de la regresión lineal para la longitud (137°E – 95°W). Climatología 1993-2012 (punteado). b) Contenido de calor en la región ecuatorial entre 2°N y 2°S). Data: TAO/TRITON. Procesamiento: IGP.

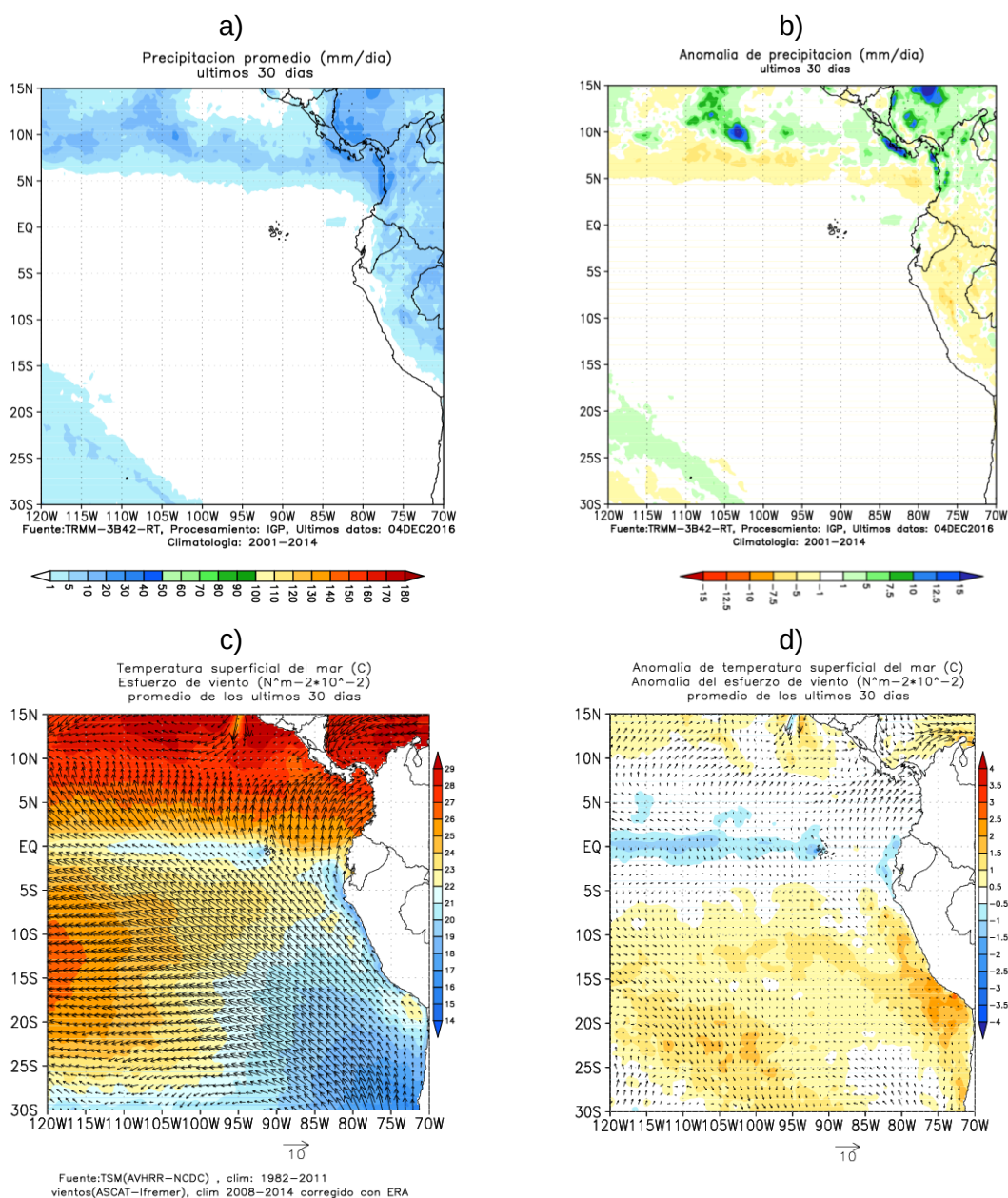
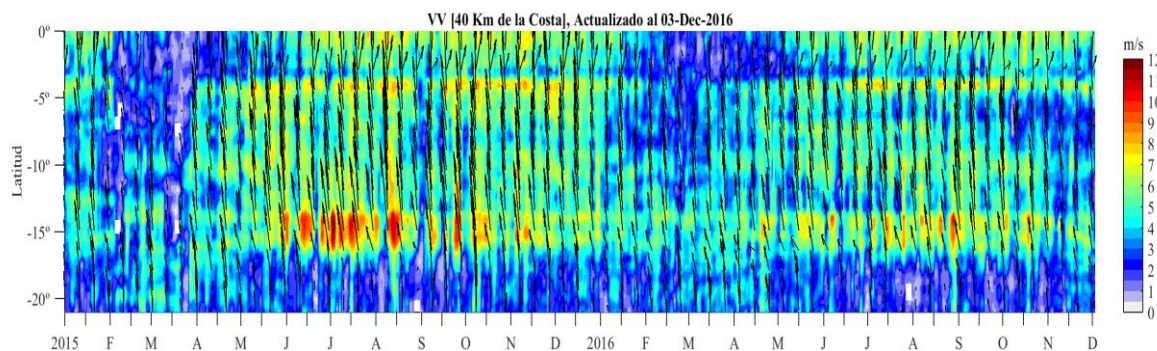


Figura 3.2.1.2. Condiciones promedio de precipitación, temperatura superficial del mar (TSM) y esfuerzo de viento, correspondientes al mes de setiembre, a) valores absolutos de precipitación, b) anomalía de precipitación, c) valores absolutos de TSM asociados al esfuerzo de vientos, d) anomalías de TSM, asociados al esfuerzo de vientos. Fuente TRMM, AVHRR-NCDC-NOAA, ASCAT-Ifremer // Procesamiento IGP.

a)



b)

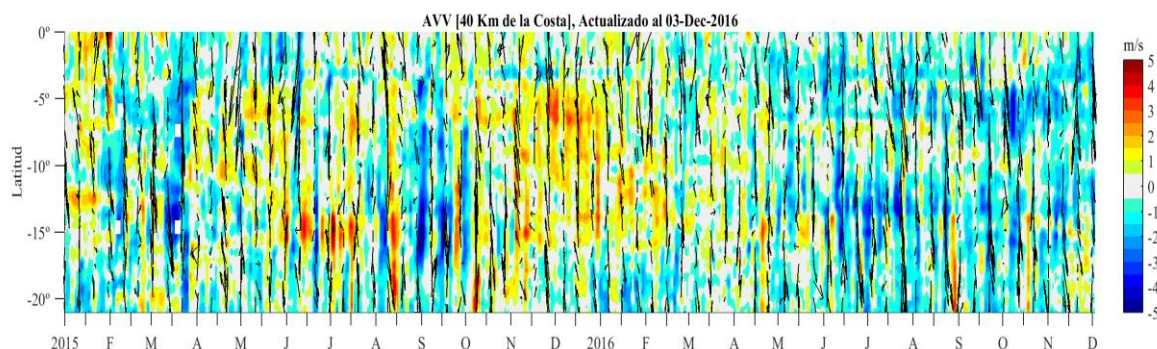
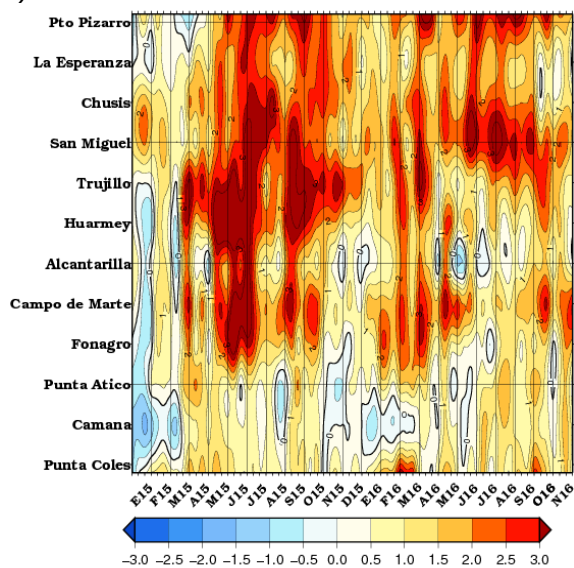


Figura 3.2.2.1. a) Velocidad del viento (m/s) y b) Anomalía del viento (m/s), desde los 0° hasta 20°S en el periodo de enero de 2015 al 03 de diciembre del 2016. Los vectores representan la dirección del viento y anomalía de la dirección del viento, respectivamente. Datos: ASCAT. Procesamiento: IMARPE.

a)



b)

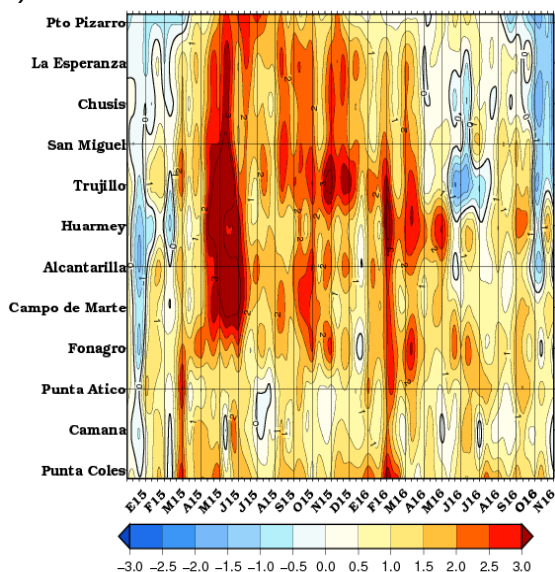


Figura 3.2.2.2. Anomalías de las temperaturas extremas del aire (°C) en la costa peruana desde enero 2015 a noviembre de 2016. a) Temperatura máxima y b) Temperatura mínima. Fuente: SENAMHI.

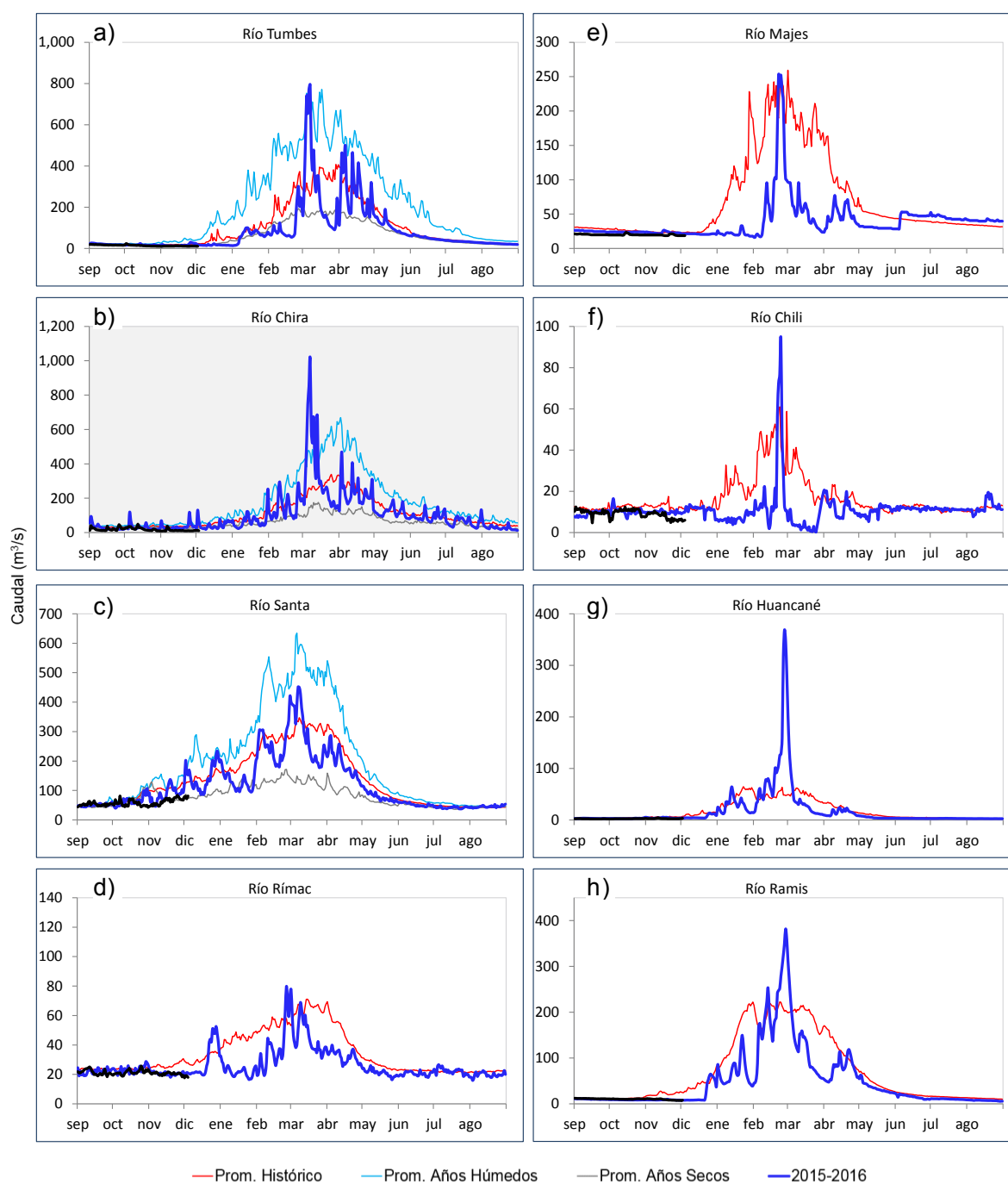


Figura 3.2.3.1. Series de tiempo actualizados a fines de noviembre, de los caudales diarios (m^3/s) de los principales ríos del Perú, entre los meses de setiembre y agosto: a) Tumbes, b) Chira, c) Santa, d) Rímac, e) Majes, f) Chili, de la vertiente del pacífico; g) Huancané y h) Ramis, de la cuenca del Titicaca. Líneas azules: caudales de años 2015-2016, rojas: promedio histórico; celestes: promedio de años húmedos; líneas grises: promedio de años secos; líneas negras: caudales registrados desde setiembre de 2016 a la fecha. Fuente: ANA.

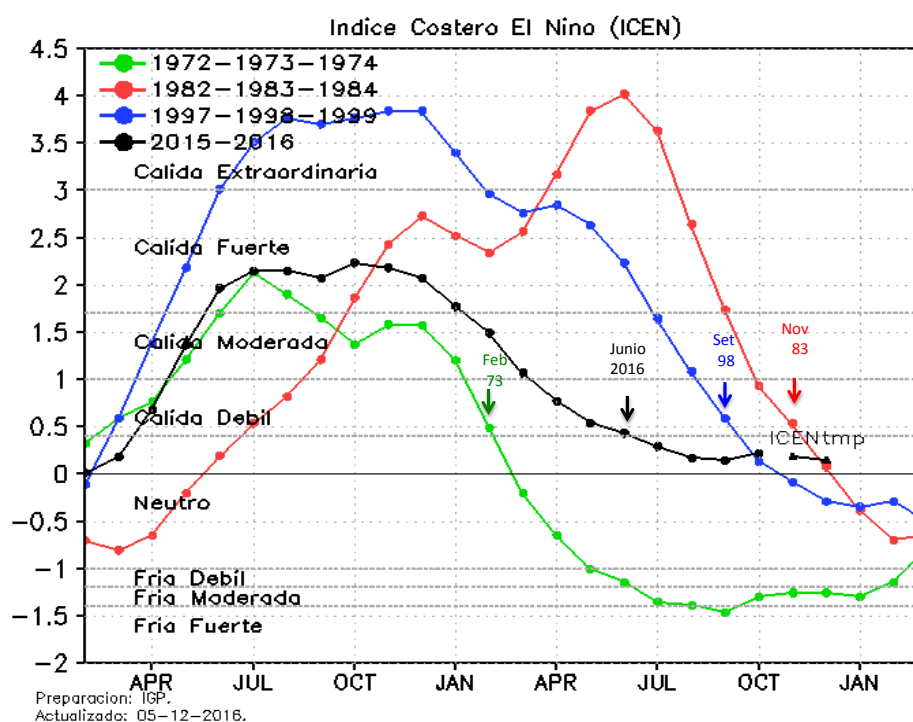


Figura 3.2.4.1. Índice Costero El Niño para los años 1972-1973 (verde), 1982-1983 (rojo), 1997-1998 (azul) y 2015-2016 (negro). Fuente IGP.

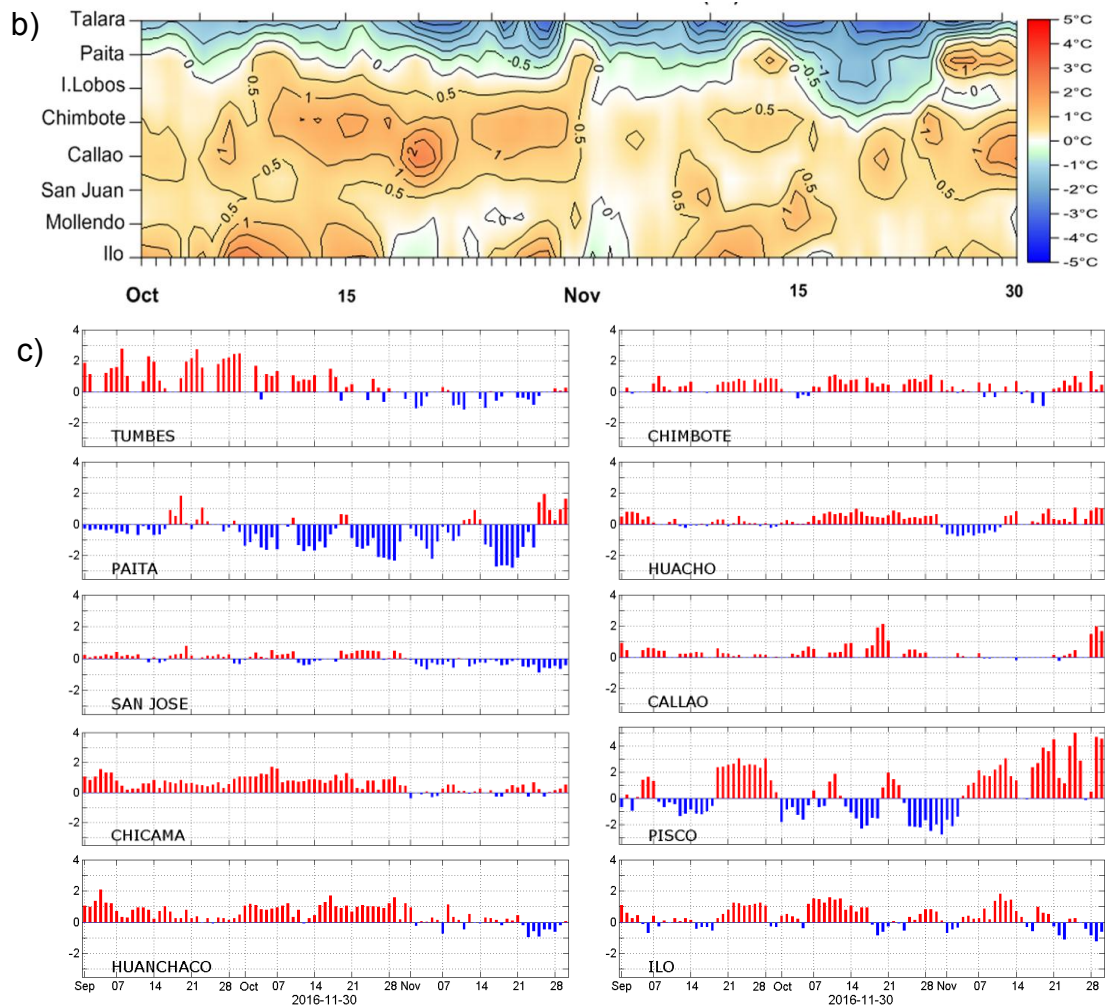


Figura 3.2.4.2. Anomalías de Temperatura Superficial del Mar (ATSM), registradas en estaciones del litoral costero de Perú, hasta noviembre del 2016; a) Diagrama Hovmöller durante octubre-noviembre de las ATSM de las estaciones de DHN, b) Series de la ATSM diarias durante septiembre-noviembre, en estaciones del IMARPE.

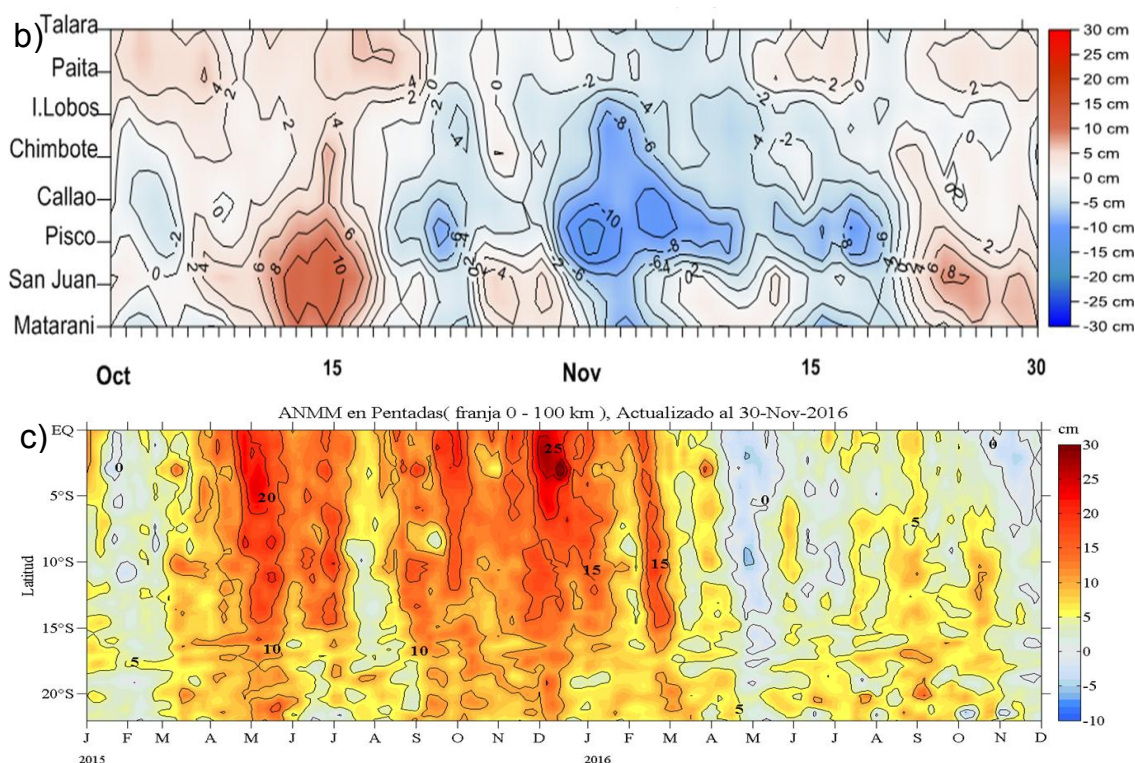


Figura 3.2.4.3. Anomalías del Nivel Medio del Mar (ANMM), actualizados a noviembre del 2016, a) Diagrama Hovmöller entre Octubre-Noviembre de las ANMM de las estaciones costeras de la DHN, b) Diagrama Hovmöller en franja costera de 0-100 km, entre 2015-2016; Fuente AVISO – IMARPE.

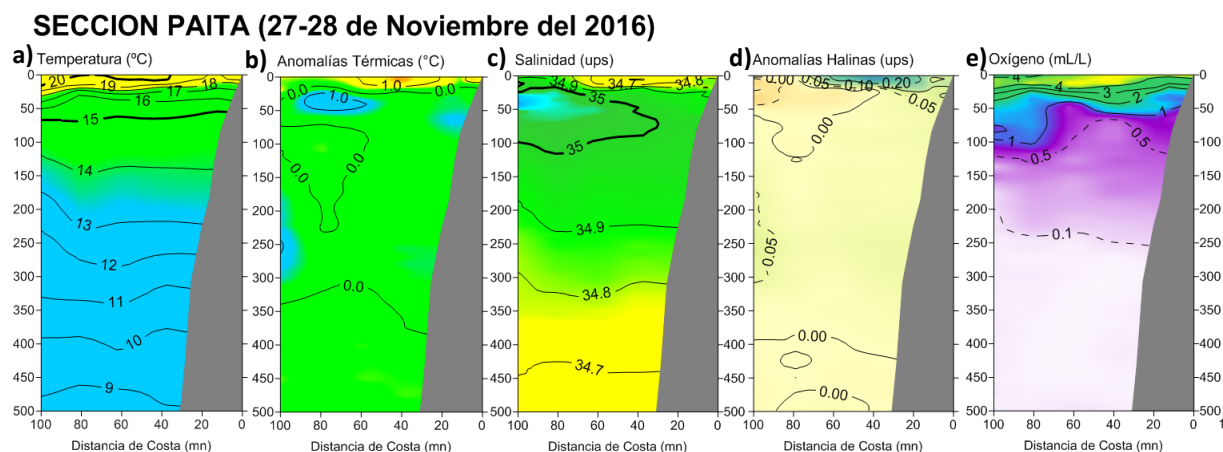


Figura 3.2.5.1 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups), d) anomalía de salinidad (ups) y e) oxígeno (mL/L) frente a Paita, realizada durante el 27 y 28 de noviembre de 2016. Fuente: IMARPE.

SECCION CHICAMA (25-26 de Noviembre del 2016)

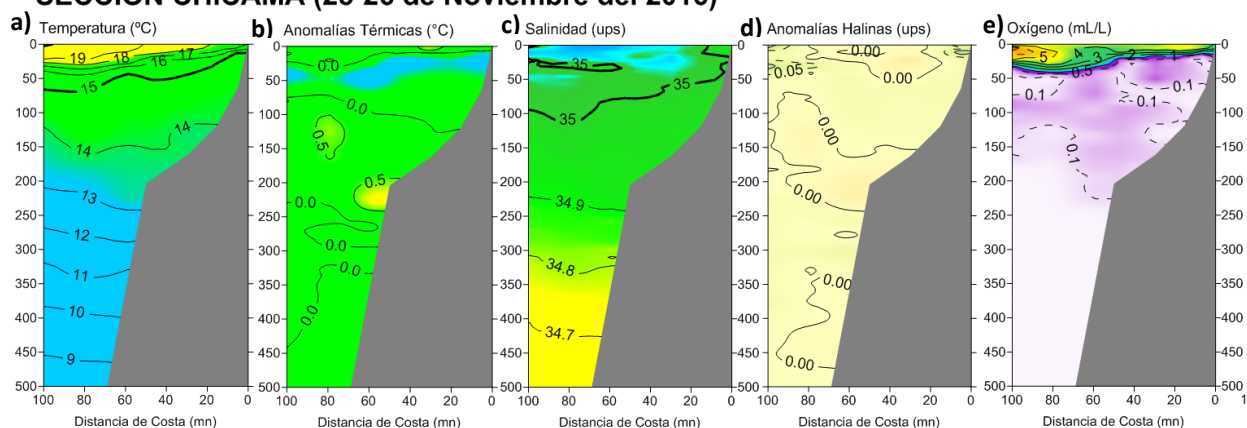


Figura 3.2.5.2 Distribución vertical de: a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (ups) y d) anomalía de salinidad (ups) frente a Chicama, realizada durante el 25 y 26 de noviembre de 2016. Fuente: IMARPE.

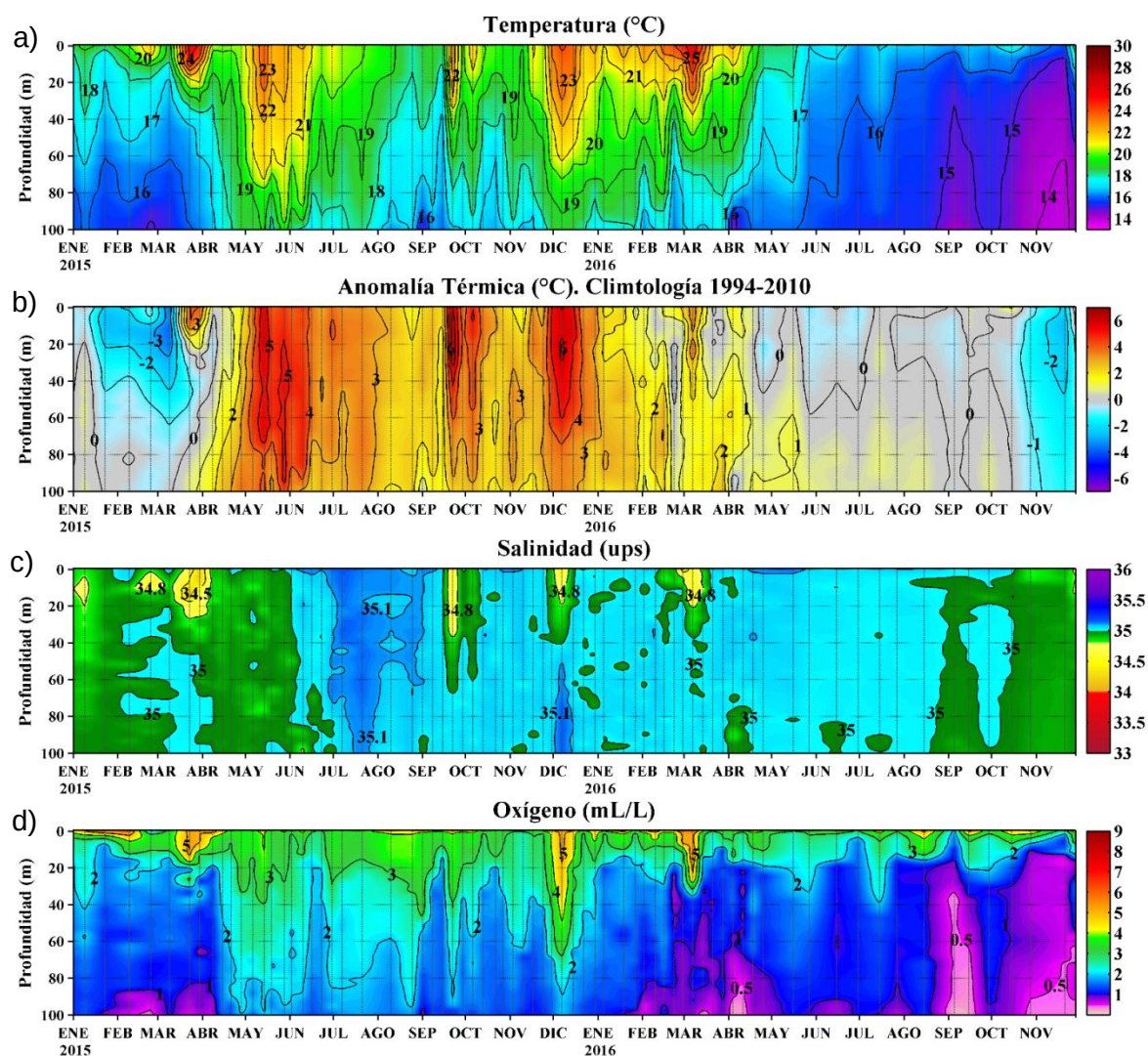


Figura 3.2.5.3 Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Paita (punto fijo Paita) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups) y d) oxígeno (mL/L) para el periodo del 01 de enero de 2015 al 28 de noviembre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

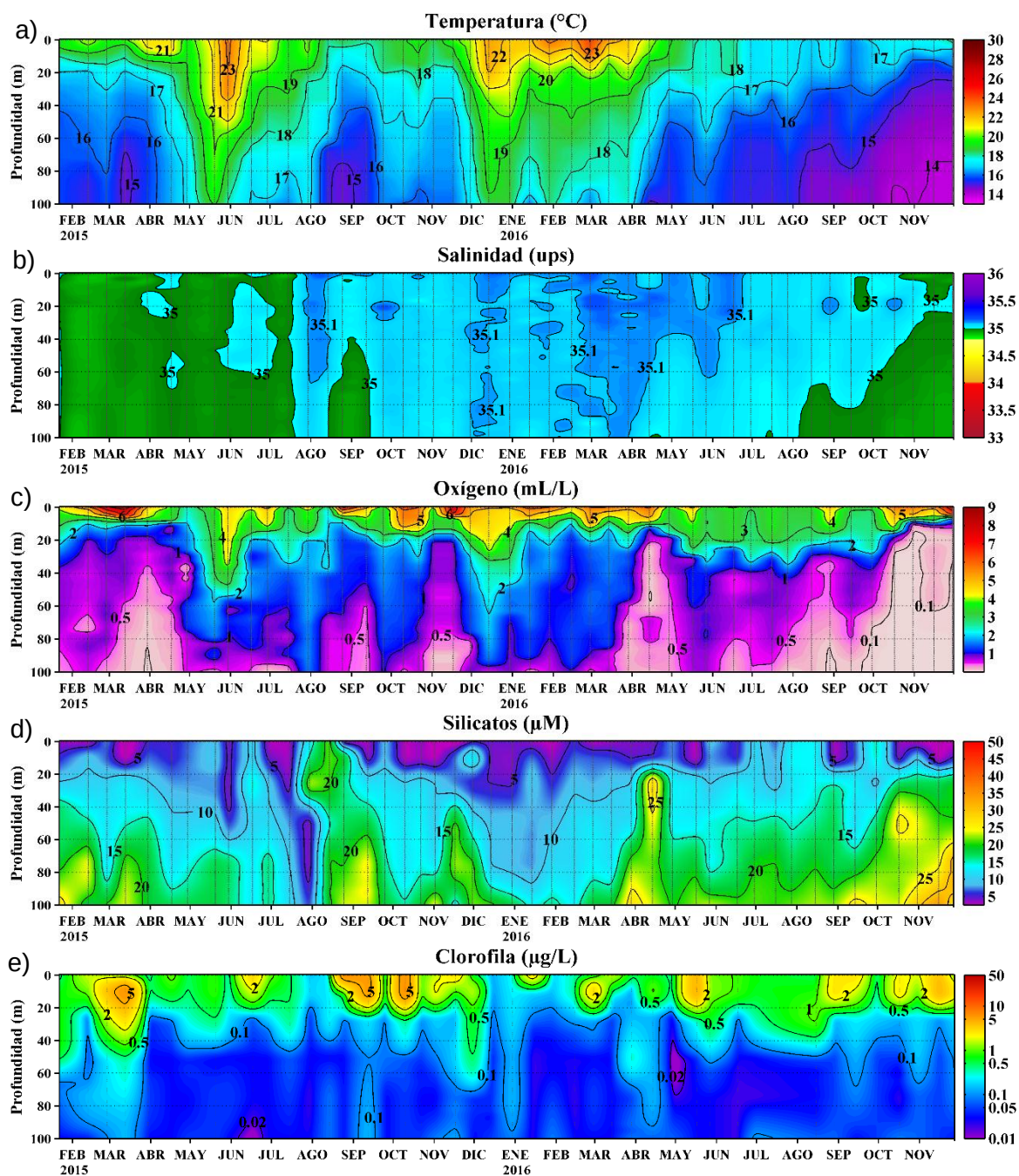


Figura 3.2.5.4. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Chicama (punto fijo Chicama) de: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups), c) Oxígeno (mL/L), d) Silicatos (µM) y e) Clorofila (µg/L), para el periodo del 22 de enero de 2015 al 30 de noviembre de 2016. Fuente: IMARPE.

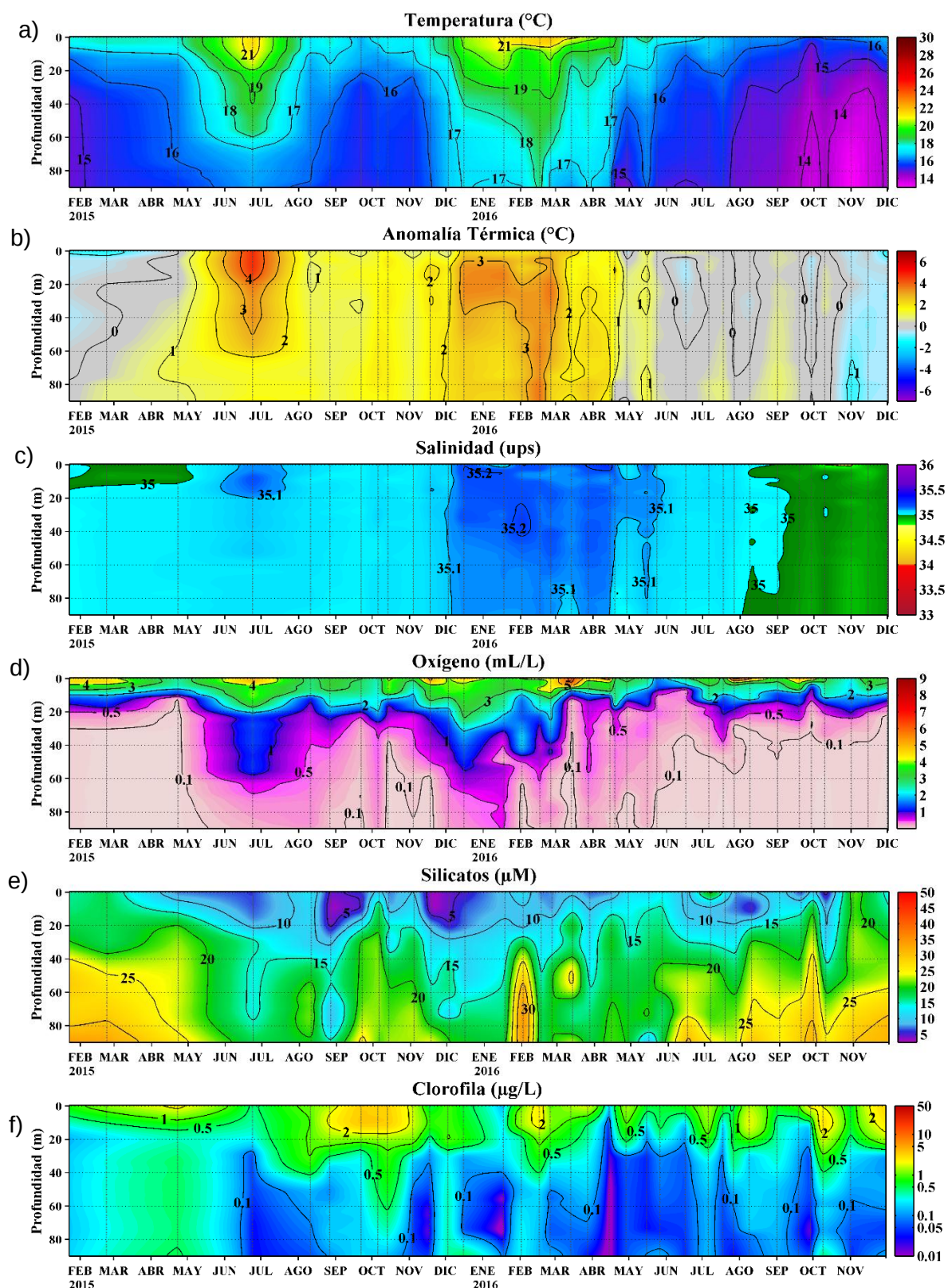


Figura 3.2.5.5. Series de tiempo para la estación oceanográfica fija frente a Callao (punto fijo Callao) de: a) temperatura (°C), b) anomalía de la temperatura (°C), c) Salinidad (ups), d) oxígeno (mL/L), e) Silicatos (µM) y f) Clorofila (µg/L), para el periodo del 01 de enero de 2015 al 01 de diciembre de 2016. Climatología: 1994-2010. Fuente: IMARPE.

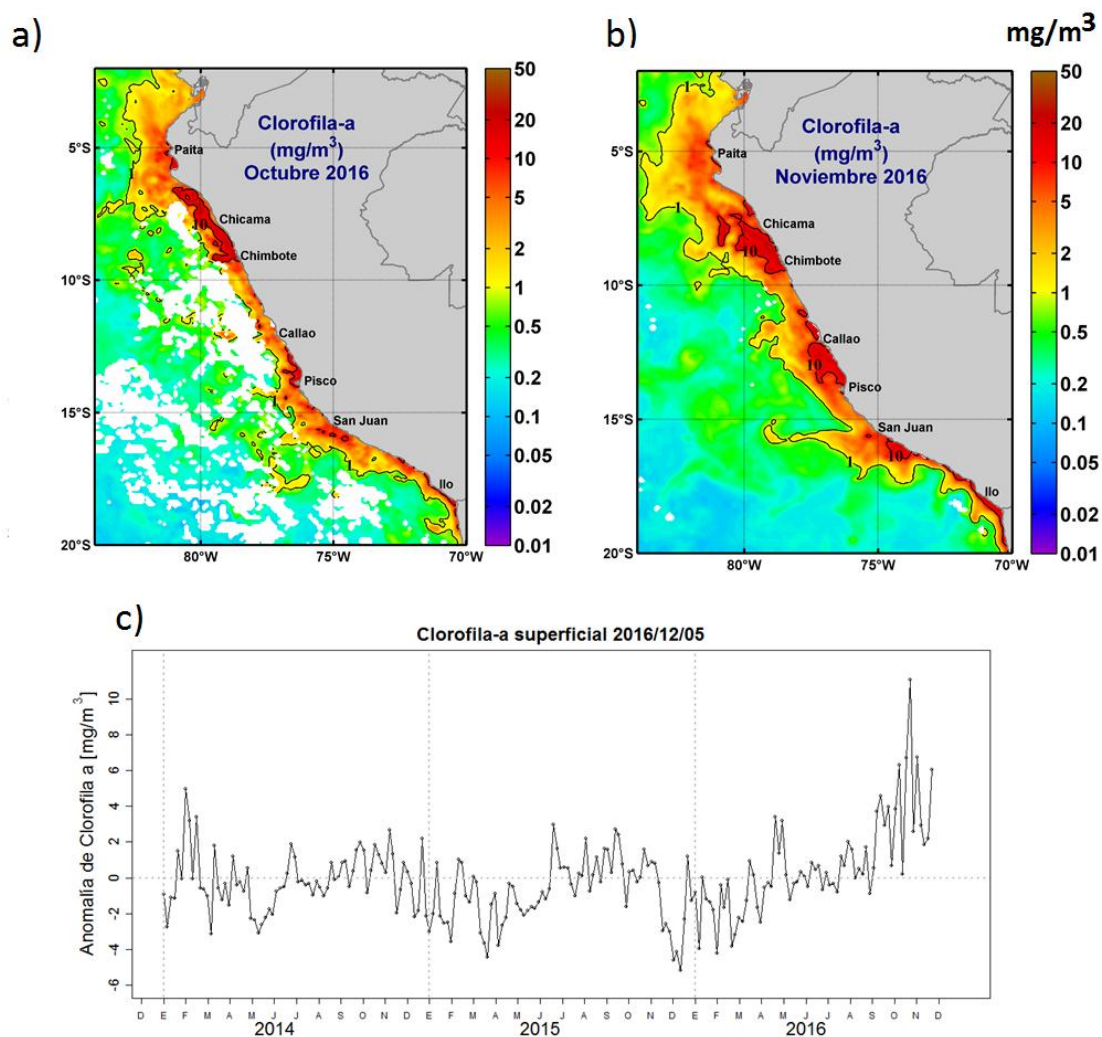


Figura 3.2.6.1. Clorofila satelital promedio para el mes de octubre (a) y noviembre (b) del satélite MODIS frente a Perú y la serie de tiempo de anomalías de clorofila superficial satelital promedio (entre los 4°S-16°S y de 0 a 100km de la costa) provenientes del satélite MODIS entre enero del 2014 a noviembre del 2016 (c).

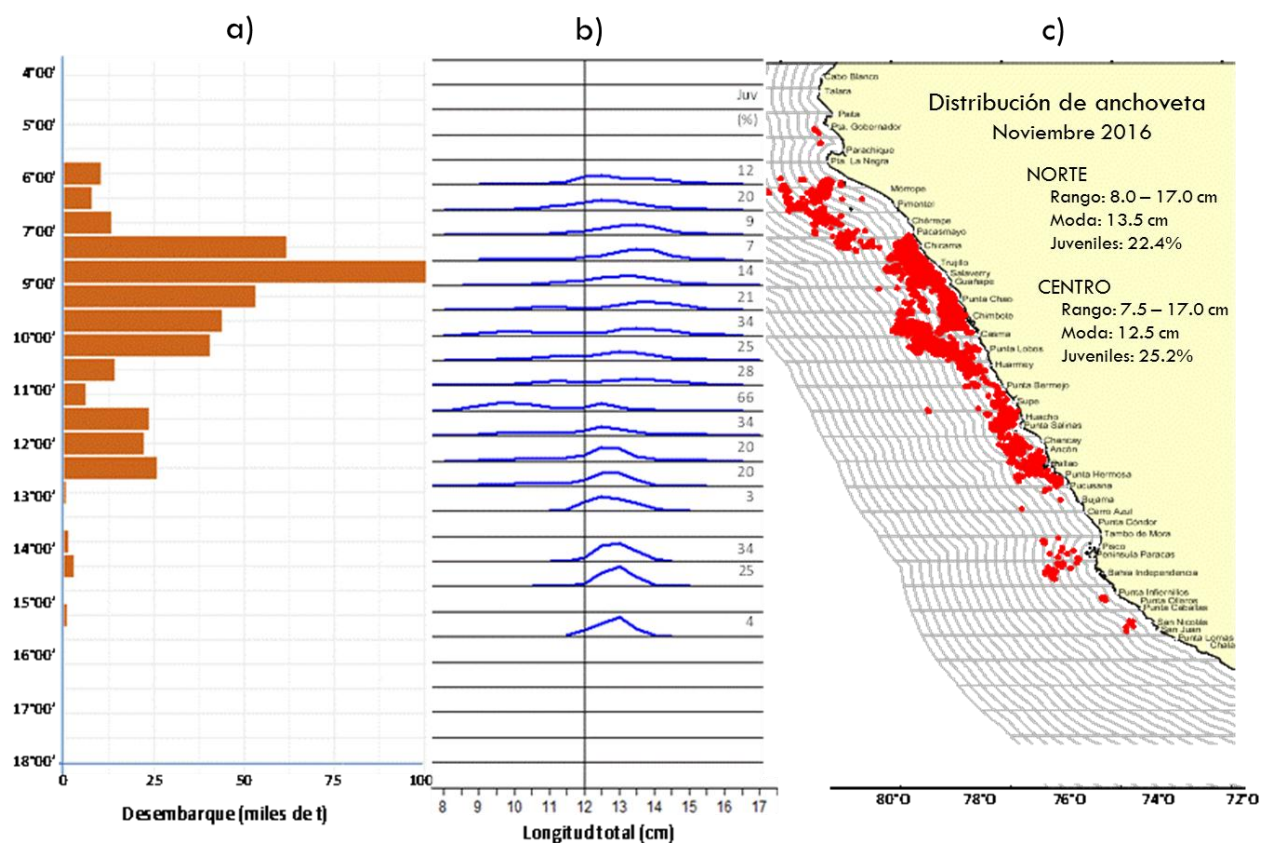


Figura 3.2.7.1. Distribución de los desembarques por latitud (a), estructura de tallas (b) y distribución espacial de las capturas de anchoveta durante noviembre 2016. **Fuente:** LBR/IMARPE

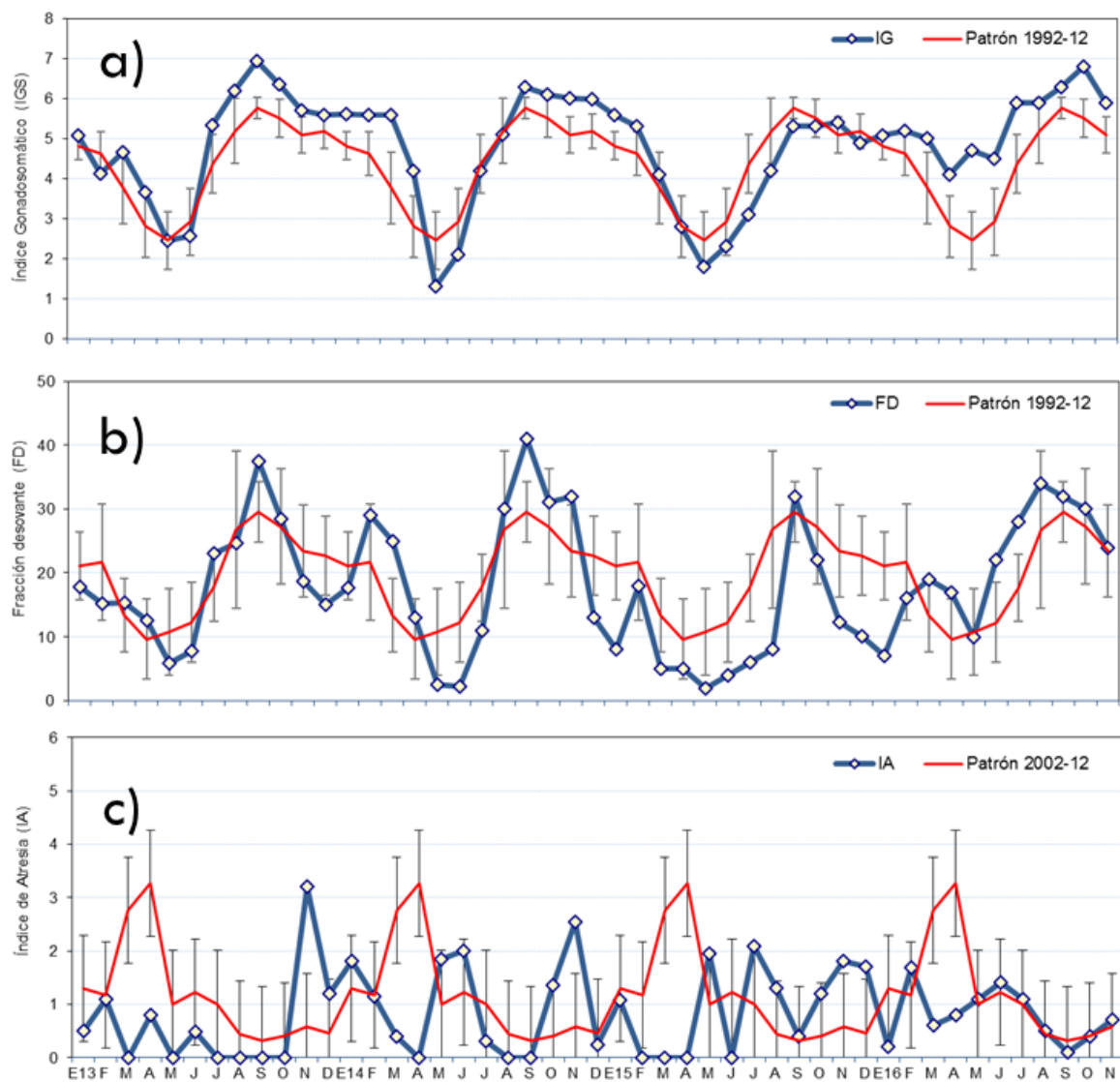


Figura 3.2.7.2. Indicadores reproductivos, a) Índice Gonadosomático (IGS), b) Fracción Desovante (FD), y c) Índice de atrésia del stock norte – centro de anchoveta. Serie mensual: enero 2013 – noviembre 2016. **Fuente:** LBR/IMARPE

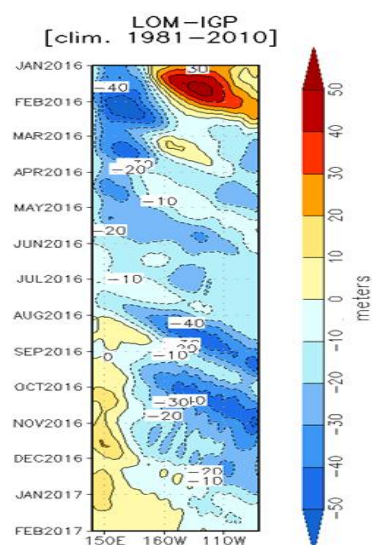


Figura 4.1.1. Diagrama Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacifico ecuatorial. Modelo oceánico lineal (LOM-IGP, suma de componentes Kelvin y Rossby).

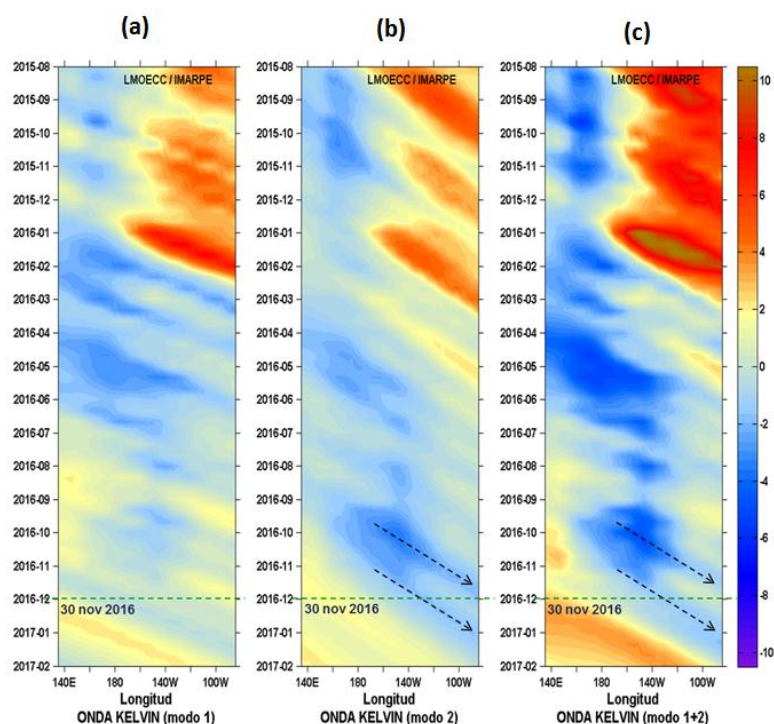


Figura 4.1.2. Diagramas Hovmöller longitud-tiempo mostrando las simulaciones de las ondas Kelvin en el Océano Pacifico ecuatorial. Modelo oceánico de complejidad intermedia: Modo 1 (a), Modo 2 (b), Modos 1+2 (c) de la isoterma de 20°C, en metros. La línea discontinua horizontal indica el inicio del pronóstico.

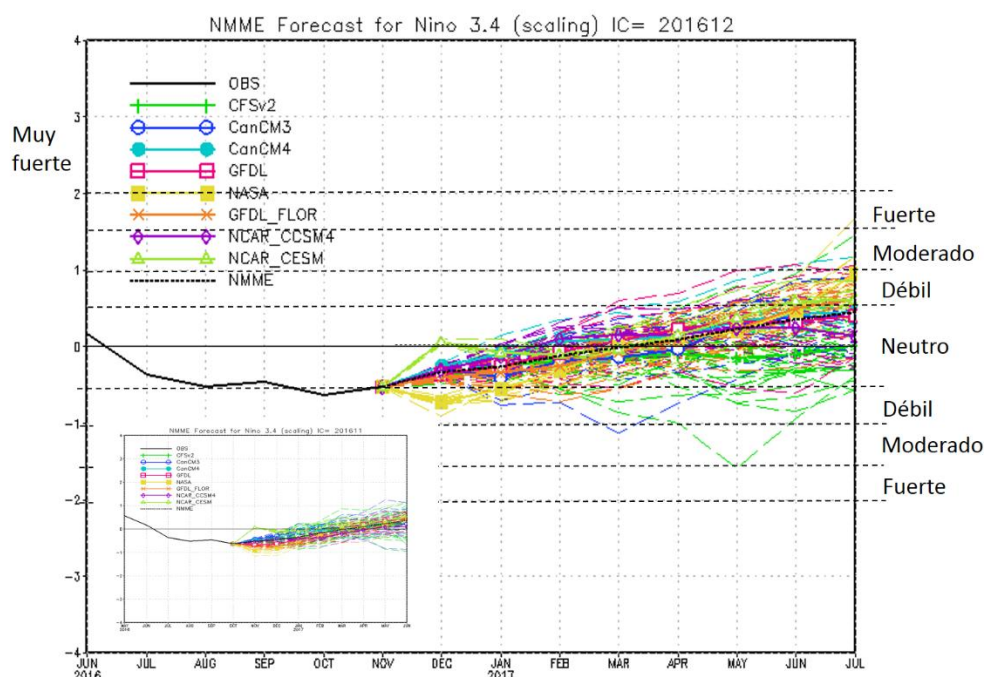


Figura 4.2.1. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME.
Fuente: CPC/NCEP/NOAA.

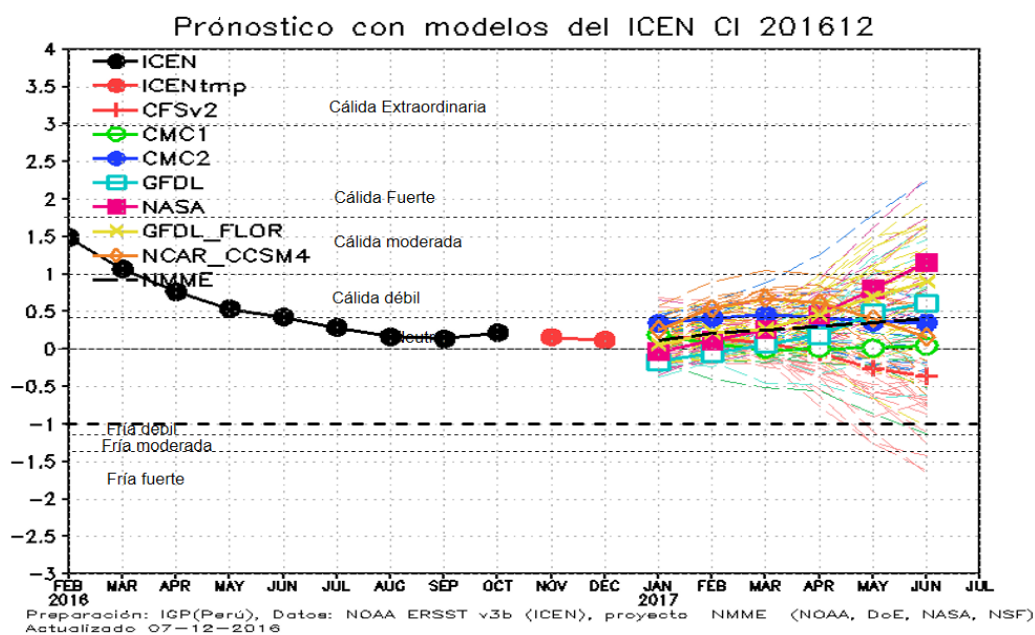


Figura 4.2.2. Índice Costero El Niño (ICEN, círculos llenos en color negro) y sus valor temporal (ICENtmp, círculo lleno en color rojo). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en la región Niño1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, NCAR tienen como condición inicial el mes de diciembre de 2016.

Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMW.

7. TABLAS

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



CUADRO: PERÚ: VOLUMEN DE AGUA ALMACENADO EN RESERVORIOS PRINCIPALES

Zona	Nombre del Reservorio	Fecha del dato	Departamento de Influencia	Capacidad Hidráulica (hm ³)		Capacidad Hidráulica Almacenada (%)
				Útil	Almacenada	
Costa - Norte	POECHOS	05-dic	Piura	396.1	90	22.7
Costa - Norte	SAN LORENZO	01-dic	Piura	193	15.5	8
Costa - Norte	TINAJONES	02-dic	Lambayeque	319	39	12.2
Costa - Norte	GALLITO CIEGO	02-dic	Cajamarca	366	154.5	42.2
Costa - Centro	VICONGA	01-dic	Lima	30	1.3	4.4
Costa - Sur	CHOCLOCOCHA	21-nov	Huancavelica	131.1	44.6	34
Costa - Sur	CONDOROMA	05-dic	Arequipa	259	61.7	23.8
Costa - Sur	EL PAÑE	05-dic	Cusco	99.6	1.4	1.4
Costa - Sur	LOS ESPAÑOLES	05-dic	Arequipa	9.1	2.8	30.5
Costa - Sur	PILLONES	05-dic	Arequipa	76.9	38.6	50.1
Costa - Sur	EL FRAYLE	05-dic	Arequipa	127.2	71	55.8
Costa - Sur	AGUADA BLANCA	05-dic	Arequipa	30.4	13.5	44.4
Costa - Sur	CHALHUANCA	05-dic	Arequipa	25.2	3.4	13.3
Costa - Sur	BAMPUTAÑE	05-dic	Puno	40	3.2	7.9
Costa - Sur	PASTO GRANDE	05-dic	Moquegua	175	47.4	27.1
Costa - Sur	PAUCARANI	02-dic	Tacna	10.5	2.8	26.5
Costa - Sur	ARICOTA	05-dic	Tacna	260	173.4	66.7
Costa - Sur	JARUMAS	30-nov	Tacna	12.5	8	64.3
Sierra - Centro	CUCHOQUESERA	05-dic	Ayacucho	80	2.6	3.3
Sierra - Sur	LAGUNILLAS	05-dic	Puno	500	379.5	75.9
Sierra - Sur	SIBINACocha	02-dic	Cusco	120	53	44.1
Situación Nacional		-	-	3260.6	1207.2	37

Tabla 3.1.2.1 Valores del Oceanic Niño Index (ONI) de enero a octubre del 2016. Además el ONItmp para noviembre y diciembre del 2016 Fuente IGP.

Valores del Oceanic Niño Index (ONI)

Mes	ONI	Categoría
02/2016	1.99	Cálida Fuerte
03/2016	1.58	Cálida Fuerte
04/2016	1.09	Cálida Moderada
05/2016	0.60	Cálida Débil
06/2016	0.10	Neutra
07/2016	-0.32	Neutra
08/2016	-0.58	Fría Débil
09/2016	-0.74	Fría Débil
10/2016	-0.84	Fría Débil

Mes	ONItmp	Categoría
11/2016	-0.75*	Fría Débil
12/2016	-0.57**	Fría Débil

* Se usaron los datos de (Oct. Nov. 2016) ERSST4, (Dic. 2016) NMME (CI 2016 11).
 ** Se usaron los datos de (Nov. 2016) ERSST4, (Dic. 2016 y Ene. 2017) NMME (CI 2016 11)

Tabla 3.2.4.1 Valores del Índice Costero El Niño (ICEN) de febrero de 2016 a octubre de 2016. Fuente IGP.

Mes	ICEN	Categoría
02/2016	1,49	Cálida Moderada
03/2016	1,07	Cálida Moderada
04/2016	0,77	Cálida Débil
05/2016	0,54	Cálida Débil
06/2016	0,43	Cálida Débil
07/2016	0,29	Neutra
08/2016	0,17	Neutra
09/2016	0,14	Neutra
10/2016	0,22	Neutra

Mes	ICENtmp	Categoría
11/2016	0,16*	Neutra
12/2016	0,14**	Neutra

* Se usaron los datos de Oct. y Nov. 2016 (ERSST3v), Dic. 2016 (NMME).

** Se usaron los datos de Nov. 2016 (ERSST3v), Dic. 2016 y Ene. 2017 (NMME)
 NMME CI 2016 12

Tabla 3.2.4.2 Anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (°C) y nivel medio del mar (cm) en el semestre junio – noviembre de 2016. Fuente: Estaciones costeras – DHN.

Estación	Anomalías de la TSM (°C)						Anomalías del NMM (cm)					
	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov
Talara	-1.9	-1.4	-0.9	-0.7	-1.7	-2.3	1	2	4	2	3	-1
Paíta	0.1	0.0	0.3	0.6	-0.2	-0.1	2	4	6	4	3	1
Isla Lobos de Afuera	0.9	0.6	0.8	0.3	0.4	-0.5	-1	1	2	0	0	-4
Chimbote	0.1	0.4	0.8	0.9	1.1	0.6	-2	2	3	1	1	-2
Callao	0.5	0.3	0.3	0.5	1.0	0.6	-3	-1	0	-4	-1	-4
San Juan	0.1	0.4	0.4	0.1	0.4	0.4	1	4	4	2	5	-5
Mollendo	0.7	0.9	0.9	0.5	0.4	0.4	-	-	-	-	-	-
Matarani	-	-	-	-	-	-	3	5	5	2	1	-1
Ilo	0.4	0.6	1.1	1.0	1.0	0.5	-	-	-	-	-	-

Tabla 4.2.1. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de diciembre de 2016. Para el trimestre NDE, el dato mensual de noviembre es dato observado de ERSSTv3

Modelo	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2		0.22	0.17	0.15	0.09	-0.05	-0.25	-0.36
CMC1		0.28	0.19	0.08	0.00	0.01	0.02	0.04
CMC2		0.30	0.35	0.41	0.46	0.42	0.37	0.35
GFDL		-0.10	-0.17	-0.05	0.07	0.18	0.48	0.61
NASA		0.02	-0.03	0.12	0.26	0.46	0.80	1.16
GFDL_FLOR		0.07	0.06	0.22	0.27	0.46	0.70	0.90
NCAR_CCSM4		0.15	0.26	0.54	0.67	0.61	0.41	0.16
NMME		0.13	0.12	0.21	0.26	0.30	0.36	0.41
ICENtmp	0.16							

Tabla 4.3.1. Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño costero – La Niña costera en el verano 2016-2017 (diciembre 2016-marzo 2017)

Magnitud del evento durante Diciembre 2016-marzo 2017	Probabilidad de ocurrencia
La Niña moderado-fuerte	1%
La Niña débil	11%
Neutro	80%
El Niño débil	7%
El Niño moderado-fuerte-extraordinario	1%

Tabla 4.3.2. Probabilidades Estimadas de las magnitudes de El Niño – La Niña en el Pacífico Central en el verano 2016-2017 (diciembre 2016-marzo 2017)

Magnitud del evento durante Diciembre 2016-marzo 2017	Probabilidad de ocurrencia
La Niña moderado-fuerte	1%
La Niña débil	20%
Neutro	75%
El Niño débil	3%
El Niño moderado-fuerte-extraordinario	1%