

**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/2017-08
12/09/2017**

Advertencia: El presente informe sirve como insumo para la Comisión 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

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN) para el mes de julio 2017 indicó condiciones climáticas Neutras, tanto con ERSST (ICEN = $-0,49^{\circ}\text{C}$) como con OISSTv2 (ICENOI = -0.47°C). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) coinciden en mostrar condiciones Neutras para los meses de agosto y setiembre.

Para el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA en julio, así como los estimados para agosto y setiembre, continuaron indicando condiciones neutras.

Los siete modelos numéricos de NMME inicializados en el mes de setiembre predicen condiciones Neutras en el Pacífico oriental hasta marzo de 2018, con anomalías negativas de temperatura superficial del mar en la mayoría de los meses.

Para el mes de octubre, 5 de 7 modelos de NMME indican condiciones Frías Débiles en el Pacífico central, y 2 modelos indican condiciones Neutras. Para el mes de noviembre, un modelo indica condición Fría Moderada, 5 modelos Frías Débiles y un modelo indica condición Neutra. Hasta marzo 2018, 2 modelos indican condiciones neutras, 4 la Niña Débil y uno indica la Niña moderada. El promedio de los modelos corresponde a la Niña débil.

Los resultados de los modelos lineales, así como las proyecciones teóricas de la evolución de la onda Kelvin, indican que el núcleo de la segunda onda Kelvin fría, actualmente observada, llegaría al extremo oriental del Pacífico durante el mes de octubre.

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 la Comisión 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 de la actividad y presidencia del ENFEN, 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 agosto de 2017 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 julio de 2017. Los valores se muestran en la Tabla 1. El valor de julio corresponde a condiciones neutras, aunque con TSM bajo el promedio.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones
2017	Abril	0.91	Cálida Débil
2017	Mayo	0.39	Neutra
2017	Junio	-0.11	Neutra
2017	Julio	-0.49	Neutra

Tabla 1. Valores recientes del ICEN (ERSST v3b).
(Descarga: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>)

Para los meses más recientes se generan versiones preliminares y temporales de este índice (ICENtmp) combinando ERSST con otras fuentes.

Año	Mes	ICENtmp	Condiciones	Fuente
2017	Agosto	-0.60	Neutra	2017/07-08: ERSST; 2017/09: NMME
2017	Setiembre	-0.48	Neutra	2017/08: ERSST; 2017/09-10: NMME

Tabla 2. Estimados preliminares del ICEN (ICENtmp)

Según los valores del ICENtmp, se estima que en agosto y setiembre de 2017 las condiciones serían Neutras, aunque con anomalías negativas de TSM con mayor magnitud en agosto. El ICEN de agosto será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de setiembre de 2017.

Los valores del ICENOI, calculado de la misma forma que el ICEN pero usando los datos mensuales de OISST v2 y las climatologías de ERSST v3b (<http://www.met.igp.gob.pe/datos/climNino12.txt>) se muestran en la tabla 3.

Año	Mes	ICENOI (°C)	Condiciones
2017	Abril	1.24	Cálida Moderada
2017	Mayo	0.52	Cálida Débil
2017	Junio	0.04	Neutra
2017	Julio	-0.47	Neutra

Tabla 3. Valores recientes del ICENOI (OISST.v2).

Igualmente se generaron las versiones preliminares y temporales de este índice (ICENtmp), combinando los datos de OISSTv2 con otras fuentes.

Año	Mes	ICENOI_{tm} p	Condiciones	Fuente
2017	Agosto	-0.55	Neutra	2017/07-08: OISSTv2; 2017/09: NMME
2017	Setiembre	-0.48	Neutra	2017/08: OISSTv2; 2017/09-10: NMME

Tabla 4. Estimados preliminares del ICENOI (ICENOI_{tmp})

Los valores del ICENOI_{tmp} estimados para agosto y setiembre de 2017 corresponden a condiciones Neutras. El ICENOI de agosto será confirmado cuando se disponga del valor de OISST v2 para el mes de setiembre de 2017.

Por otro lado, para el Pacífico Central (Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>), actualizado por la NOAA al mes de julio de 2017, es de -0.10°C, correspondiente a condiciones Neutras¹.

Año	Mes	ONI (°C)	Categoría
2017	Abril	0.39	Neutra
2017	Mayo	0.48	Neutra
2017	Junio	0.27	Neutra
2017	Julio	-0.10	Neutra

Tabla 5. Valores recientes del ONI.

(Descarga: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>, se trabaja solo con los últimos datos en tiempo real, por lo que pueden haber discrepancias para los meses anteriores)

Los valores estimados (ONI_{tmp}), combinando observaciones y pronósticos, indican condiciones Neutras para los meses de agosto y setiembre 2017 (Tabla 6), aunque el valor estimado de setiembre es cercano al umbral de -0.50°C para condiciones frías.

Año	Mes	ONI_{tmp}	Condiciones	Fuente
2017	Agosto	-0.27	Neutra	2017/07-08: ERSST; 2017/09: NMME

¹ Los umbrales para establecer la categoría de condiciones cálidas o frías débiles, moderadas, fuertes, y muy fuertes usando el ONI son ±0.50, ±1.00, ±1.50, y ±2.00, respectivamente (Nota Técnica ENFEN, 02-2015).

2017	Setiembre	-0.49	Neutra	2017/08: ERSST; 2017/09-10: NMME
------	-----------	-------	--------	-------------------------------------

Tabla 6. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

En el Pacífico central las anomalías de la TSM diaria (IR, MW, OSTIA) continuaron en el rango neutral, manteniéndose cerca al valor de -0.5°C , siguiendo su tendencia descendente (ver Figura 5a). Según los datos satelitales, en la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM también indica anomalías negativas, con un promedio de -0.6°C , según los productos de MW, OSTIA, e IR. (Figura 5b).

El esfuerzo de viento zonal mensual en el Pacífico central (160°E - 160°W ; 5°S - 5°N) continuó con anomalía del este en agosto (Figura 3), siendo de menor magnitud que el mes anterior. En la primera y segunda semana del mes de agosto, en el Pacífico ecuatorial (entre 175°E y 160°W) se presentaron anomalías de vientos del este, (Figura 10). La actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central-oriental es inferior a su climatología (Figuras 1 y 2), el patrón anómalo de convección ecuatorial sigue indicando un desplazamiento hacia el Pacífico occidental, consistente con condiciones tipo La Niña. El contenido de calor oceánico y la inclinación de la termoclina ecuatorial se presentaron con valores cerca de su normal, aunque con una tendencia a la descarga y empinamiento de la termoclina. (Figura 4).

Las corrientes zonales calculadas por GODAS en el Pacífico Ecuatorial, durante el mes de agosto, continuaron mostrando anomalías negativas (corrientes hacia el oeste) en la parte superior del océano ($< 90\text{m}$) en tres zonas: 1) al este de 160°E , 2) 170° Y 140°W y 3) al este de 125°W (ver Figura 16). Esto podría deberse a la presencia de una onda Kelvin fría durante este mes, según los datos de ARGO+TAO y modelos lineales. La primera de ellas, como se indicó en el informe anterior, se habría formado por vientos del oeste durante el mes de julio e inicios de agosto, y la segunda por pulsos de vientos durante el mes de agosto e inicios de setiembre. La señal de esta onda Kelvin en el producto de DUACS (nivel del mar) es débil (Figura 8).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Los resultados de los modelos lineales, así como las proyecciones teóricas de la evolución de la onda Kelvin, indican que el núcleo de la segunda onda Kelvin fría, actualmente observada, llegaría al extremo oriental durante el mes de octubre. Asimismo, de cumplirse los pronósticos de los modelos GFS y CFS, los cuales indican la presencia de anomalías de viento del este alrededor de la línea de cambio de fecha en las siguientes semanas, se esperaría la presencia de más ondas Kelvin frías que arribarían a partir del mes de noviembre.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los pronósticos de los 7 modelos climáticos de NMME (CFSv2, NASA_GEOS5, FLOR, CM2.1, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2) con condiciones iniciales de setiembre, indican en promedio condiciones neutras hasta el mes de marzo 2018, (Fig. 11 y Tabla 7). En contraste con los pronósticos del mes anterior, estos son menores y la mayoría de meses indican anomalías negativas.

Para el Pacífico central (Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en setiembre, 5 de 7 modelos indican condiciones frías débiles y 2 modelos indican neutras, para el mes de noviembre un modelo indica condición fría moderada, 5 modelos fría débil y un modelo condición neutra. Hasta marzo

2018, 2 modelos indican condiciones neutras, 3 La Niña débil, y 2 La Niña moderada. El promedio corresponde a la Niña débil. Estos pronósticos son más fríos que los inicializados en setiembre de 2016 (Tabla 8 y Fig. 12). Considerando el modelo POAMA, inicializado en agosto, también indica condiciones frías débiles hasta febrero de 2018 (Fig.12).

Los pronósticos de los modelos han aumentado sustancialmente la probabilidad de condiciones La Niña en el Pacífico central ecuatorial, así como mayor enfriamiento en la costa, aunque aún en el rango neutral. El patrón espacial proyectado de TSM y de precipitación pronosticado es típico de La Niña, con ausencia del calentamiento en el Pacífico sudeste (frente a norte de Chile) y en la costa de Perú pronosticado por los modelos en esta fecha en el año 2016, pronosticando anomalías nulas y negativas, respectivamente, en esta ocasión. Asimismo, no se prevé mayor lluvia en la banda sur de la ZCIT en el verano/otoño de 2018 como en los pronósticos del 2016. Esto indica menores probabilidades de que se pueda repetir un evento similar a El Niño costero de 2017.

Modelo	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA
CFS2		-0.70	-0.56	-0.67	-0.80	-0.85	-0.78	-0.67
CMC1		-0.36	-0.05	-0.02	-0.04	-0.08	-0.14	-0.14
CMC2		-0.38	-0.15	-0.21	-0.30	-0.30	-0.24	-0.15
GFDL		-0.50	-0.25	-0.29	-0.45	-0.49	-0.35	-0.08
NASA		-0.28	0.04	0.02	-0.05	-0.13	-0.11	-0.01
GFDL_FLOR		-0.58	-0.45	-0.60	-0.73	-0.63	-0.32	-0.09
NCAR_CCSM4		-0.64	-0.45	-0.36	-0.41	-0.49	-0.59	-0.62
NMME		-0.49	-0.27	-0.30	-0.40	-0.42	-0.36	-0.25
ICENTmp	-0.6							

Tabla 7. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de setiembre de 2017

Modelo	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA
CFS2		-0.41	-0.85	-0.94	-1.10	-1.19	-1.14	-0.90
CMC1		-0.23	-0.33	-0.40	-0.43	-0.40	-0.26	-0.08
CMC2		-0.42	-0.60	-0.69	-0.70	-0.69	-0.57	-0.33
GFDL		-0.55	-0.91	-1.11	-1.08	-0.86	-0.51	-0.16
NASA		-0.40	-0.56	-0.56	-0.45	-0.34	-0.17	-0.01
GFDL_FLOR		-0.44	-0.65	-0.70	-0.67	-0.60	-0.43	-0.15
NCAR_CCSM4		-0.22	-0.42	-0.66	-1.02	-1.22	-1.22	-1.02
NMME		-0.38	-0.62	-0.72	-0.78	-0.76	-0.61	-0.38
ONItmp	-0.27							

Tabla 8. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de setiembre de 2017

Pronóstico decadal

Los modelos continúan pronosticando anomalías de TSM positivas en el Pacífico noreste (presentes desde el 2014), consistente con los pronósticos de Thoma et al (2015) y Meehl et al (2016). El calentamiento en el Pacífico sudeste subtropical observado desde el año 2015 ya no se observa en los pronósticos de los modelos de NMME.

El esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central muestra anomalías negativas, por lo cual no puede estar forzado por el PDO actualmente. Estas persistentes anomalías (desde mediados de 2016) no parecen responder a la dinámica de ENOS y podrían reflejar algún otro forzante externo.

Conclusiones:

1. El **ICEN para julio de 2017** fue de -0.49 (**Neutra**) y el **ICENtmp** para agosto y setiembre de 2017 **es -0.60 y -0.48 (Neutro)**. Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son **-0.47 (Neutra)**, y los temporales **-0.55 y -0.48 (Neutro)**.
2. En el Pacífico central, el ONI de julio (JJA) y el estimado para agosto correspondieron a condiciones Neutras. La ATSM en la región Niño 3.4, ha fluctuado alrededor de los -0.6°C en el mes de agosto.
3. Según TAO y NCEP/NCAR reanalysis, el viento zonal ecuatorial presentó anomalías predominantemente del este. La prevalencia de anomalías del este en el Pacífico central-occidental se observa desde mediados de 2016.
4. El patrón anómalo de convección ecuatorial sigue indicando desplazamiento hacia el Pacífico occidental, consistente con condiciones tipo La Niña.
5. El contenido de calor oceánico y la inclinación de la termoclina ecuatorial se presentaron con valores cerca de su normal, aunque con una tendencia a la descarga y empinamiento de la termoclina.
6. Las corrientes zonales calculadas por GODAS en el Pacífico Ecuatorial, durante el mes de agosto, mostraron anomalías negativas (corrientes hacia el oeste) en la parte superior del océano (<90m) en tres zonas: 1) al este de 160°E, 2) 170° y 140°W; y 3) al este de 125°W. Esto podría deberse a la presencia de ondas Kelvin frías durante este mes, según los datos de ARGO+TAO y modelos lineales.
7. Para las próximas semanas, el modelo GFS y el CFS predicen anomalías de viento del este entre 160°E y 160°W, aproximadamente.
8. Los resultados de los modelos lineales, así como las proyecciones teóricas de la evolución de la onda Kelvin, indican que el núcleo de la segunda onda Kelvin fría, actualmente observada, llegaría al extremo oriental durante el mes de octubre .
9. De cumplirse el pronóstico del GFS, relacionado a pulsos de viento del este en el Pacífico Central durante el mes de setiembre, se tendría, entonces, la presencia de mas ondas Kelvin frías que arribarían a partir del mes de noviembre.
10. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los 7 modelos de NMME indica condiciones **Neutras**

hasta marzo de 2018; en contraste con los pronósticos del mes anterior, estos índices son menores y la mayoría de los modelos indican anomalías negativas.

11. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), para el mes de **octubre los 5 de 7 modelos de NMME indican condiciones Frías Débiles y 2 modelos indican Neutras**. Hasta marzo 2018, 2 modelos indican condiciones neutras, 3 La Niña débil y 2 La Niña moderada. El promedio de los modelos corresponde a La Niña débil. Estos pronósticos son más fríos que los de hace un año.
12. Los modelos continúan pronosticando anomalías de TSM positivas en el Pacífico noreste (presentes desde el 2014), consistente con los pronósticos de Thoma et al (2015) y Meehl et al (2016). El calentamiento en el Pacífico sudeste subtropical observado desde el año 2015 ya no se observa en los pronósticos de los modelos NMME.
13. El esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central muestra anomalías negativas, por lo cual no puede estar forzado por el PDO actualmente. Estas persistentes anomalías (desde mediados de 2016) no parecen responder a la dinámica de ENOS y podrían reflejar algún otro forzante externo.

Bibliografía

- **Aparco J., K. Mosquera y K. Takahashi**, 2014: Flotadores Argo para el cálculo de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aplicación Operacional), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Mayo, 1, 5.
- Cravatte, S., W. S. Kessler, N. Smith, S. E. Wijffels, Ando, K., Cronin, M., Farrar, T., Gulyardi, E., Kumar, A., Lee, T., Roemmich, D., Serra, Y, Sprintall, J., Strutton, P., Sutton, A., **Takahashi, K.** y Wittenberg, A., 2016: First Report of TPOS 2020. GOOS-215, 200 pp. [<http://tpos2020.org/first-report>]
- DiNezio, P., 2016: Desafíos en la predicción de La Niña, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 3 (9), 4-8.
- **ENFEN 2012**: Definición operacional de los eventos "El Niño" y "La Niña" y sus magnitudes en la costa del Perú. *Nota Técnica ENFEN*.
- **ENFEN 2015**: Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. *Nota Técnica ENFEN 02-2015*.
- Kug, J.-S., Jin, F.-F., An, S.-I., 2009: Two types of El Niño events: Cold tongue El Niño and warm pool El Niño. *J. Climate* 22, 6, 1499–1515, doi:10.1175/2008JCLI2624.1.
- Lavado-Casimiro, W., **Espinoza, J. C.**, 2014: Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007), *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29 (2), 171-182.
- Meehl G, Hu A, Teng H, 2016: Initialized decadal prediction for transition to positive phase of the Interdecadal Pacific Oscillation. *Nature Communications*, doi: 10.1038/ncomms11718
- **Mosquera, K.**, 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para obtener el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- **Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos**, 2010: 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
- **Reupo, J., y Takahashi, K., 2014:** Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010). Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 1, 8-9.
- **Takahashi, K., Martínez, A. G., 2016:** The very strong El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. Climate Dynamics, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1.
- Thoma M, Greatbatch R, Kadow C, Gerdes R, 2015: Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. Geophys. Res. Lett. doi: 10.1002/2015GL064833

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.

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

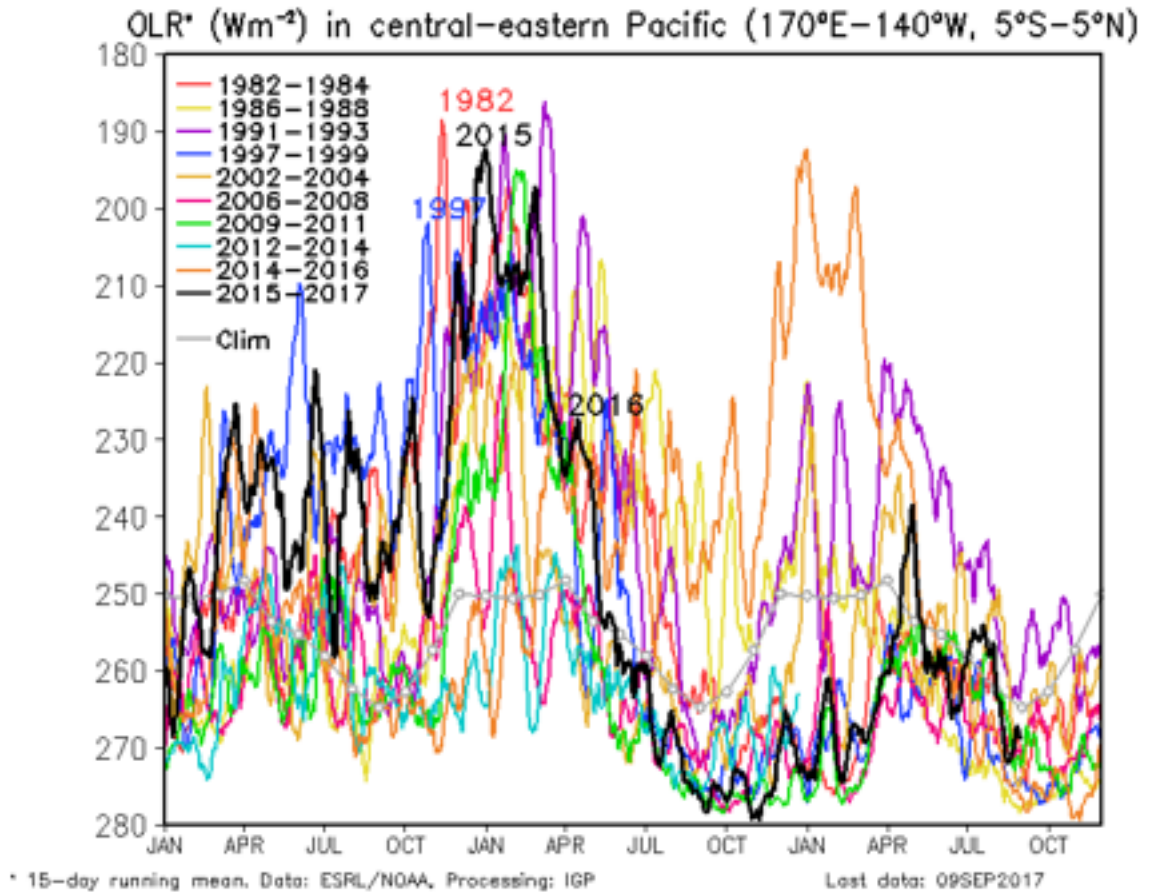


Figura 1. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}-140^{\circ}W$ y $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP

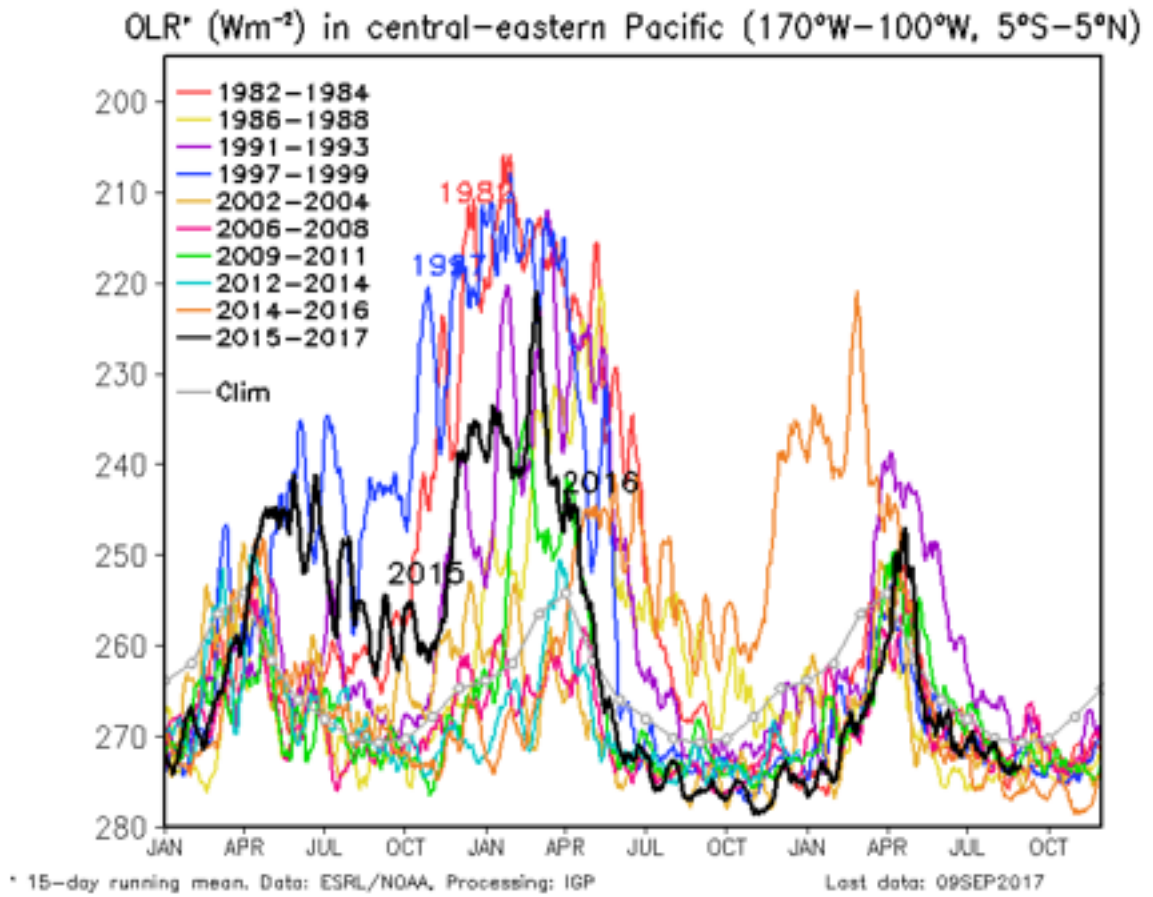


Figura 2. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}-100^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP

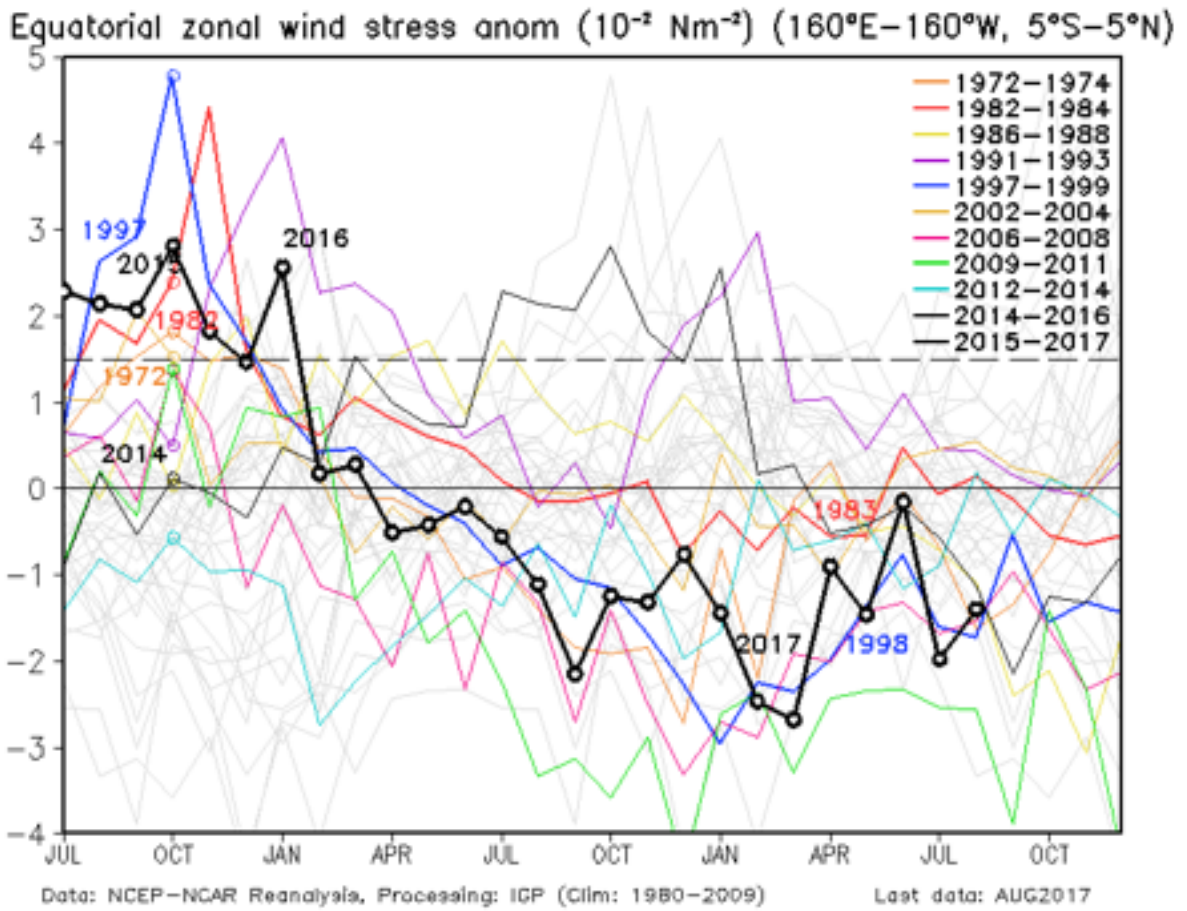


Figura 3. Promedio de la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial ($160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) obtenido de los datos del reanálisis de NCEP-NCAR. Elaboración: IGP

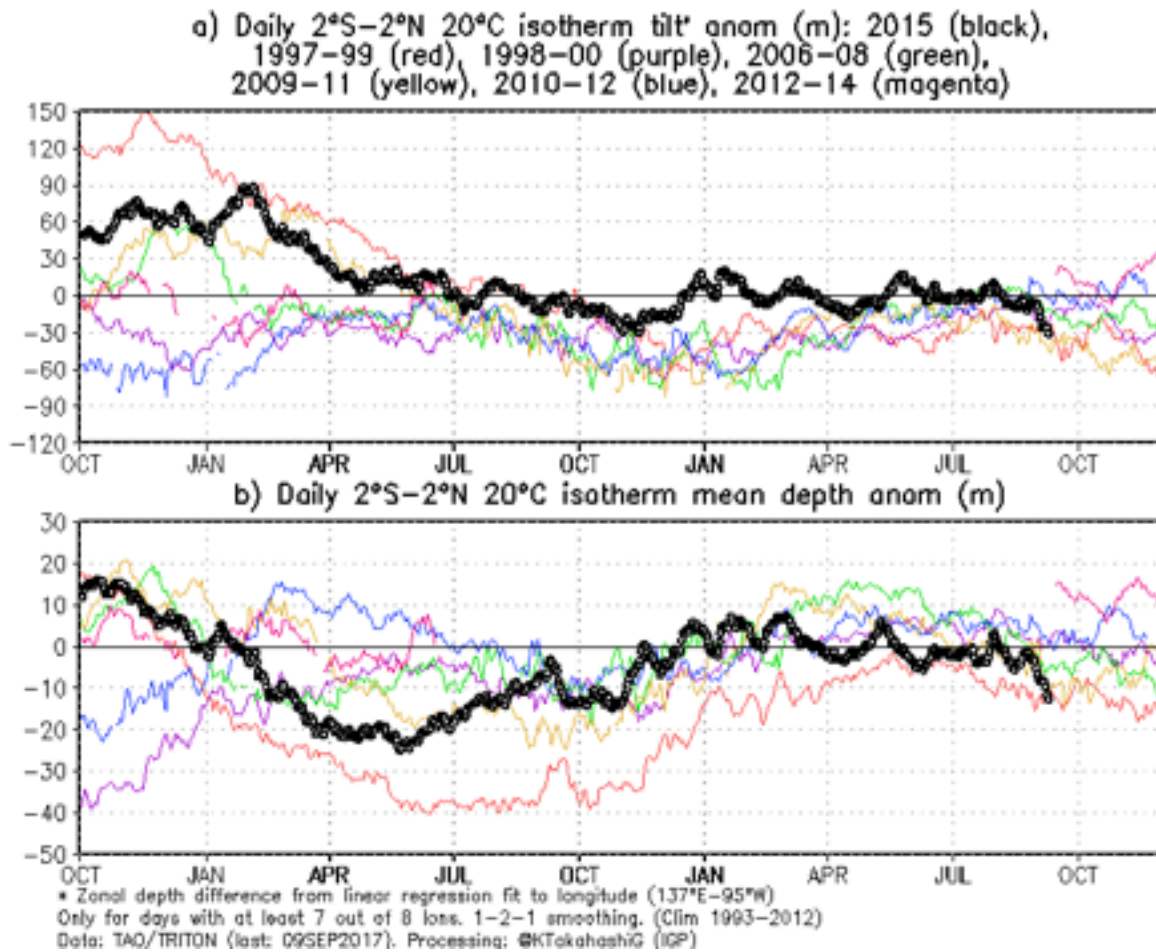


Figura 4 a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. b) Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores, se excluyen las boyas TRITON (Pacífico occidental) que ya no está operativas. Elaboración: IGP

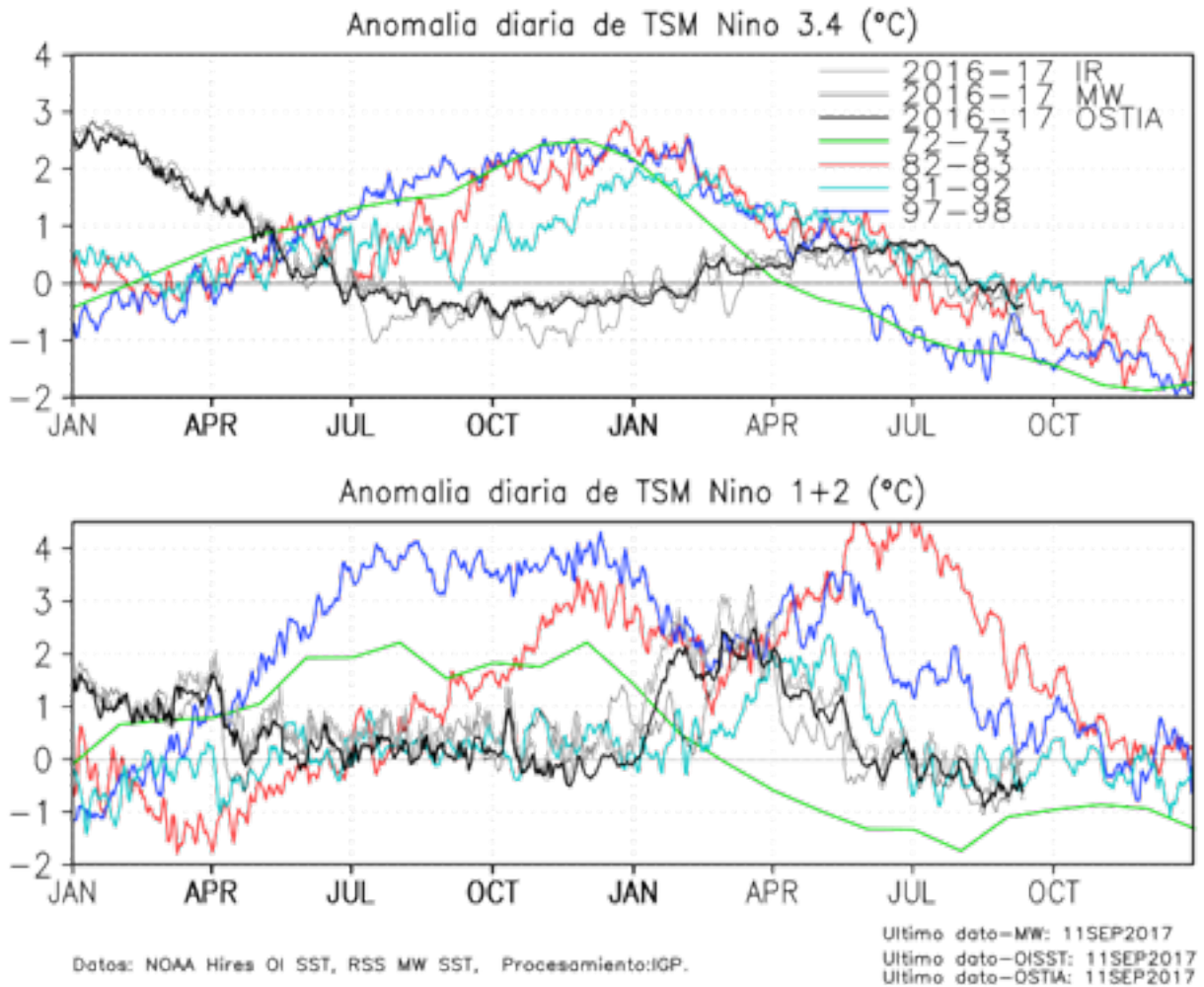


Figura 5 Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del 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

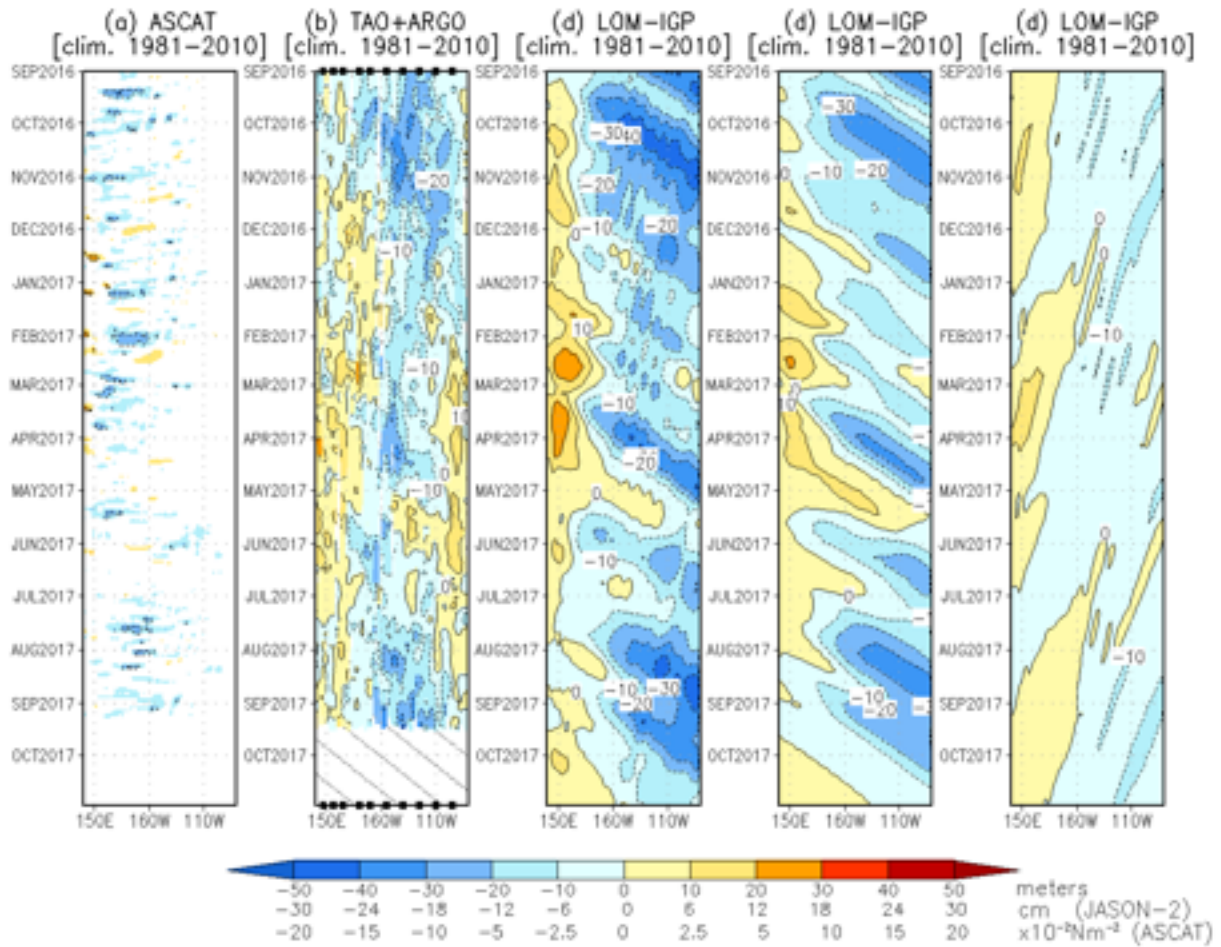


Figura 6. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b) , diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c) , diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rosbby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

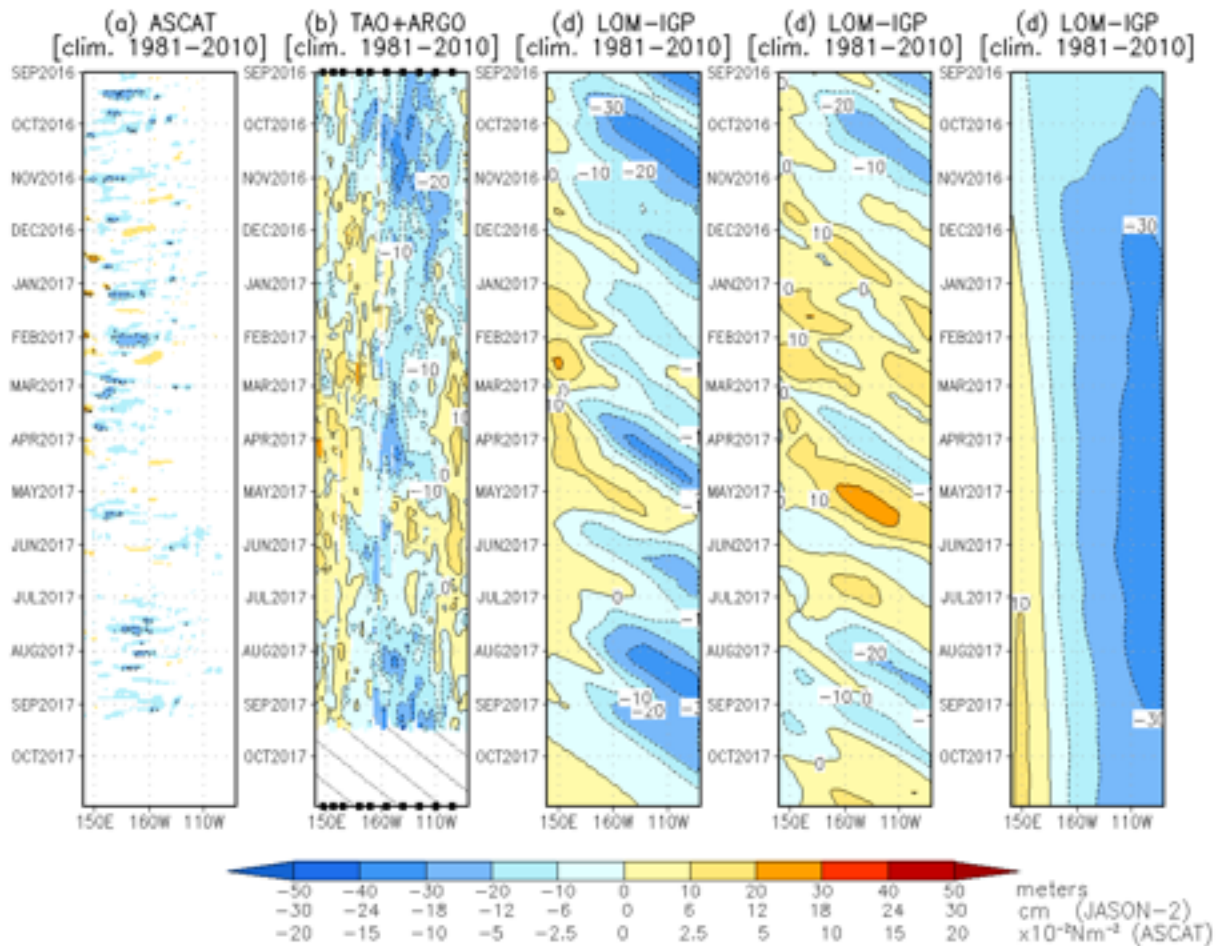


Figura 7. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda Kelvin (tercer panel), onda Kelvin intraestacional (cuarto panel), Onda Kelvin interanual multiplicado por un factor de dos (quinto panel). Las tres figuras de la derecha son resultados numéricos de un modelo oceánico lineal , forzado con información de vientos de ASCAT. Las líneas diagonales representan la trayectoria que tendría la onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

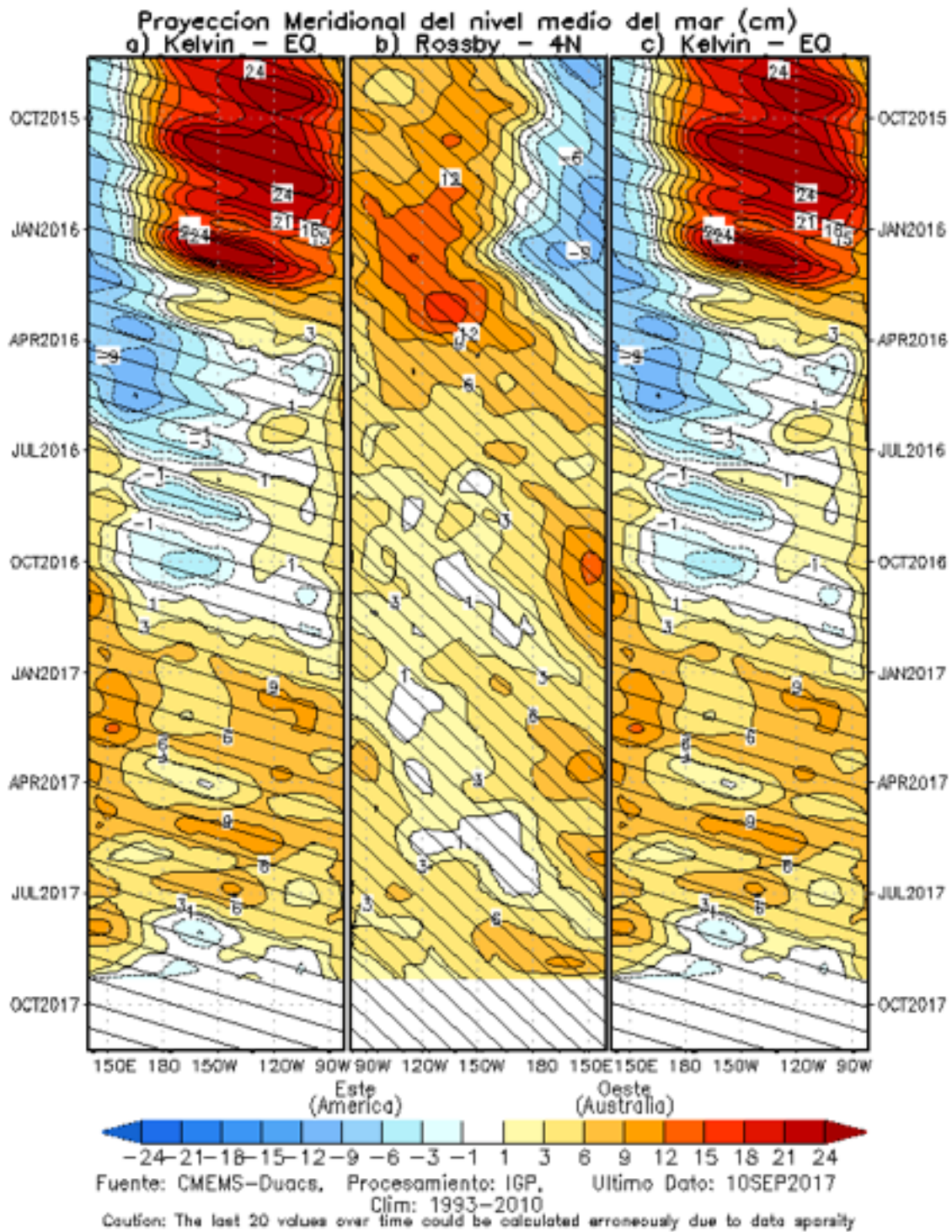


Figura 8. Proyección meridional del nivel medio del mar (cm), a) onda Kelvin en el Ecuador, b) onda Rossby en 4°N, y c) onda Kelvin en el ecuador.

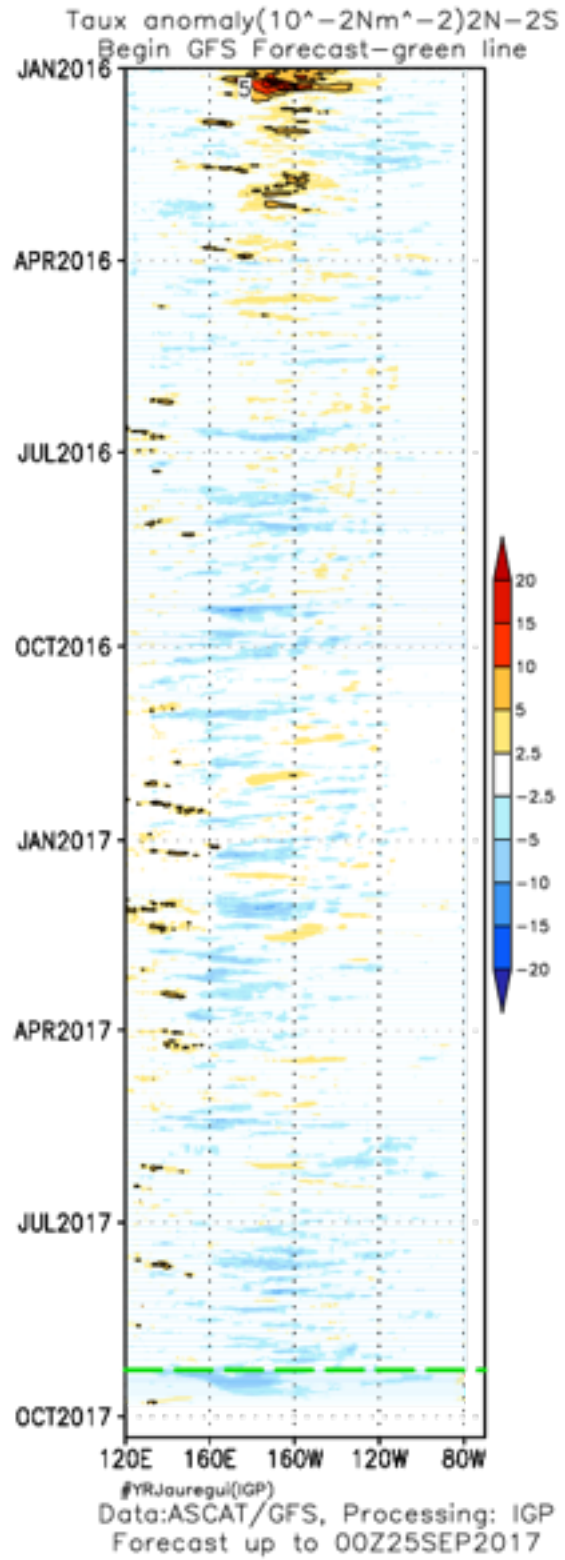


Figura 9: Pronóstico de vientos del modelo GFS en el Pacifico ecuatorial (2°N-2°S), hasta el 25 de setiembre 2017.

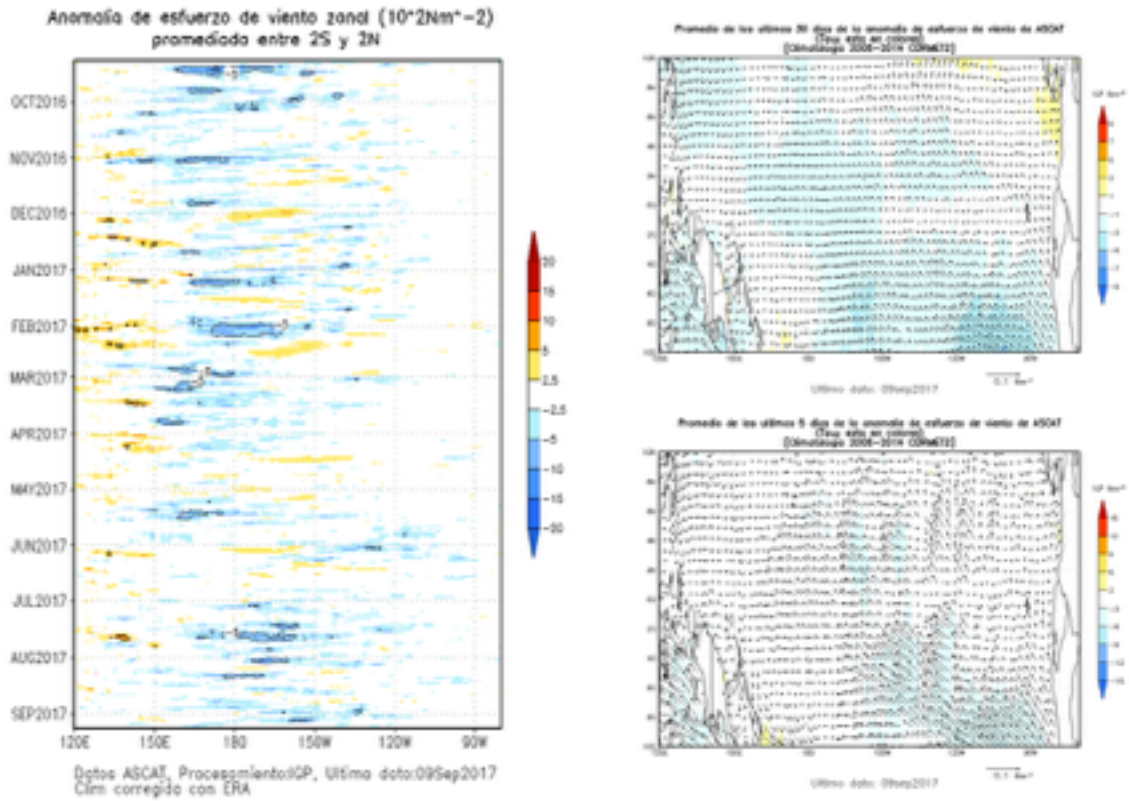


Figura 10. Izquierda: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT. Derecha (superior): Mapa del promedio de 30 días. Derecha (inferior): Mapa del promedio de 5 días, hasta el 09 de setiembre de 2017, incluyendo los vectores de esfuerzo zonal. (Elaboración: IGP)

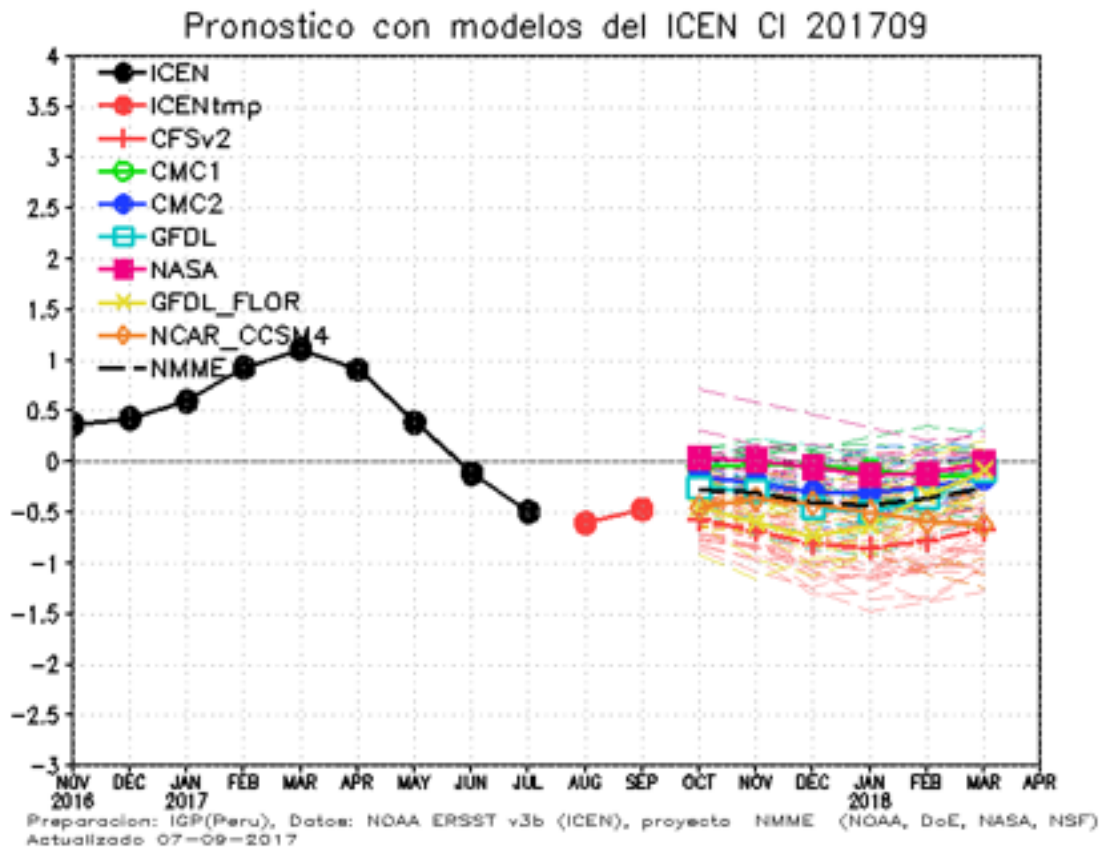


Figura 11. Índice Costero El Niño (ICEN, negro con círculos llenos) y su valor temporal (ICENTmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de setiembre de 2017. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

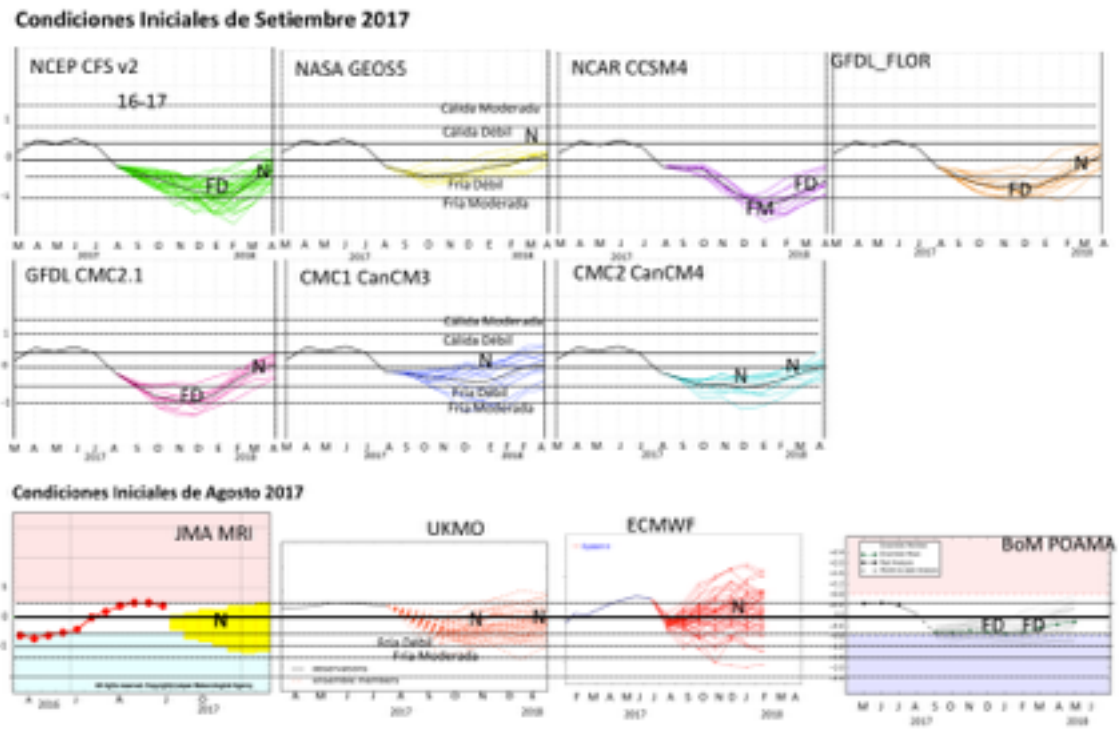


Figura 12. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.

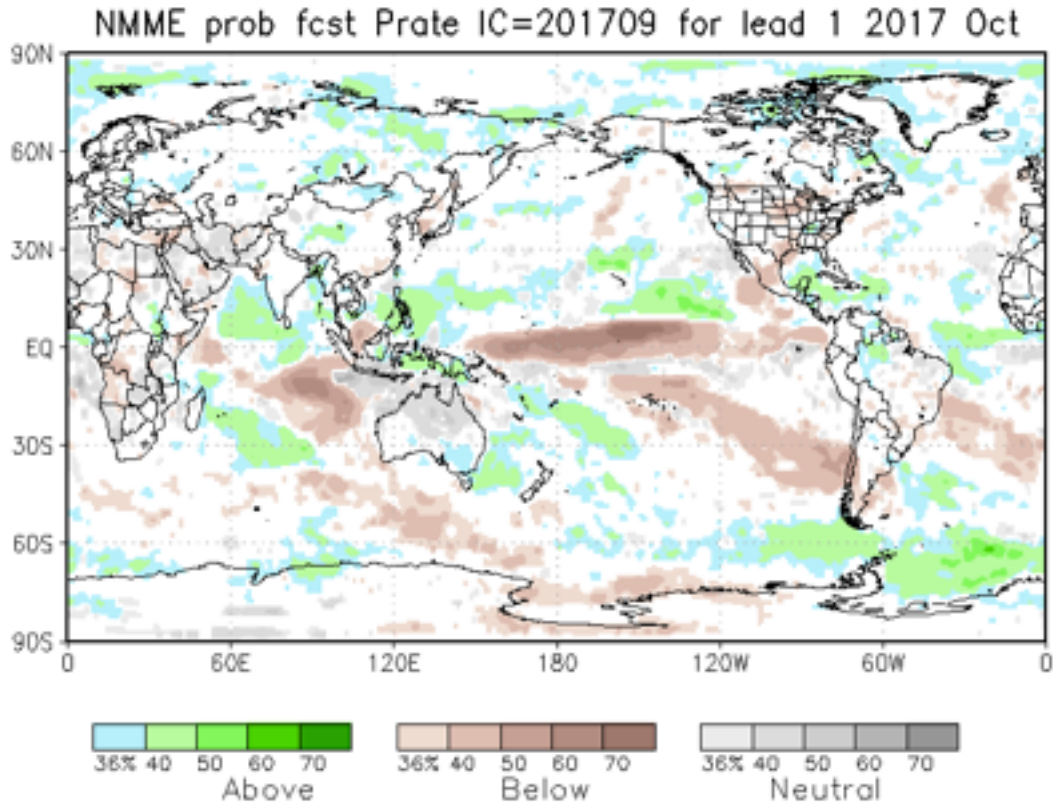


Figura 13. Pronósticos probabilísticos de precipitación (calibrados) para octubre 2017 por modelos de NMME inicializados en setiembre 2017. (Fuente: NOAA).

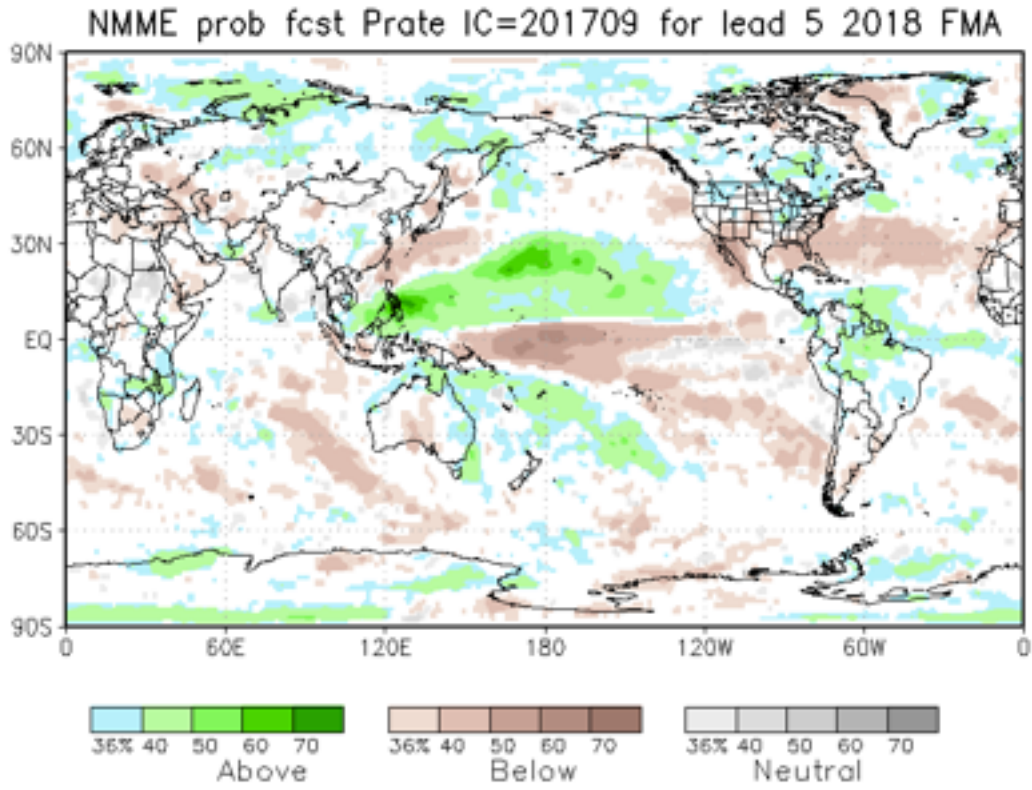


Figura 14. Similar a la Fig. 13 pero para el trimestre febrero-abril 2018 (Fuente: NOAA).

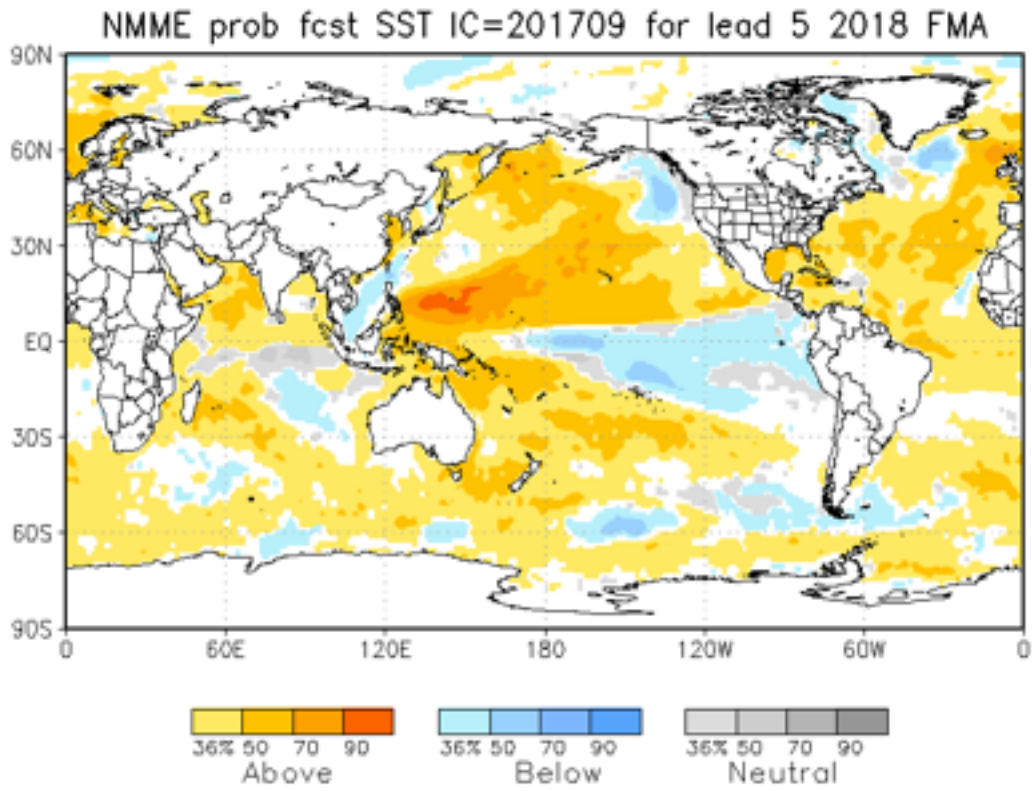


Figura 15. Pronósticos probabilísticos de temperatura superficial del mar (calibrados) para el trimestre febrero-abril 2018 por modelos de NMME inicializados en setiembre 2017. (Fuente: NOAA).

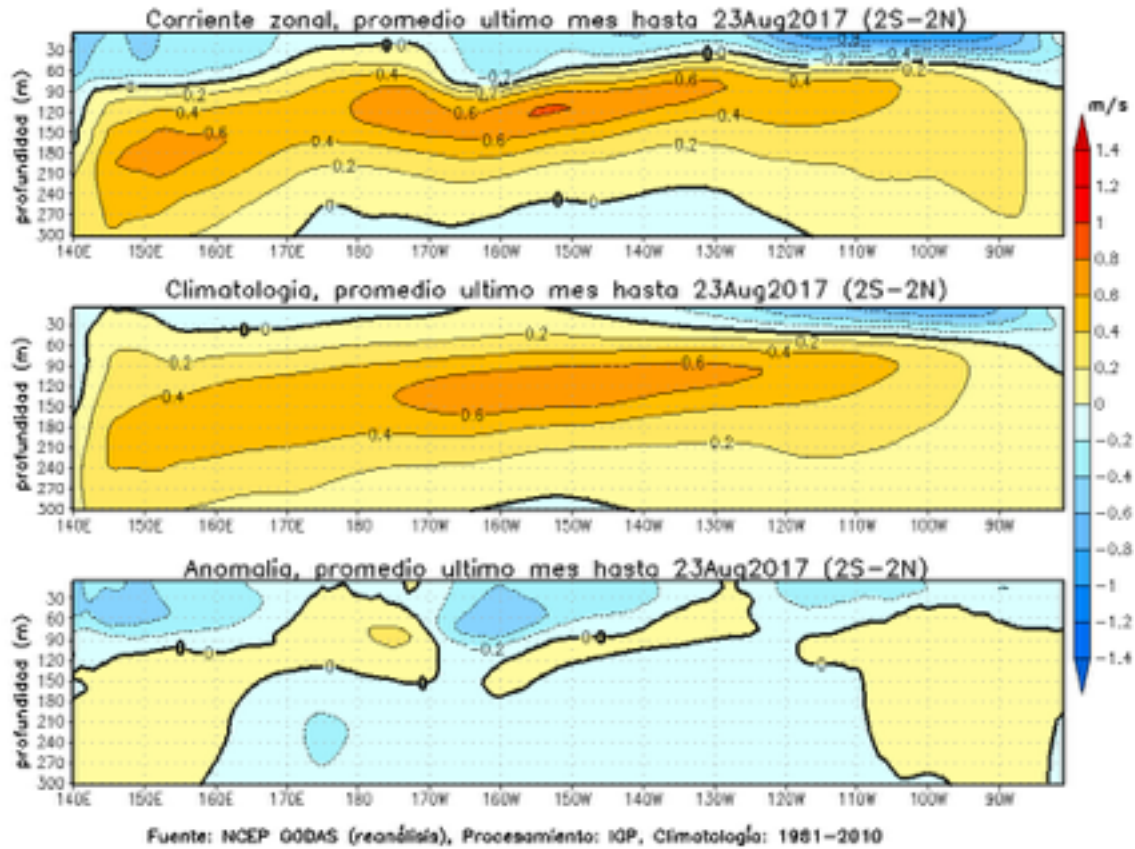


Figura 16. Promedio de los últimos 30 días de las corrientes zonales obtenidas del reanalysis GODAS (*Global Ocean Data Assimilation System*: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/GODAS/>) a lo largo de la franja ecuatorial. Arriba se muestra el total; al medio, la climatología; y abajo la anomalía.

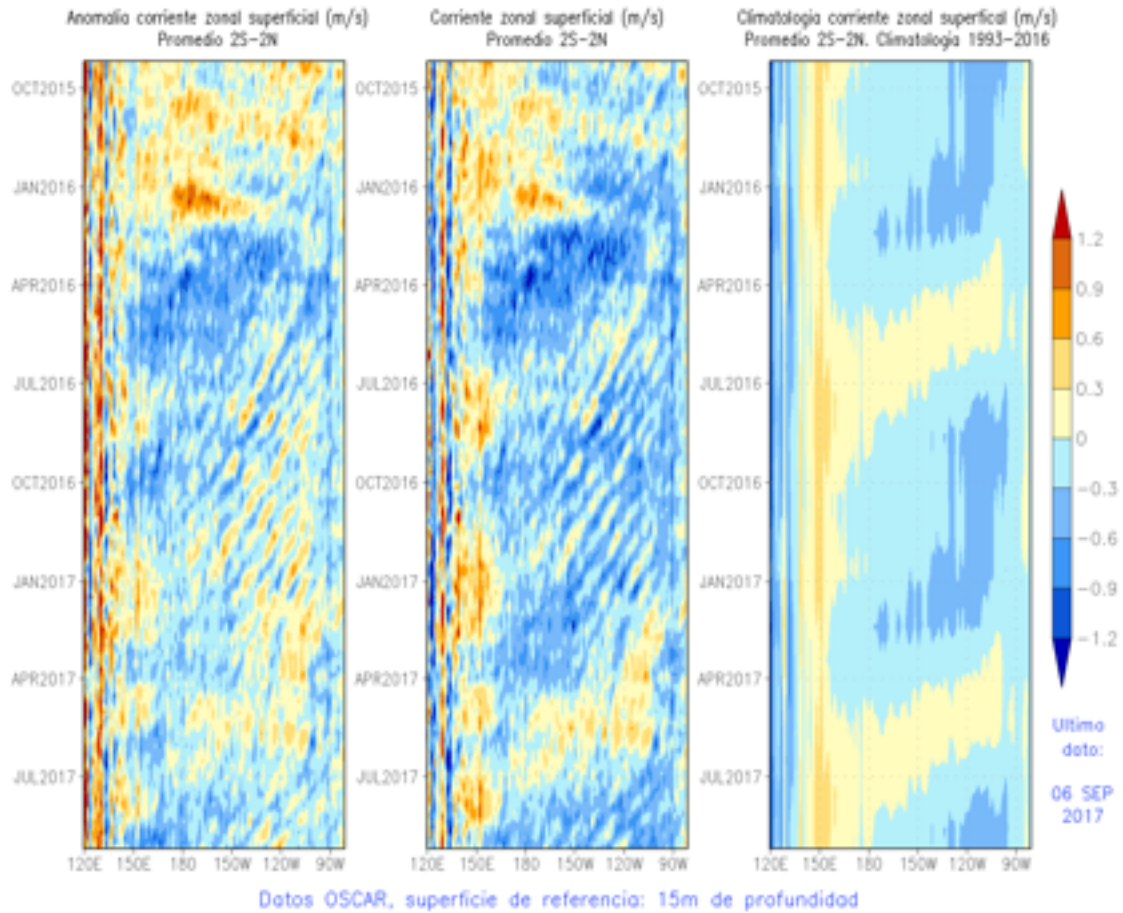


Figura 17. Diagramas longitud versus tiempo de las corrientes zonales a lo largo de la franja ecuatorial (2°S-2°N) obtenido del producto OSCAR (*Ocean Surface Current Analyses Real-time*: http://www.esr.org/oscar_index.html). De izquierda a derecha se gráfica: la anomalía, el total y la climatología de las corrientes zonales.