

**PP 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres" Producto:  
"Estudios para la estimación de los riesgos de desastres"**

**Actividad: "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño"**

**Instituto Geofísico del Perú**

**INFORME TÉCNICO N° PpR/El Niño-IGP/2016-06  
06/07/2016**

**Advertencia:** El presente informe sirve como insumo para el Comité Multisectorial para el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN). El pronunciamiento colegiado del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

### **Resumen**

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), para el mes de mayo las condiciones climáticas de la costa peruana fueron cálidas débiles ( $0.54^{\circ}\text{C}$ ). Los valores temporales del ICEN (ICEN<sub>tmp</sub>), 1 y 2, indican que para los meses de junio y julio las condiciones serían Neutras., lo que estaría indicando que, según el criterio de ENFEN (2012), el evento El Niño habría durado hasta mayo. El pronóstico de la temperatura superficial del mar de los modelos numéricos internacionales para la región del Pacífico oriental, con condiciones iniciales del mes de junio, indican en promedio, condiciones neutras para los meses de julio y agosto. Estos mismos resultados numéricos predicen que para el Pacífico central las condiciones serían Frías débiles para esos meses.

La tercera onda Kelvin fría del año en curso, que se esperaba su llegada para el mes de junio, perdió intensidad antes de llegar a  $110^{\circ}\text{W}$ , probablemente debido a las anomalías de viento del oeste ecuatorial de los  $130^{\circ}\text{W}$  que se observaron en la primera quincena de junio. En la tercera semana de junio se observó un pulso de viento del este, localizado entre  $150^{\circ}\text{E}$  y  $150^{\circ}\text{W}$ , aparentemente asociado a la oscilación Madden-Julian, la cual ya habría pasado. Si esto genera una onda Kelvin fría, esta llegaría al extremo oriental en el mes de agosto.

### **Introducción**

Empezando el año 2016, en el marco del programa presupuestal 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres", algunas instituciones que conforman el Comité Multisectorial para el Estudio del Fenómeno El Niño (ENFEN), bajo la coordinación del IMARPE, participan en el producto "Estudios para la estimación de los riesgos de desastres", en el cual el IGP contribuye con la actividad denominada "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño". El presente informe técnico es generado en el marco de esta actividad, el cual es entregado al IMARPE, como coordinador del producto, para ser utilizado como insumo en la evaluación periódica que realiza el ENFEN. El informe técnico generado posteriormente por el ENFEN será la información oficial sobre el monitoreo y pronóstico del Fenómeno El Niño y asociados en el Perú.

## Índice Costero El Niño

Utilizando los datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) promediados sobre la región Niño1+2, actualizados hasta el mes de junio de 2016 del producto ERSST v3b generados por el *Climate Prediction Center (CPC)* de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, EEUU)*, se ha calculado el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN 2012) hasta el mes de mayo de 2016. Los valores se muestran en la Tabla 1.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones costeras del Mes
2016	Febrero	<b>1.49</b>	Cálida Moderada
2016	Marzo	<b>1.07</b>	Cálida Moderada
2016	Abril	<b>0.77</b>	Cálida Débil
2016	Mayo	<b>0.54</b>	Cálida Débil

Tabla 1. Valores recientes del ICEN.  
(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Según el valor del ICEN para el mes de mayo, la señal de El Niño costero 2015/2016 continúa su disipación..

Para los meses más recientes se generan versiones preliminares y temporales de este índice (ICENtmp) combinando ERSST con otras fuentes. Estos valores sirven como una referencia.

Año	Mes	ICENtmp	Condiciones costeras del mes	Fuente
2016	Junio	0.27	Neutra	2016/05-06: ERSST; 2016/07: NMME
2016	Julio	0.02	Neutra	2016/06: ERSST; 2016/07-08:NMME

Tabla 2. Estimados preliminares del ICEN (ICENtmp)

Según estos valores del ICENtmp, se estima que en junio y julio de 2016 las condiciones serían NEUTRAS. El ICENtmp de junio será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de julio de 2016.

## Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

En el Océano Pacífico Ecuatorial las principales variables climáticas mostraron, en promedio, valores alrededor de su normal. A la fecha no se aprecian señales de un acoplamiento océano-atmosfera favorable para el desarrollo de un enfriamiento (Figura 1); a diferencia del año 1998 en el que se

observaban anomalías de viento del este por estas fechas. La anomalía de la TSM en la región Niño 3.4, en promedio (IR, ME, OSTIA), continúa con una tendencia negativa y en la actualidad se ubica dentro de su rango Normal, muy similar a lo que ocurrió en el invierno de 1983 y superior a 1998 (ver Figura 7a). Por otro lado, en la región Niño 1+2 la anomalía de la TSM fue próximo a sus condiciones normales, con valores superiores a las observados anteriormente en años La Niña costera (Figura 7b). Las anomalías de viento del oeste en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) mostraron, en promedio anomalías negativas, sin embargo fueron próximas a su condición normal (Figura 3). La convección en el Pacífico central-oriental es ligeramente inferior a su climatología, lo que indica que no existe un acoplamiento entre la atmósfera y el océano para generar un evento La Niña (Figura 2). La termoclina en el Pacífico oriental, en los puntos 110°W y 95°W, continúa mostrando anomalías negativas debido al paso de las ondas Kelvin frías (Figuras 5 y 6). Por otro lado, la inclinación este-oeste de la termoclina ecuatorial está en condiciones normales, mientras que la descarga de calor durante el mes de mayo parece haberse revertido en junio (Figura 4). En la primera quincena de junio se observaron anomalías de viento del oeste ecuatoriales alrededor de los 130°W, lo cual probablemente causó que la anomalía de la profundidad de la termoclina asociada a la tercera onda Kelvin fría que se esperaba su arribo en junio perdiera intensidad antes de llegar a 110°W (Figura 12c).

#### **Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones**

En la tercera semana de junio se observó un pulso de viento del este, localizado entre 150°E y 150°W, aparentemente asociado a la oscilación Madden-Julian, la cual ya habría pasado. Si esto generara una onda Kelvin, esta llegaría al extremo oriental en el mes de agosto. Sin embargo, en el caso de debilitarse la onda fría como ocurrió con las ondas frías anteriores, las temperaturas podrían mantenerse en un rango neutral.

#### **Pronóstico estacional con modelos climáticos**

Los 8 modelos climáticos inicializados en junio (excepto el CFSv2 actualizado en julio) indican que para los meses de julio y agosto los pronósticos de la anomalía de TSM en el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), serían negativas, sin embargo estas condiciones son neutras. (Ver Tabla 3 y Figura 14). Por otro lado, en el Pacífico central (Niño 3.4) los modelos indican que las condiciones en promedio para los meses de julio y agosto serían condiciones frías débiles (Figura 15); las condiciones para los trimestres julio– setiembre y octubre – diciembre 2016 serían condiciones frías débiles (Ver figuras 16 y 17). Un análisis retrospectivo de eventos La Niña en la región Niño 3.4 indica una tendencia general a la sobreestimación de estos eventos (Figura 19), lo cual nos indica la necesidad de tomar con precaución los pronósticos actuales.

<b>Modelo</b>	<b>MJJ</b>	<b>JJA</b>	<b>JAS</b>	<b>ASO</b>	<b>SON</b>	<b>OND</b>	<b>NDE</b>
<b>CFS2</b>		-0.35	-0.33	-0.32	-0.34	-0.50	-0.67
<b>CMC1</b>		0.17	-0.29	-0.50	-0.41	-0.19	-0.02
<b>CMC2</b>		0.05	-0.23	-0.29	-0.24	-0.20	-0.22
<b>GFDL</b>		0.09	0.24	0.31	0.33	0.18	0.16
<b>NASA</b>		-0.44	-0.41	-0.18	0.01	0.09	0.17
<b>GFDL_FLOR</b>		-0.33	-0.28	-0.25	-0.38	-0.50	-0.52
<b>NCAR_CCSM4</b>		-0.20	-0.14	-0.03	-0.07	-0.20	-0.35
<b>NMME</b>		-0.14	-0.21	-0.18	-0.16	-0.19	-0.21
<b>ECMWF</b>			-0.3	0	0	0	
<b>ICENTmp</b>	0.27						

Tabla 3. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de junio de 2016

**Conclusiones:**

1. El ICEN para mayo de 2016 fue de 0.54 (Cálida débil). Asimismo, el ICENtmp para junio y julio es 0.27 y 0.02 respectivamente, ambos siendo condiciones Neutras
2. Durante el mes de junio, la ATSM en la región Niño 1+2 continuó oscilando en  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  alrededor de su valor climatológico, superior a lo observado en años La Niña costera. Los tres productos (infrarrojo, microondas y OSTIA) mostraron esta variación.
3. La ATSM en la región Niño 3.4, durante este mes, ha mostrado valores dentro de lo normal.
4. En la primera quincena de junio se observaron anomalías de viento del oeste ecuatoriales alrededor de los  $130^{\circ}\text{W}$ , lo cual probablemente causó que la anomalía de la profundidad de la termoclina asociada a la onda Kelvin que se esperaba arribara en junio (tercera onda Kelvin fría del año en curso) perdiera intensidad antes de llegar a  $110^{\circ}\text{W}$ .
5. En la tercera semana de junio se observó un pulso de viento del este, localizado entre  $150^{\circ}\text{E}$  y  $150^{\circ}\text{W}$ , aparentemente asociado a la oscilación Madden-Julian, la cual ya habría pasado. Si esto generara una onda Kelvin, esta llegaría al extremo oriental en el mes de agosto.
6. La convección en el Pacífico oriental y central se encontró ligeramente menos activa que lo normal para la época, pero en general no hay señales claras de acoplamiento oceano-atmósfera que pueda hacer crecer a un evento La Niña en el Pacífico central.
7. La inclinación de la termoclina ecuatorial está normal, mientras que la descarga de calor ecuatorial durante el mes de mayo parece estar haberse revertido en junio.
8. Para el Pacífico oriental (Niño 1+2), los 8 modelos inicializados en junio (salvo el CFSv2 actualizado en julio) indican que el mes de agosto presentaría condiciones neutras. En general, estos pronósticos son menos fríos que los inicializados en mayo.
9. Para el Pacífico central (Niño 3.4), todos los modelos que han sido considerados, y que fueron inicializados en junio, indican que El Niño continuaría su declinación y presentaría condiciones frías débiles en promedio para agosto. Para los siguientes meses los modelos predicen La Niña en el Pacífico central de magnitud entre débil y moderada en promedio. Se nota que los modelos han exagerado las magnitudes de eventos La Niña pasadas y, dado que la descarga de calor se ha frenado (al menos temporalmente), es posible que el enfriamiento ecuatorial no sea tan pronunciado como pronosticado.

## **Bibliografía**

- ENFEN 2012: Definición operacional de los eventos “El Niño” y “La Niña” y sus magnitudes en la costa del Peru. *Nota Técnica ENFEN*.

Nota: Los Boletines Técnicos del IGP citados se pueden encontrar en:  
<http://www.met.igp.gob.pe/elnino/>

## **Equipo**

Ken Takahashi, Ph.D. (responsable)  
Kobi Mosquera, Dr.  
Jorge Reupo, Bach.  
Berlín Segura, Lic.

## **Agradecimientos**

A la Dra. Emily Becker (NOAA) y al Dr. Ben Kirtman (RSMAS) por su apoyo con los datos del proyecto NMME, a la Dra. Michelle L'Heureux (NOAA CPC) por su apoyo con los datos de Niño 1+2 para el cálculo del ICEN.

Figuras

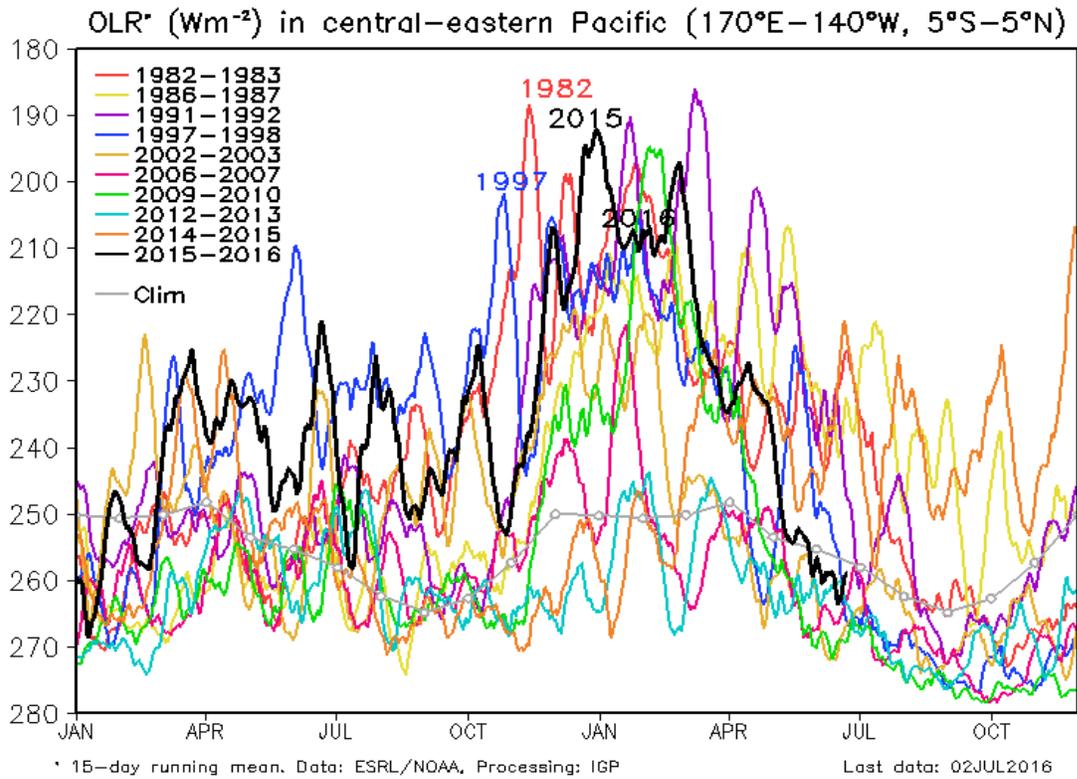
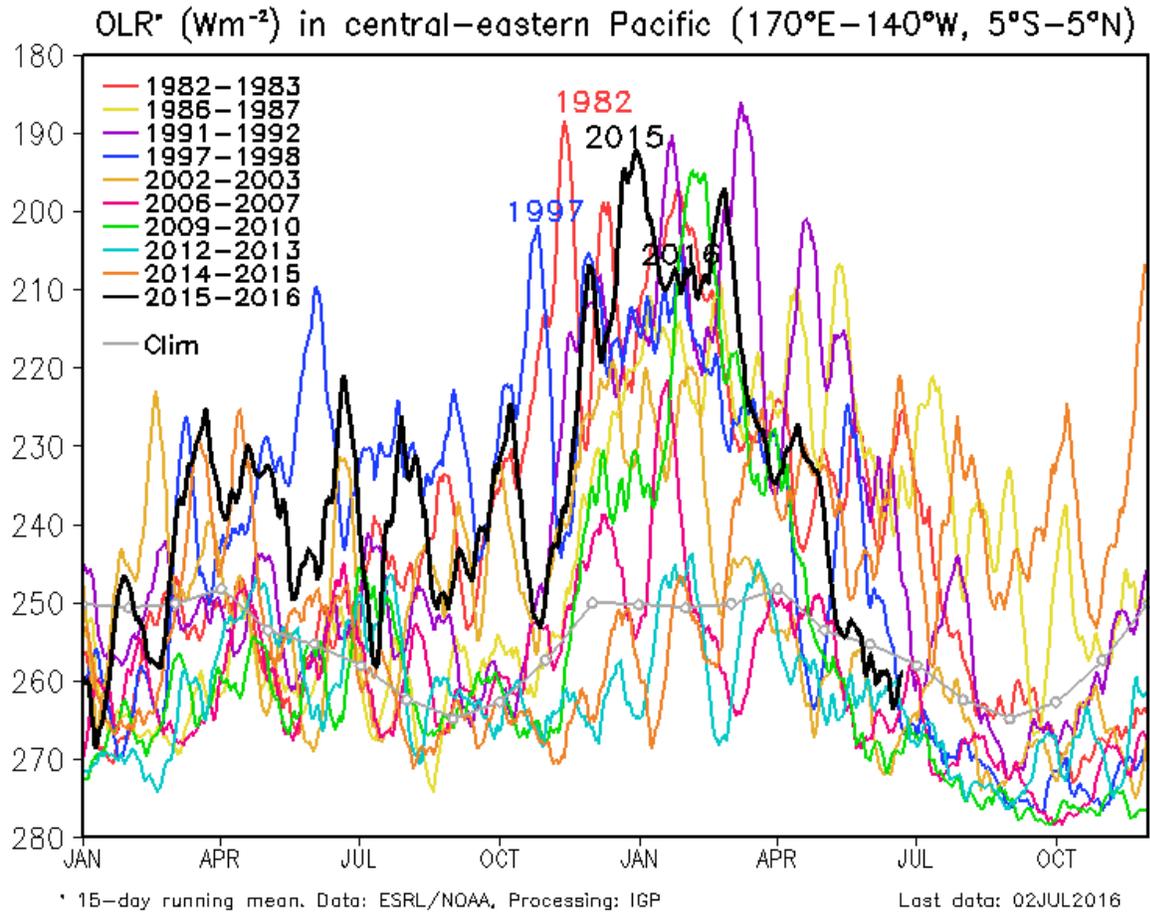
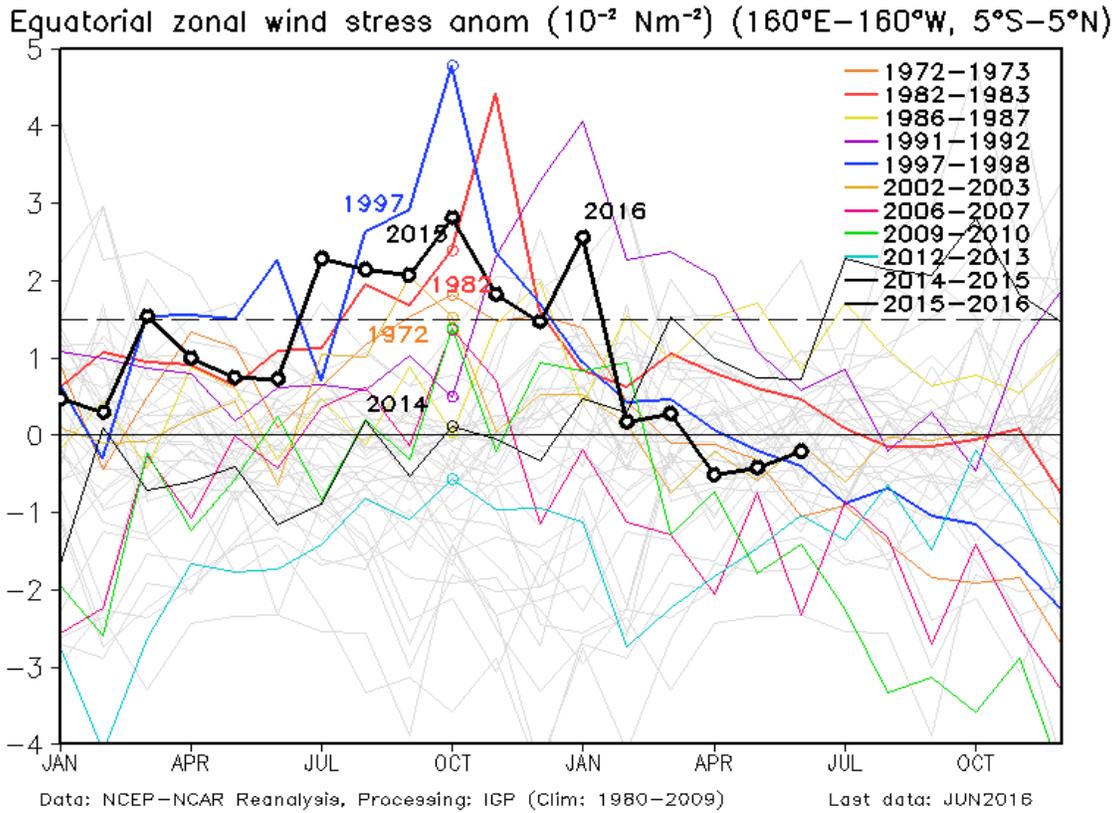


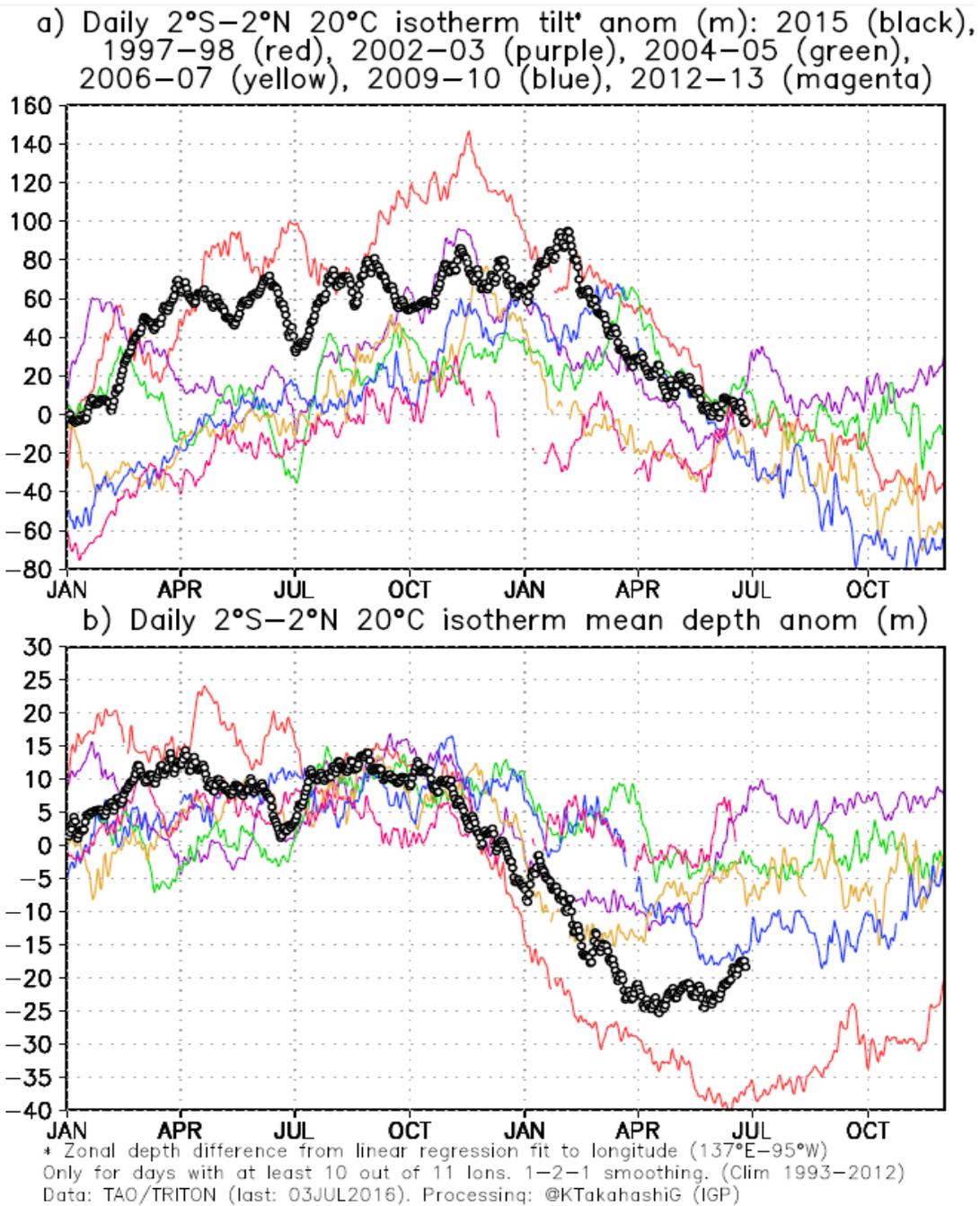
Figura 1. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ( $170^{\circ}-140^{\circ}W$  y  $5^{\circ}S-5^{\circ}N$ ) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP



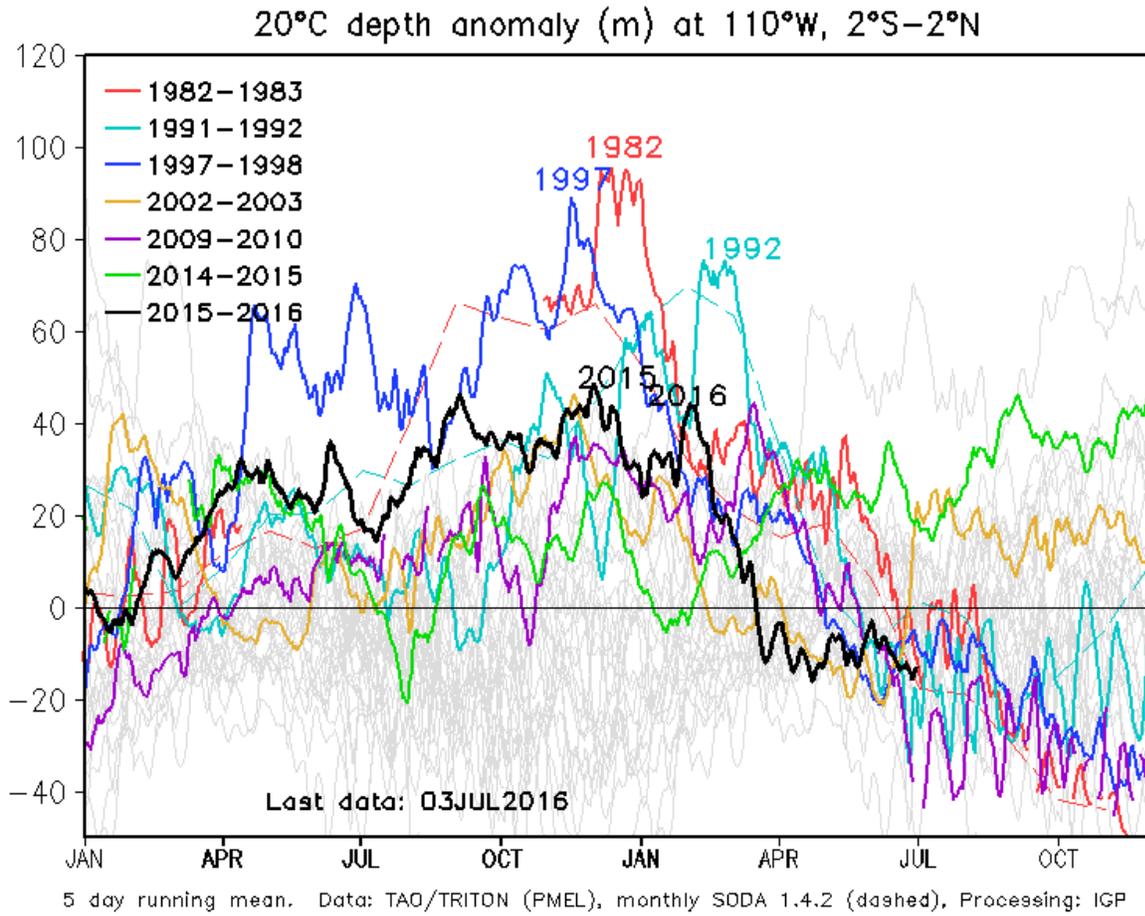
**Figura 2.** Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ( $170^{\circ}-100^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP



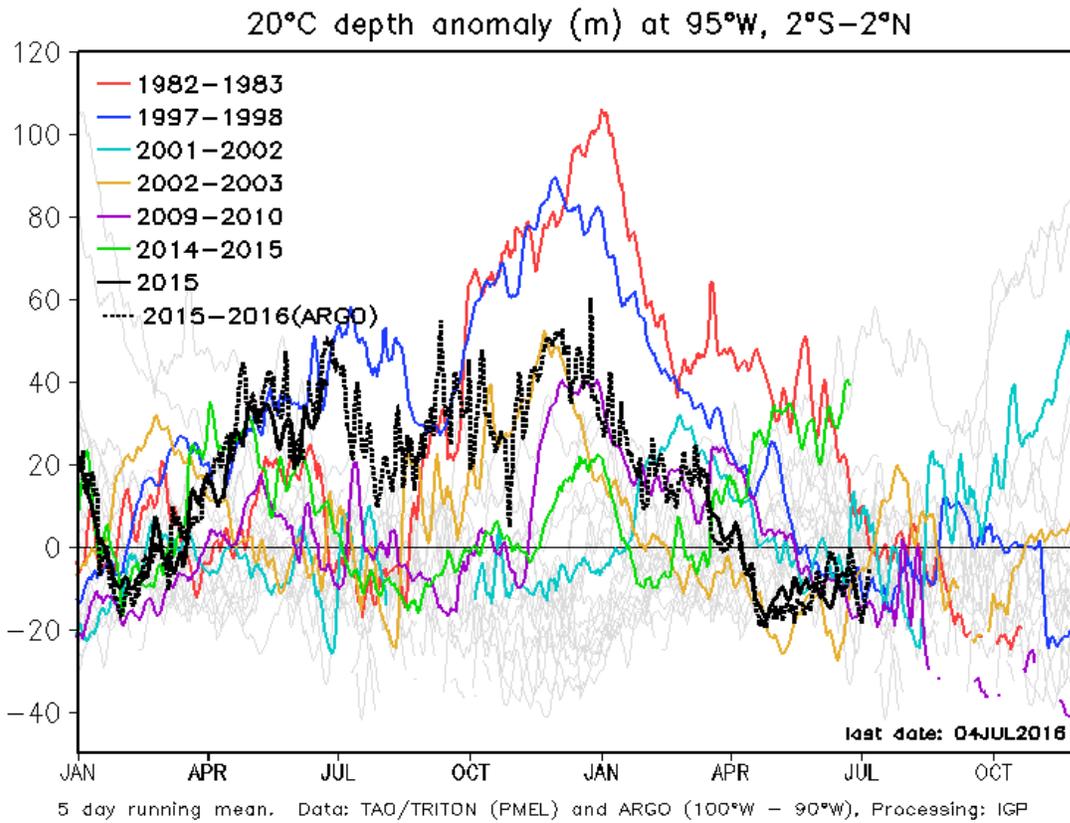
**Figura 3.** Promedio de la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial ( $160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) obtenido de los datos del reanálisis de NCEP-NCAR. Elaboración: IGP



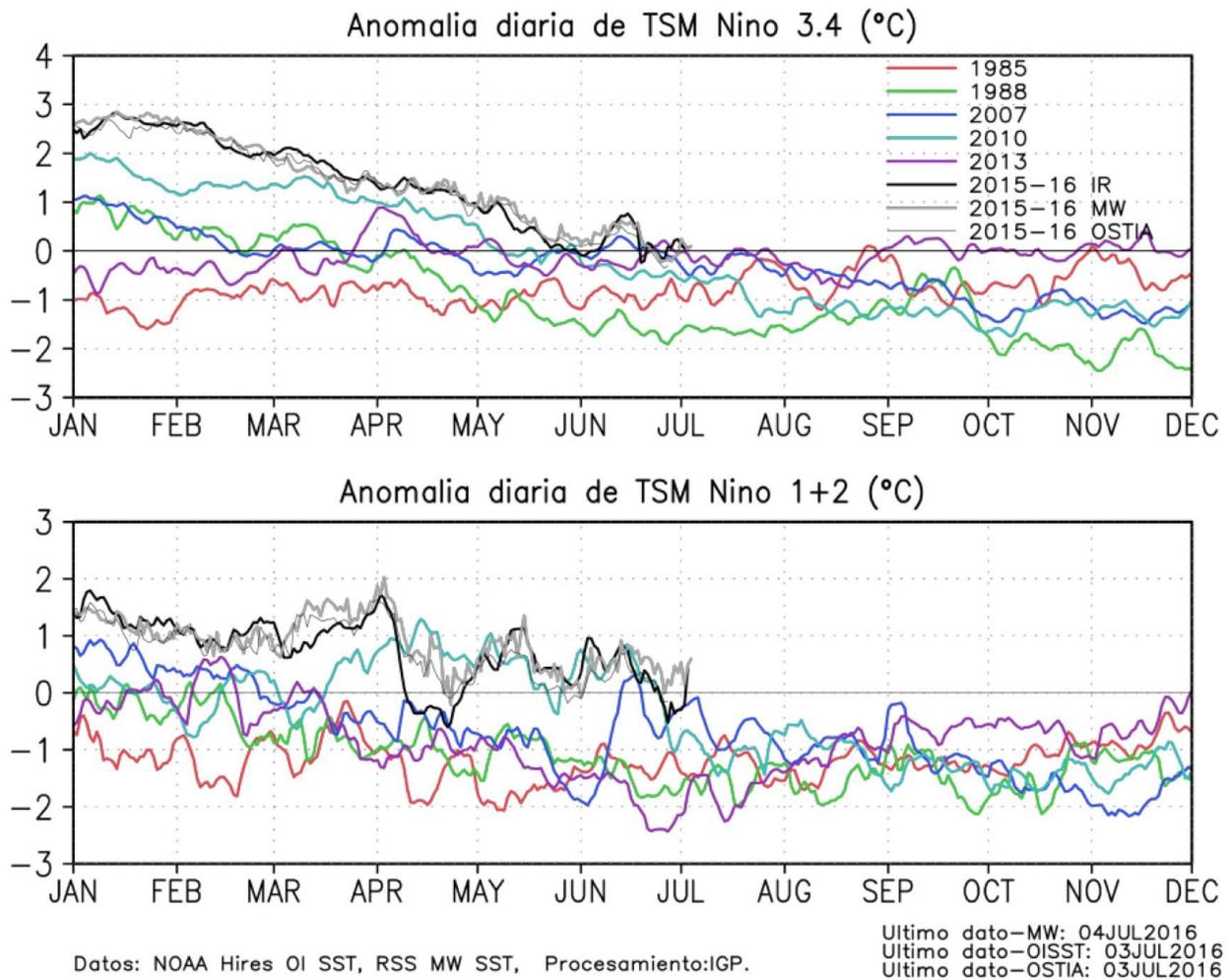
**Figura 4** a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. b) Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. Elaboración: IGP



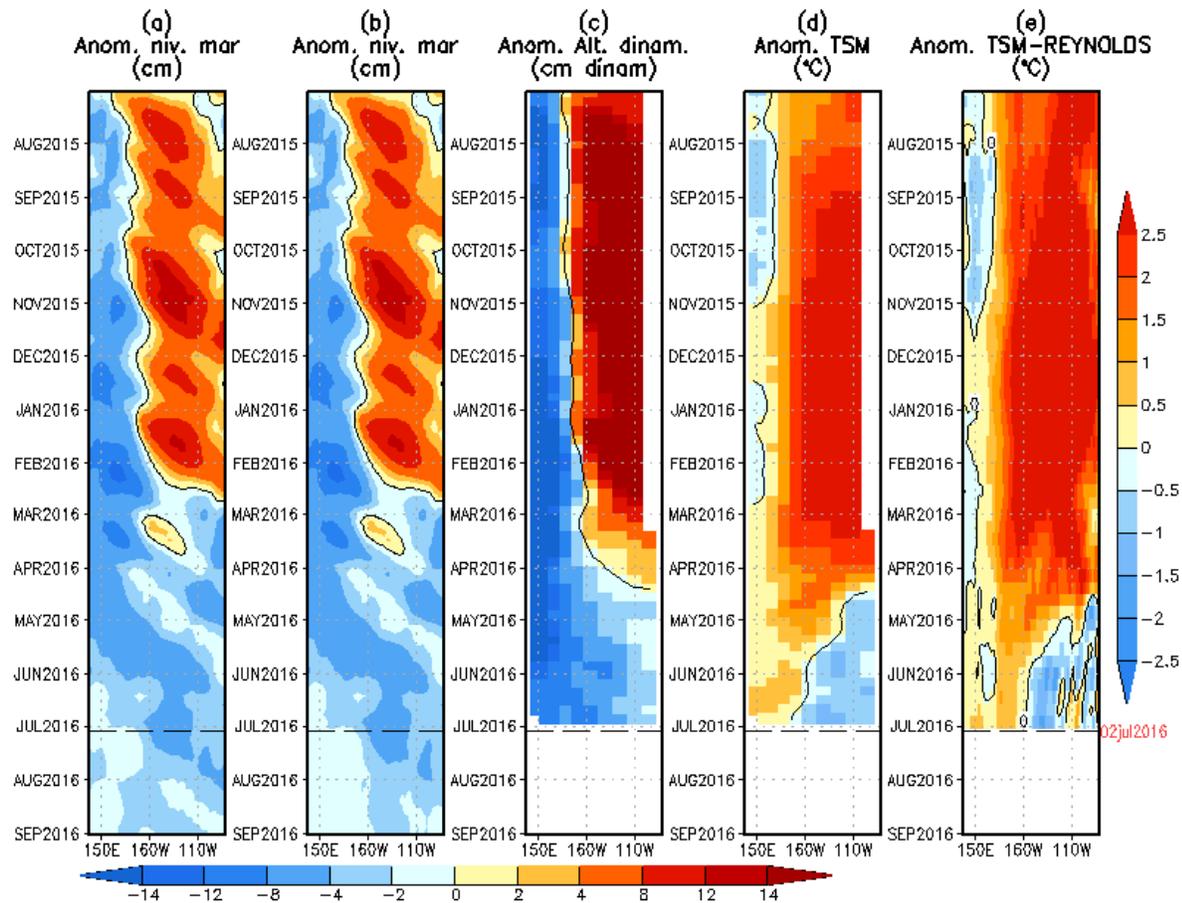
**Figura 5.** Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C en la zona de 110°W en base a: i) la información de las boyas de TAO en 110°W y entre 2°S y 2°N; y ii) SODA. Elaboración: IGP



**Figura 6.** Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20°C en la zona de 95°W en base a: i) la información de las boyas de TAO en 95°W y entre 2°S y 2°N; y ii) los flotadores de ARGO entre 100°-90°W y 2°S-2°N. Elaboración: IGP



**Figura 7.** Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color rojo, azul, celeste y verde, indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años de Niña costera 1985, 2007, 2010 y 1988. Elaboración: IGP



**Figura 8.** Anomalías (a y b) del nivel medio del mar simulado con LOM1 (termoclina uniforme), (c) de la altura dinámica (TAO), (d) y (e) de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente, en la región ecuatorial (2°S y 2°N). En (a) y (b) la línea cortada en color negro, indica el momento en que el modelo empieza a utilizar el esfuerzo de viento igual a cero (LOM1a) y persistida (LOM1b), respectivamente, para la predicción (ver fecha en color rojo a la derecha). La escala de (a), (b) y (c) se ubica abajo en forma horizontal, mientras que la escala de (d) y (e) está a la derecha (Fuente: IGP, ASCAT, climatología: 2008-2013).

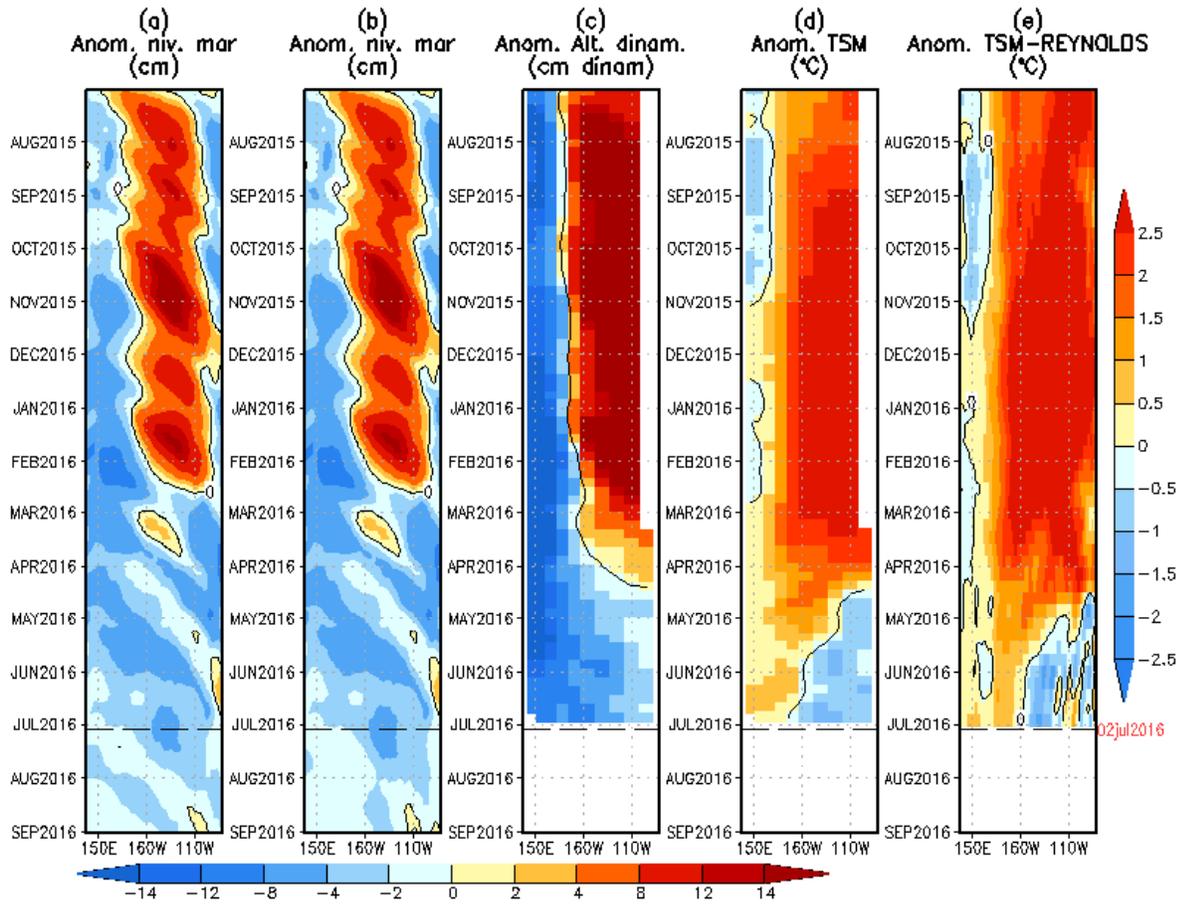
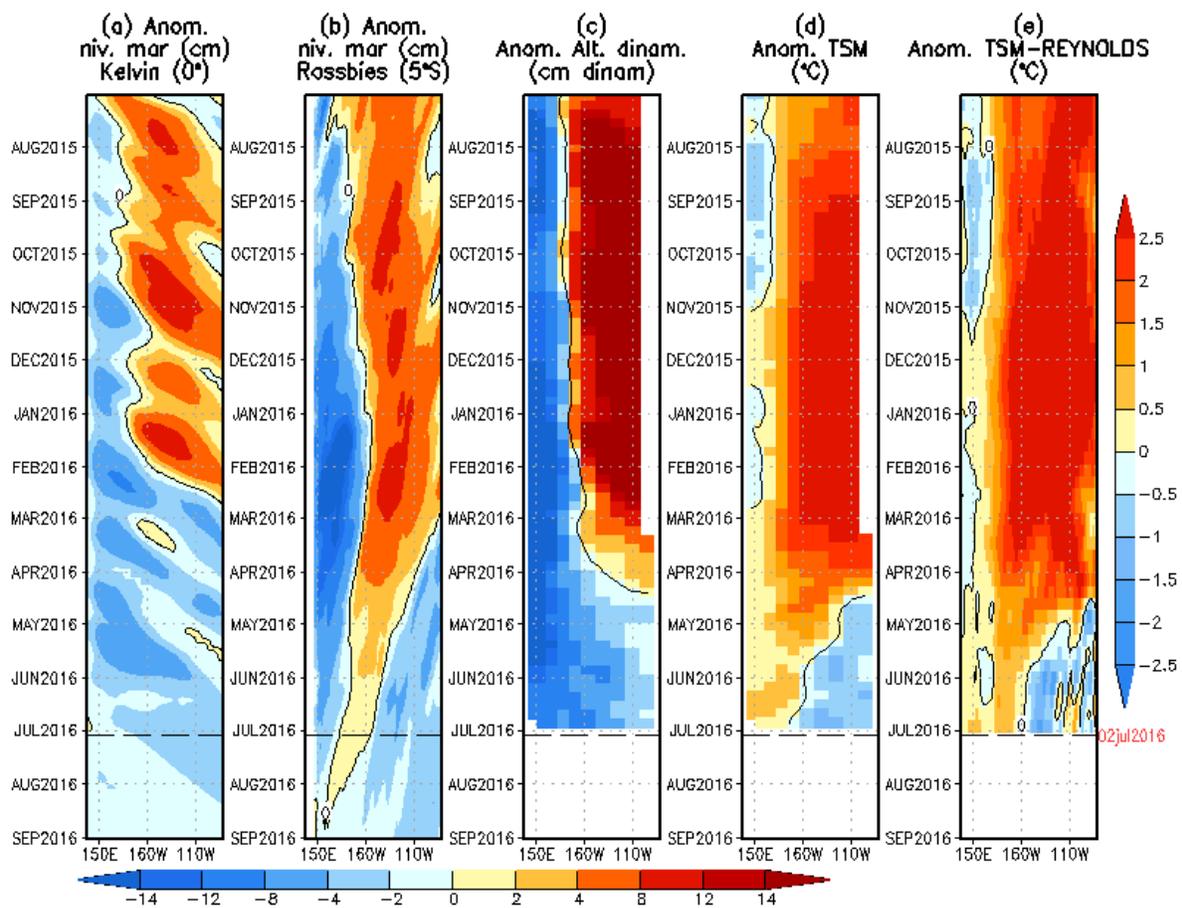


Figura 9. Similar a la Fig. 8 pero para LOM2 (termoclina variable).



**Figura 10.** (a) Contribución de la Onda Kelvin al nivel del mar y (b) Contribución de la onda Rossby al nivel del mar en 5°N obtenida de LOM1a. (c) anomalía de la altura dinámica (TAO), (d) y (e) anomalía de la temperatura superficial del mar observada de TAO y Reynolds, respectivamente en la región ecuatorial (Fuente: IGP, ASCAT, climatología: 2008-2013).

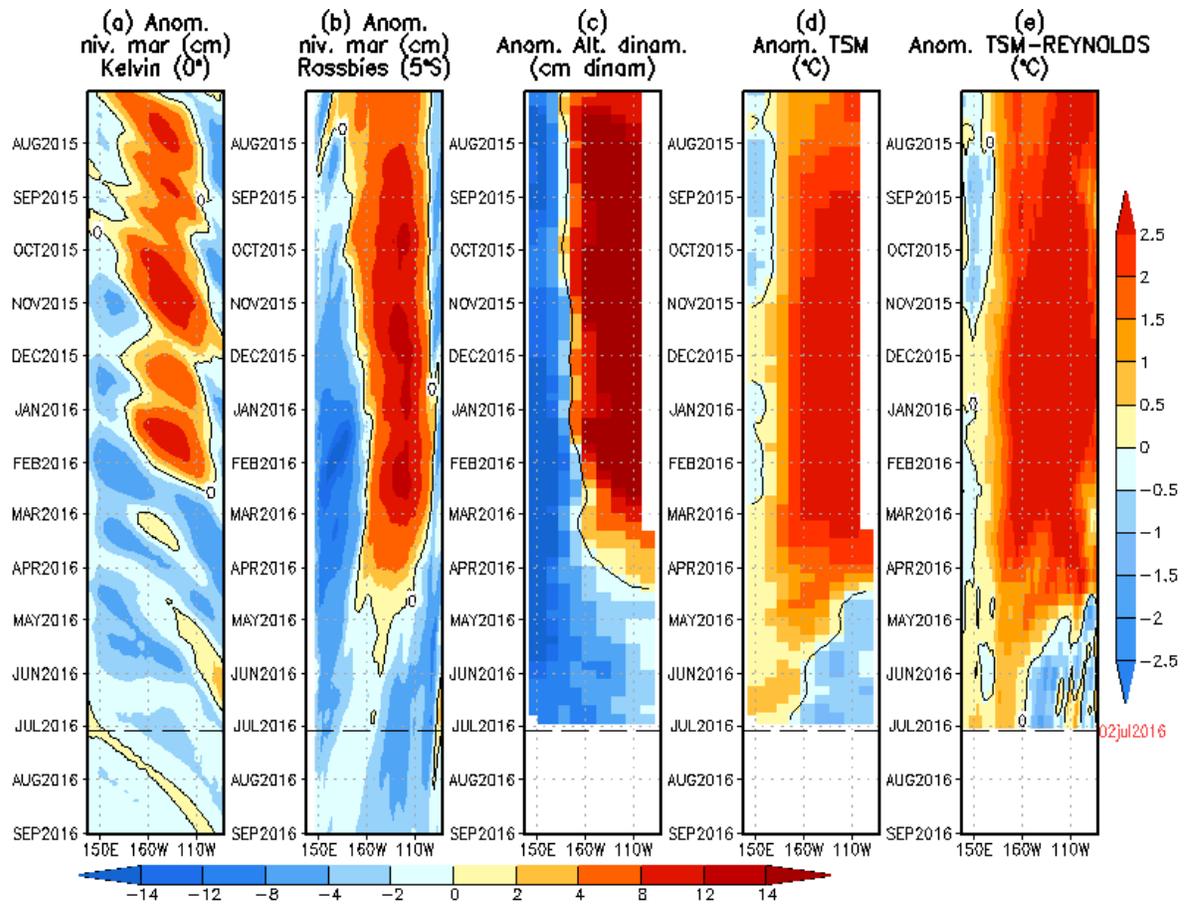
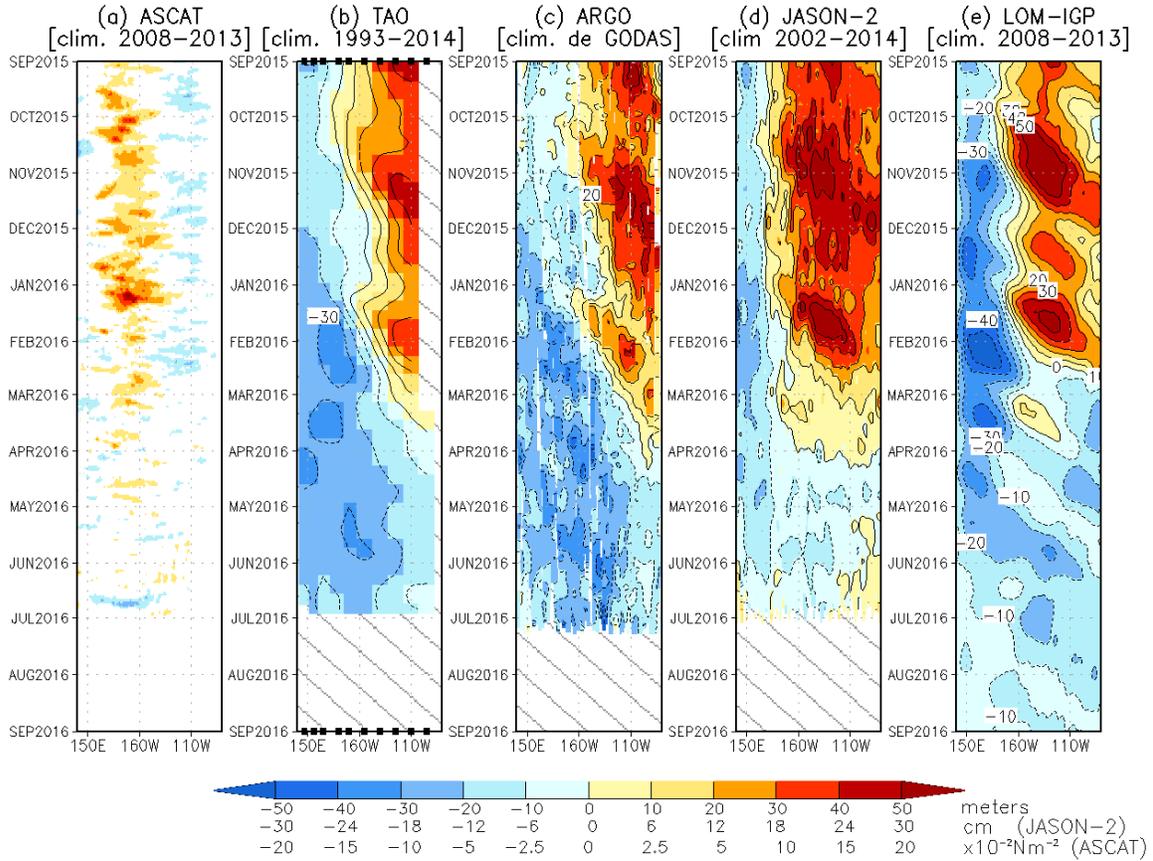
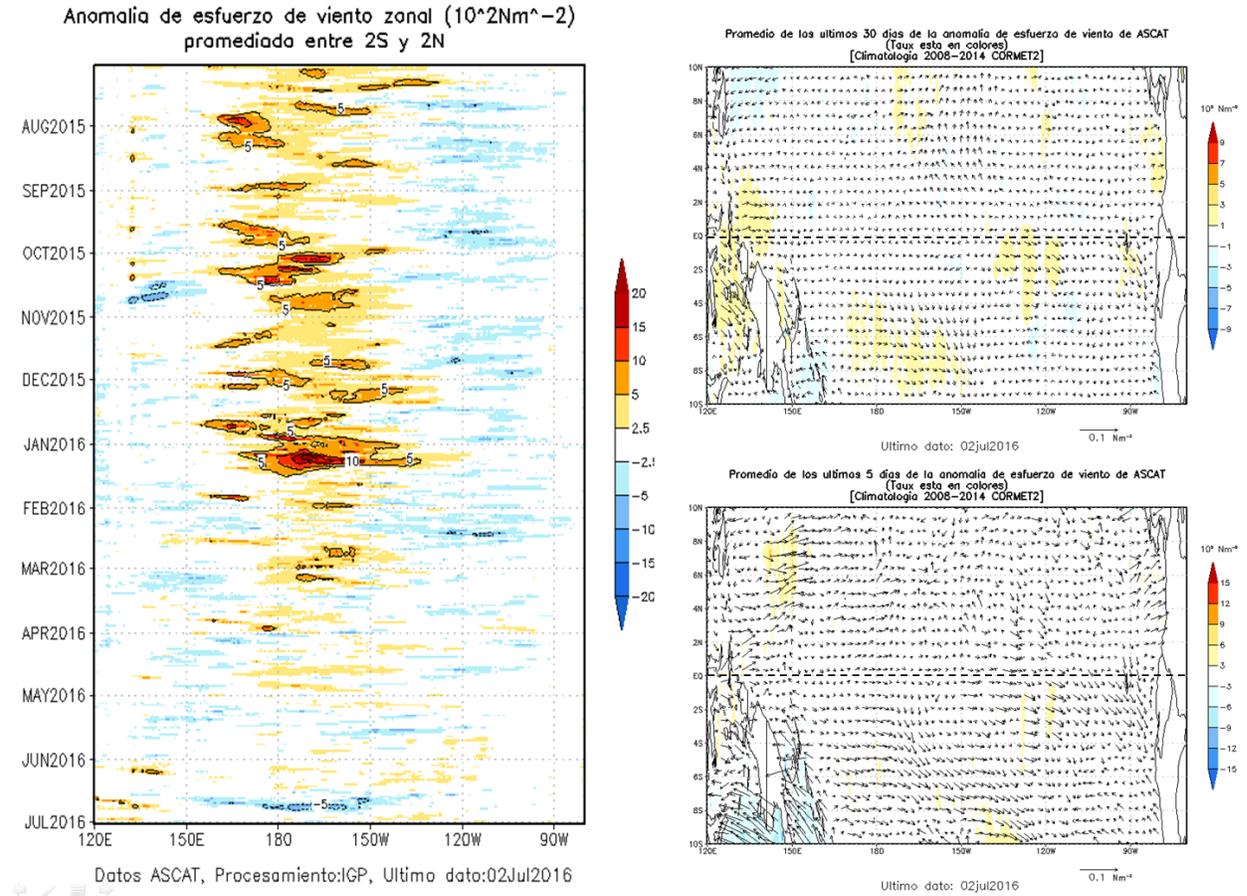


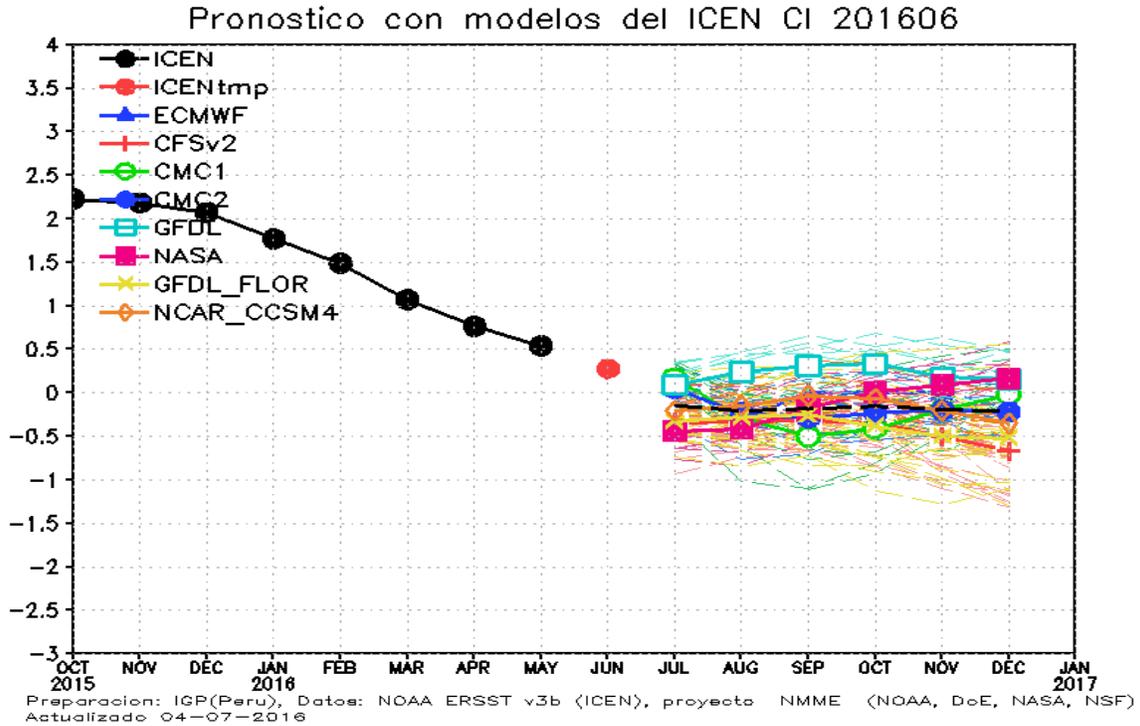
Figura 11. (a) Igual que la Figura 10, pero para LOM2a.



**Figura 12.** Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO (b) y los derivadores de Argo (c), datos del nivel del mar de JASON-2 (d). Finalmente en (e) se muestra la anomalía de la profundidad de la termoclina calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y  $\tau_{\text{aux}}=0$  para el pronóstico). Las líneas diagonales representan una propagación hacia el este con velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

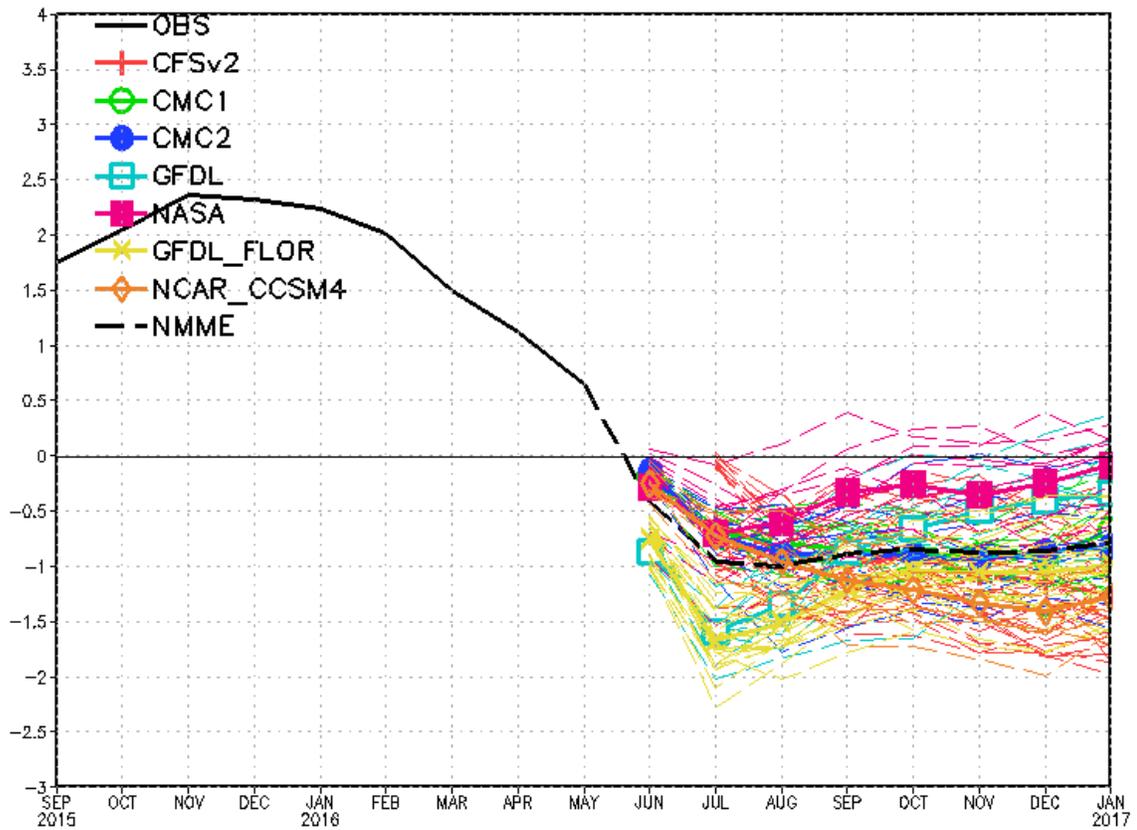


**Figura 13.** Izquierda: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT. Derecha (superior): Mapa del promedio de 30 días. Derecha (inferior): Mapa del promedio de 5 días, hasta el 02 de julio de 2016, incluyendo los vectores de esfuerzo zonal. (Elaboración: IGP)



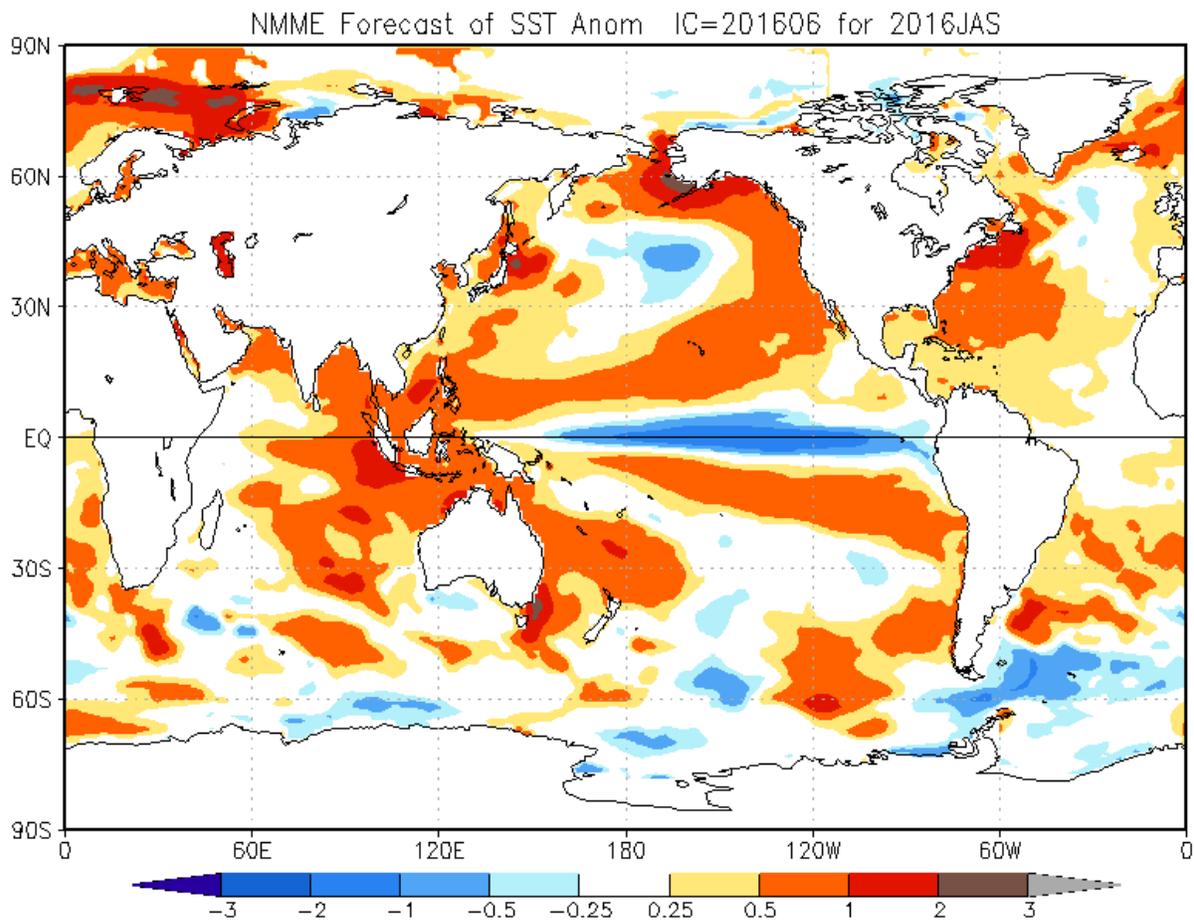
**Figura 14.** Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y sus valor temporal (ICENtmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Las líneas entrecortadas corresponden a los miembros de los "ensembles". Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA GFDL\_FLOR y NCAR\_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de junio de 2016. El modelo ECMWF tiene como condición inicial el mes de junio de 2016. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME, ECMWF).

### NMME Forecast for Niño 3.4 IC=201606

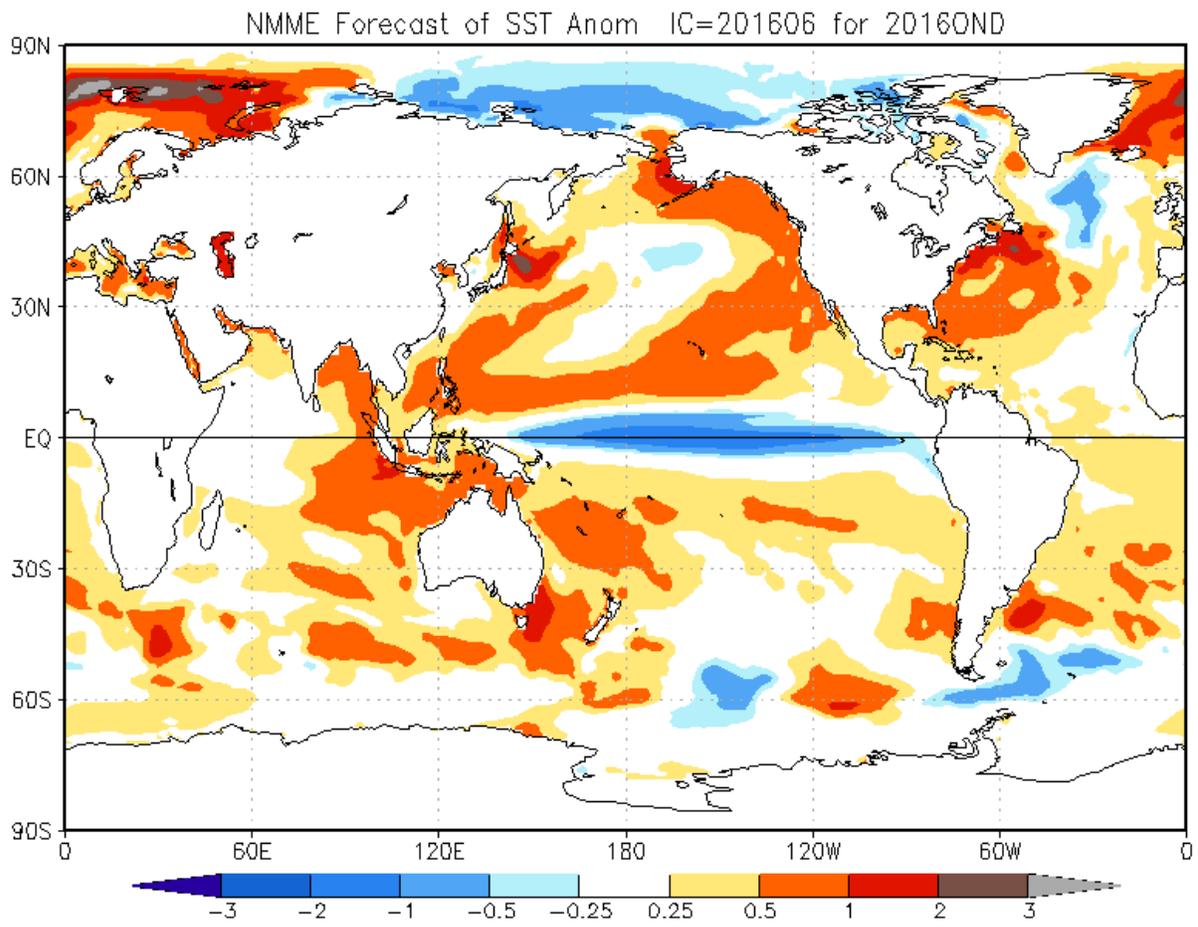


Preparation: IGP(Peru); Data NMME Project, ERSST4 CLIM81-10, sponsored by NOAA, DoE, NASA and NSF(USA)

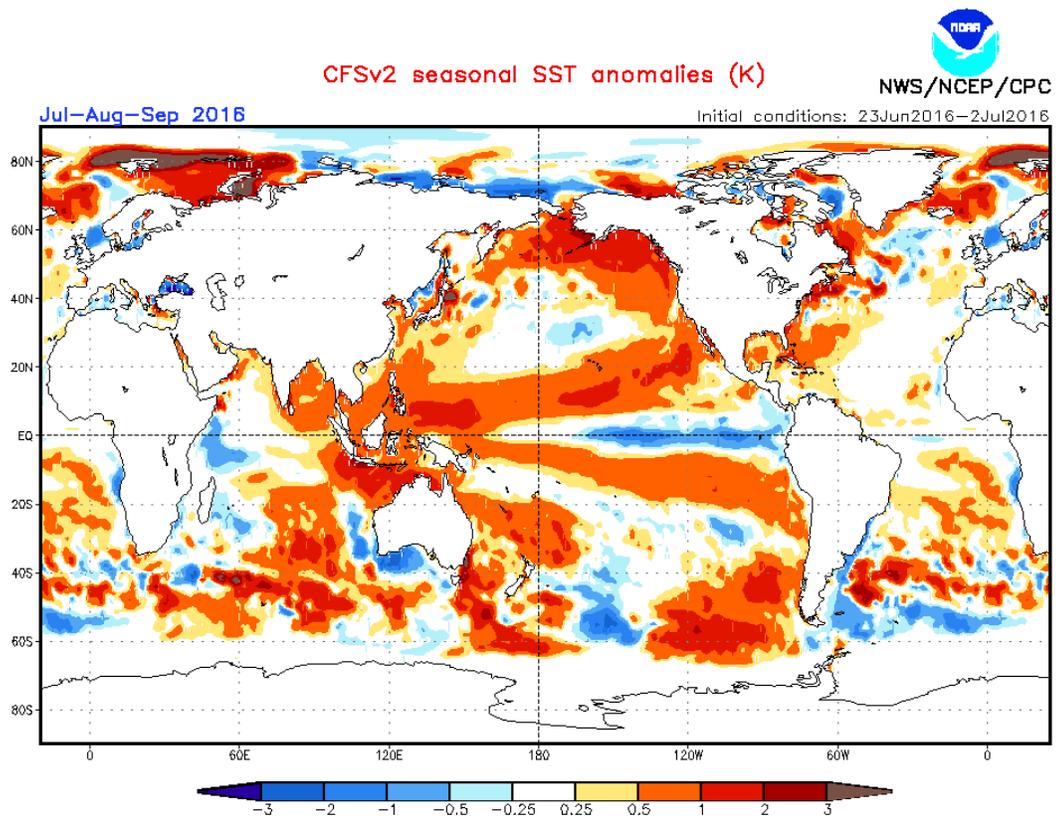
**Figura 15.** Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)



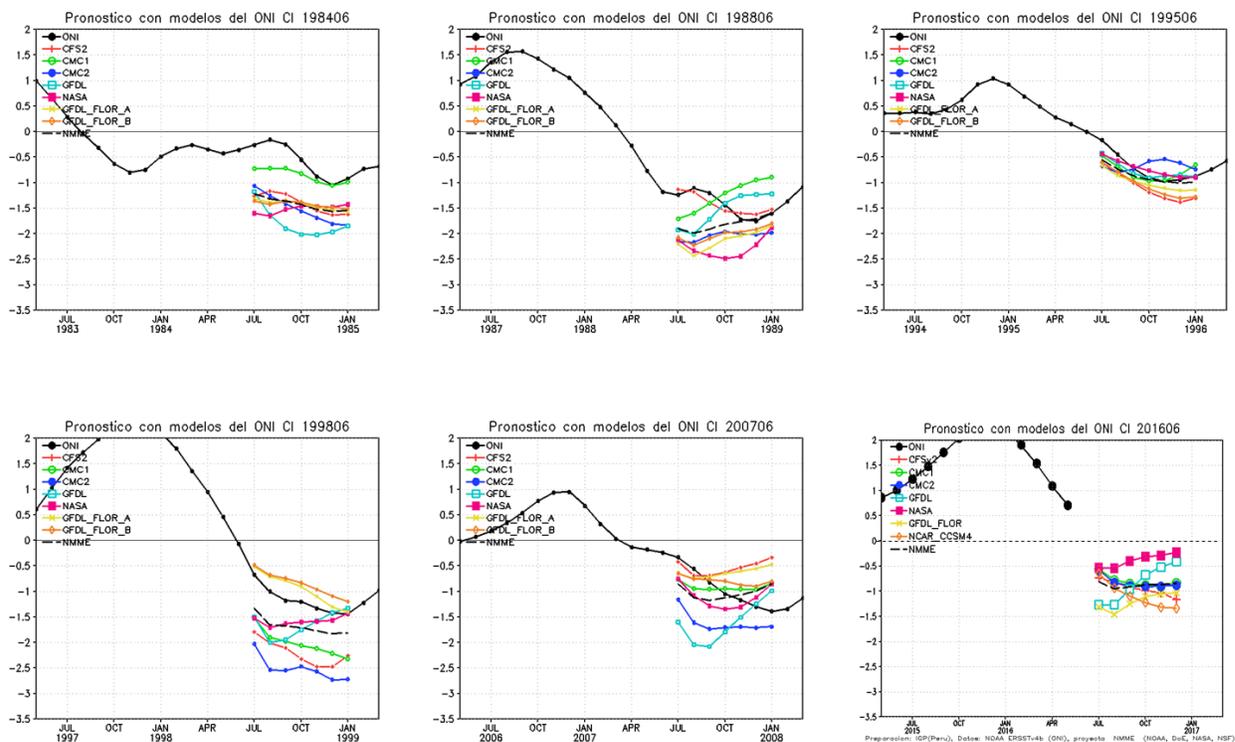
**Figura 16.** Pronóstico de la anomalía de temperatura superficial del mar promediada sobre los modelos del proyecto NMME (NCEP CFS2, CanCM3 CMC1 y 2, GFDL CM2.2, NASA, GFDL\_FLOR y NCAR\_CCSM4 para el trimestre julio-setiembre de 2016 con condiciones iniciales de junio de 2016. (Fuente: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/>)



**Figura 17.** Similar a la Fig.16, pero para el trimestre octubre – diciembre de 2016.



**Figura 18.** Pronósticos numéricos de anomalía de TSM para el periodo julio - setiembre 2016 por el modelo CFSv2 con condiciones iniciales entre el 23 de junio y 2 de julio de 2016. (Fuente: NOAA).



**Figura 19.** Pronósticos del Índice Oceánico Niño (ONI en inglés) en el Pacífico central por modelos de NMME inicializados en junio en años con condiciones La Niña en esta región. En general, se observa una tendencia a la sobreestimación del enfriamiento.