

**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/EI Niño-IGP/2018-07

09/08/2018

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

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), basado en los datos de ERSSTv3 para el mes de junio de 2018, la condición climática para la costa peruana es Neutra (ICEN = -0,60) al igual que el valor estimado con OISSTv2 (ICENOI = -0,66). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) y el ICENOI (ICENOItmp) para los meses de julio y agosto coinciden en condiciones Neutras. En lo que respecta al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA indica que en junio de 2018 se tuvo una condición Neutra (0,06°C); la misma condición se tiene para los estimados temporales de julio y agosto.

En base al análisis de los datos y resultados de los modelos numéricos, se espera el arribo, primero, de una onda Kelvin fría en la segunda quincena de agosto y luego una onda Kelvin cálida para el mes de setiembre. Asimismo, de mantenerse los pronósticos de pulsos de vientos del oeste en el Pacífico Central, la onda Kelvin cálida podría verse fortalecida.

Según el promedio de los siete modelos numéricos de NMME, inicializados con condiciones del mes de agosto de 2018, se esperan condiciones Neutras para el Pacífico oriental hasta el mes de noviembre, y condiciones Cálidas Débiles entre los meses de diciembre de 2018 y febrero de 2019.

En la región del Pacífico central ecuatorial, el promedio de los modelos de NMME muestran condiciones Cálidas Débiles entre los meses de setiembre y octubre de 2018 y, condiciones Cálidas Moderadas entre los meses de noviembre y febrero de 2019.

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 julio de 2018 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 junio de 2018 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1. El valor de junio corresponde a una condición Neutra.

Año	Mes	ICEN (°C)	Condiciones
2018	Marzo	-1.48	Fría Fuerte
2018	Abril	-1.17	Fría Débil
2018	Mayo	-0.80	Neutra
2018	Junio	-0.60	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
2018	Julio	-0.47	Neutro	2018/06-07: ERSST; 2018/08: NMME
2018	Agosto	-0.16	Neutro	2018/07: ERSST; 2018/08-09: NMME

Tabla 2. Estimados preliminares del ICEN (ICENtmp)

Según los valores del ICENtmp, se estima que en los meses de julio y agosto de 2018 las condiciones serían del tipo Neutras. El ICEN de julio será confirmado cuando se disponga del valor de ERSST para el mes de agosto de 2018.

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
2018	Marzo	-0.74	Neutro
2018	Abril	-0.78	Neutro
2018	Mayo	-0.84	Neutro
2018	Junio	-0.66	Neutro

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

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

Año	Mes	ICENItmp	Condiciones	Fuente
2018	Julio	-0.41	Neutro	2018/06-07: OISSTv2; 2018/08: NMME
2018	Agosto	-0.14	Neutro	2018/07: OISSTv2; 2018/08-09: NMME

Tabla 4. Estimados preliminares del ICENOI (ICENItmp)

Los valores del ICENItmp estimados para julio y agosto de 2018 corresponden a condiciones Neutras. El ICENOI de julio será confirmado cuando se disponga del valor de OISST v2 para el mes de agosto de 2018.

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 junio de 2018, es de 0,06°C, correspondiente a condición Neutra¹.

Año	Mes	ONI (°C)	Categoría
2018	Marzo	-0.62	Fría Débil
2018	Abril	-0.42	Neutro
2018	Mayo	-0.14	Neutro
2018	Junio	0.06	Neutro

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 puede haber discrepancias para los meses anteriores)

Los valores estimados (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos, indican condición Neutra para los meses de julio y agosto de 2018 respectivamente (Tabla 6).

Año	Mes	ONItmp	Condiciones	Fuente
2018	Julio	0.27	Neutro	2018/06-07: ERSSTv5; 2018/08: NMME
2018	Agosto	0.44	Neutro	2018/07: ERSSTv5; 2018/08-09: NMME

Tabla 6. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

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).

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Durante el mes de julio, las anomalías de la TSM diaria, según los datos observados (IR, MW, OSTIA), en el Pacífico central se presentaron dentro de las condiciones Neutras, manteniéndose en el orden de 0.1 a 0.3°C (ver Figura 1a), con valores constante en los primeros días del mes de agosto. Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM también indicó valores entre -0.4 a 0.1°C (Figura 1b).

El promedio mensual de las anomalías de esfuerzo de viento zonal en el Pacífico central (160°E-160°W; 5°S-5°N) continuó con anomalía del este (Figura 2), mostrando mayor magnitud que el mes anterior; en la primera semana de julio se observaron anomalías negativas de baja magnitud en el Pacífico central entre 170°E-150°W y 2°S-2°N. Por otro lado, también se observaron anomalías positivas en la segunda y tercera semana del mes de julio entre (149°E-151°E; 2°S-2°N) (Figura 3). A partir de la última semana de julio la actividad convectiva en el Pacífico ecuatorial central-oriental, se encuentra cerca a sus valores climatológicos (Figuras 4 y 5). La inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó dentro de su posición normal, sin embargo, el contenido de calor es positivo y se mantiene constante durante el mes de julio.(Figura 6).

Según los datos in situ y satelital, aún se observa la presencia de ondas Kelvin cálidas en la región oriental, como consecuencia de pulsos de viento del oeste que se dieron entre marzo e inicios de mayo (ver Figura 3).

La presencia de ondas Kelvin cálidas, producidas por pulsos de viento del oeste entre marzo y junio continuaron observándose tanto en la profundidad de la termoclina como en el nivel del mar pero confinadas al Pacífico Oriental (ver Figura 3). Por otro lado, se observa la presencia de una onda Kelvin fría producidas por pulso de viento del este durante el mes de julio entre 125° y 100°W. En el extremo oriental se observa la presencia de ondas Kelvin cálidas que se habrían producido por la reflexión de ondas Rossby cálidas. En la región Niño 1+2 se puede observar, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin cálidas han impactado la temperatura del mar, principalmente por debajo de la superficie incrementando sus valores en 1°C.

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Según el análisis de los datos observados y resultados de los modelos numéricos, se espera la llegada de una onda Kelvin fría en la segunda quincena de agosto y luego una onda Kelvin cálida para el mes de setiembre, esta última generada como consecuencia de la reflexión de ondas Rossby, tal como se indicó en la sección anterior. (Figura 8 y 9).

Según el pronóstico de vientos del modelo GFS en el Pacífico ecuatorial central, se observa vientos del oeste entre 170°E y 150°W en la segunda semana de agosto. (Figura 10). De mantenerse este patrón de vientos, es posible que se generen ondas Kelvin cálidas que profundicen la termoclina en la franja ecuatorial las que fortalecerían la onda Kelvin cálida que arribaría a partir de setiembre.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), según los 7 modelos climáticos de NMME (CFSv2, GFDL_CMC2.1, GFDL_FLOR, NASA_GEOS5v2, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2), con condiciones iniciales de agosto, indican en promedio condiciones Neutras de agosto a noviembre de 2018, sin embargo en el mes de octubre y noviembre 3 y 4 modelos indica

condición Cálidas Débiles (Fig. 11 y Tabla 7);. El promedio de NMME indica condiciones Cálidas Débiles entre los meses de diciembre y febrero de 2019.

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados en agosto, el promedio de los 7 modelos indican condiciones Cálida Débiles en los meses de setiembre y octubre y condiciones Cálidas Moderadas entre los meses de noviembre a febrero de 2019 (Tabla 8 y Fig. 12).

Modelo	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2		-0.21	0.10	0.38	0.65	0.82	0.90	0.90
CMC1		0.13	0.42	0.36	0.24	0.22	0.35	0.51
CMC2		0.11	0.42	0.42	0.45	0.59	0.77	0.87
GFDL		-0.55	-0.43	-0.12	0.18	0.41	0.50	0.47
NASA		-0.24	-0.17	-0.26	-0.28	-0.24	-0.25	-0.34
GFDL_FLOR		-0.17	0.06	0.43	0.76	0.99	0.93	0.76
NCAR_CCSD4		-0.16	0.27	0.60	0.77	0.78	0.79	0.77
NMME		-0.16	0.10	0.26	0.40	0.51	0.57	0.56
ICENtmp	-0.47							

Tabla 7. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de agosto de 2018

Modelo	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM
CFS2		0.68	1.10	1.50	1.63	1.64	1.55	1.47
CMC1		0.46	0.59	0.64	0.69	0.75	0.82	0.88
CMC2		0.59	0.85	1.03	1.17	1.32	1.46	1.56
GFDL		0.18	0.36	0.70	0.94	0.98	0.97	1.01
NASA		0.24	0.41	0.63	0.84	0.88	0.82	0.67
GFDL_FLOR		0.22	0.38	0.66	0.86	0.97	1.06	1.14
NCAR_CCSD4		0.71	0.95	1.07	1.09	1.18	1.21	1.24
NMME		0.44	0.66	0.89	1.03	1.10	1.13	1.14
ONItmp	0.27							

Tabla 8. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos con condiciones iniciales de agosto de 2018

Conclusiones:

1. El **ICEN para junio de 2018** fue de **-0.60 (Neutro)** y el **ICENtmp** para julio y agosto es **-0.47 y -0.16 (Neutros)** . Usando OI mensual para el cálculo (ICENOI), los valores correspondientes son **-0.66 (Neutro)** , y los temporales para julio y agosto son **-0.41 y -0.14 (Neutros)**.
2. En el Pacífico central, el ONI de **junio** (MJJ) es **0.06** y corresponde a condiciones **Neutras** y el estimado para julio también sería de condiciones **Neutra**. La ATSM en la región Niño 3.4, fue, en promedio, 0.3.
3. Durante el mes de julio, según TAO, el promedio mensual mostró vientos del oeste no muy intenso en algunas zonas del Pacífico Ecuatorial. Asimismo, se mantuvieron anomalías positivas tanto de la TSM y de la profundidad de la termoclina, esta última con un máximo entre 120° y 95°W .
4. Según TAO, ASCAT y NCEP, durante julio se observó un pulso de viento del este entre la línea de cambio de fecha (180°) y 160°W.
5. El patrón anómalo de convección ecuatorial, en lugares estratégicos, muestra valores cercanos a su valor climatológico
6. La inclinación de la termoclina ecuatorial se presentó dentro de su posición normal, sin embargo, el contenido de calor es positivo y aparentemente constante durante el mes de junio.
7. Se observa la presencia de una onda Kelvin fría producidas por pulso de viento del este durante el mes de julio.
8. Se observa la presencia de ondas Kelvin cálidas en el extremo occidental como consecuencia de la reflexión de ondas Rossby.
9. En la región Niño 1+2 se puede observar, según la información de los flotadores ARGO, que las ondas Kelvin cálidas han impactado la temperatura del mar, principalmente por debajo de la superficie incrementando sus valores en 1°C.
10. Se espera que continúe la presencia de ondas Kelvin cálidas en el extremo oriental.
11. La onda Kelvin fría debe arribar al extremo oriental durante la segunda quincena del mes de agosto.
12. Las ondas Kelvin en el extremo oriental producidas por la reflexión de ondas Rossby, de llegar al extremo oriental, lo harían en el mes de setiembre.
13. Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME en promedio indican condiciones neutras hasta noviembre y condiciones cálidas Débiles para el periodo de diciembre a febrero 2019.
14. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indican para el Pacífico central condiciones cálidas débiles para los meses de setiembre y octubre y condiciones cálidas moderadas para el periodo noviembre febrero 2019.

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., Guilyardi, 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*.
- Huang, B., Thorne, P.W, Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., Zhang, H.-M., 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons, *J. Climate*, doi: [10.1175/JCLI-D-16-0836.1](https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1)
- 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
- **Morera, S. B.**, Condom, T., Crave, A., Steer, P., and Guyot, J. L., 2017: The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968-2012). *Scientific Reports*, v. 7, No. 1, p. 11947 DOI:10.1038/s41598-017-12220-x.
- **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.
- **Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C.**, Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W., 2017: Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol.* Doi:10.1002/joc.5185

- **Takahashi, K.**, 2017: Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 4 (8), 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/boletines.html>

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

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

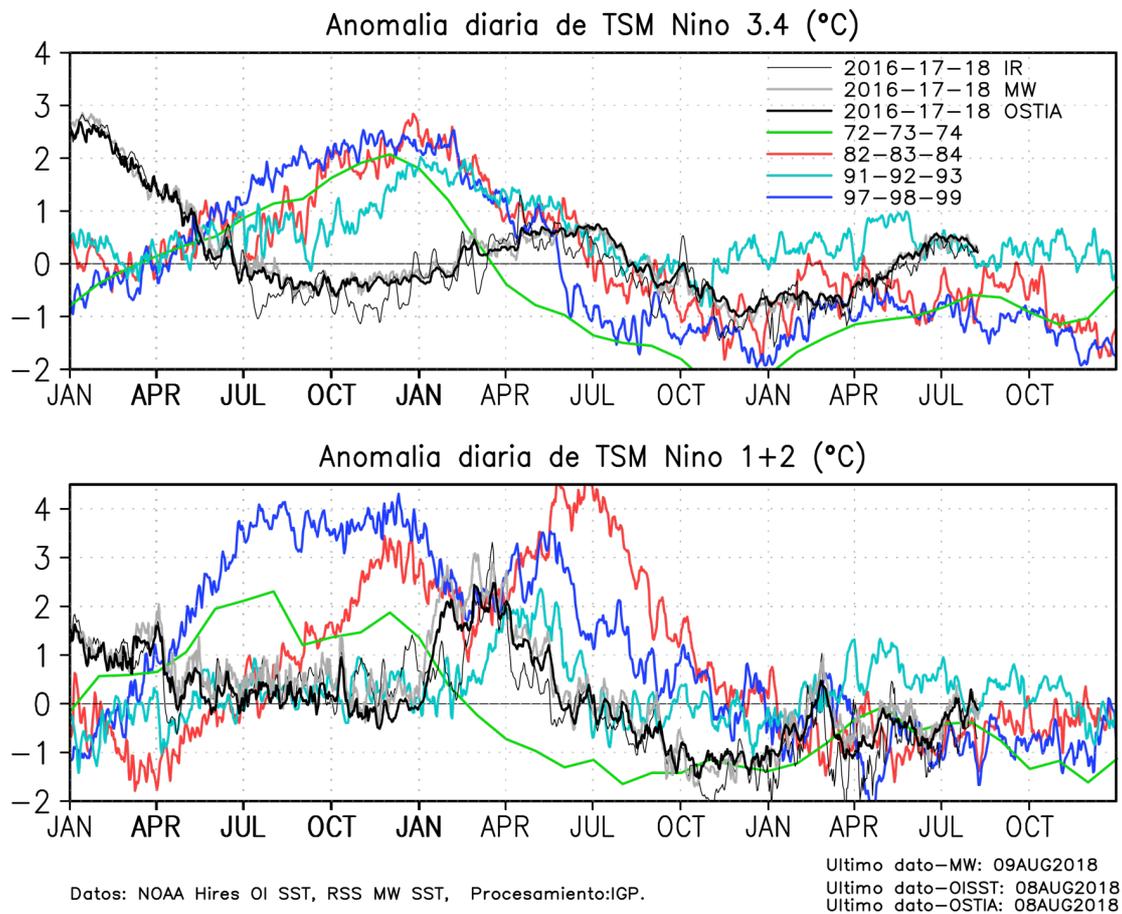


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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

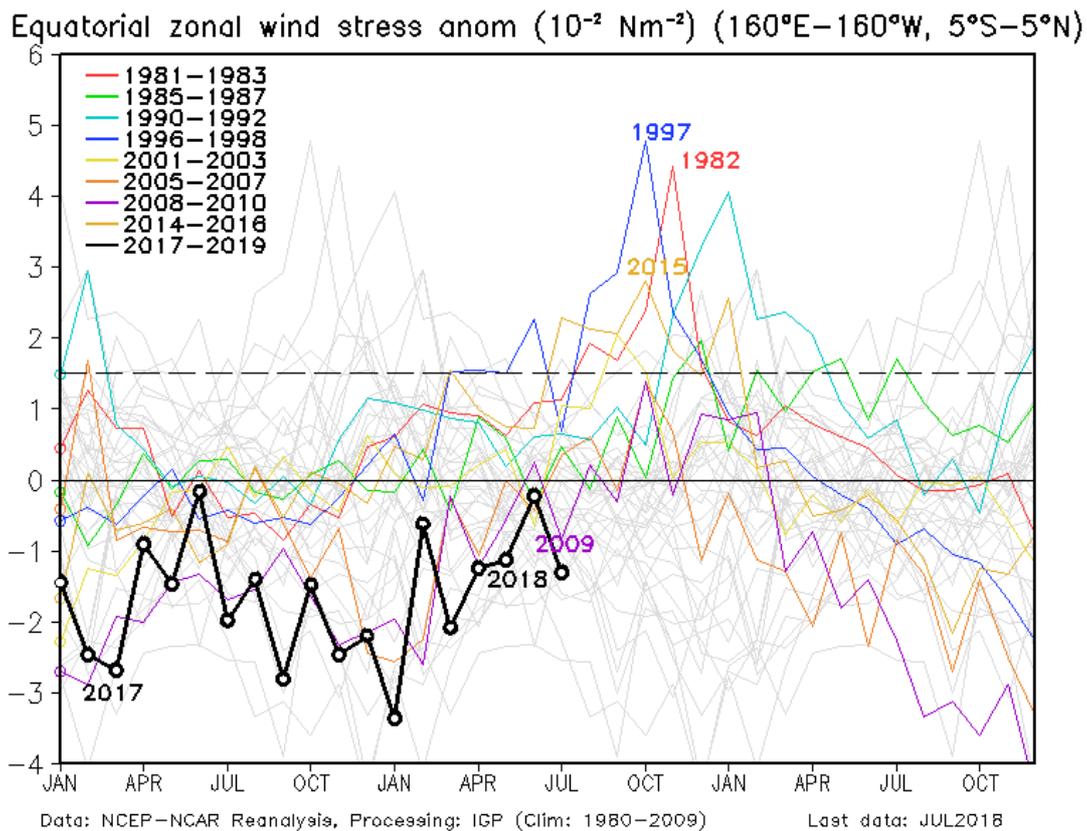


Figura 2. Promedio de la anomalía del esfuerzo de viento zonal en el Pacífico Ecuatorial ($160^{\circ}\text{E}-160^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) obtenido de los datos del reanálisis de NCEP-NCAR. Elaboración: IGP.

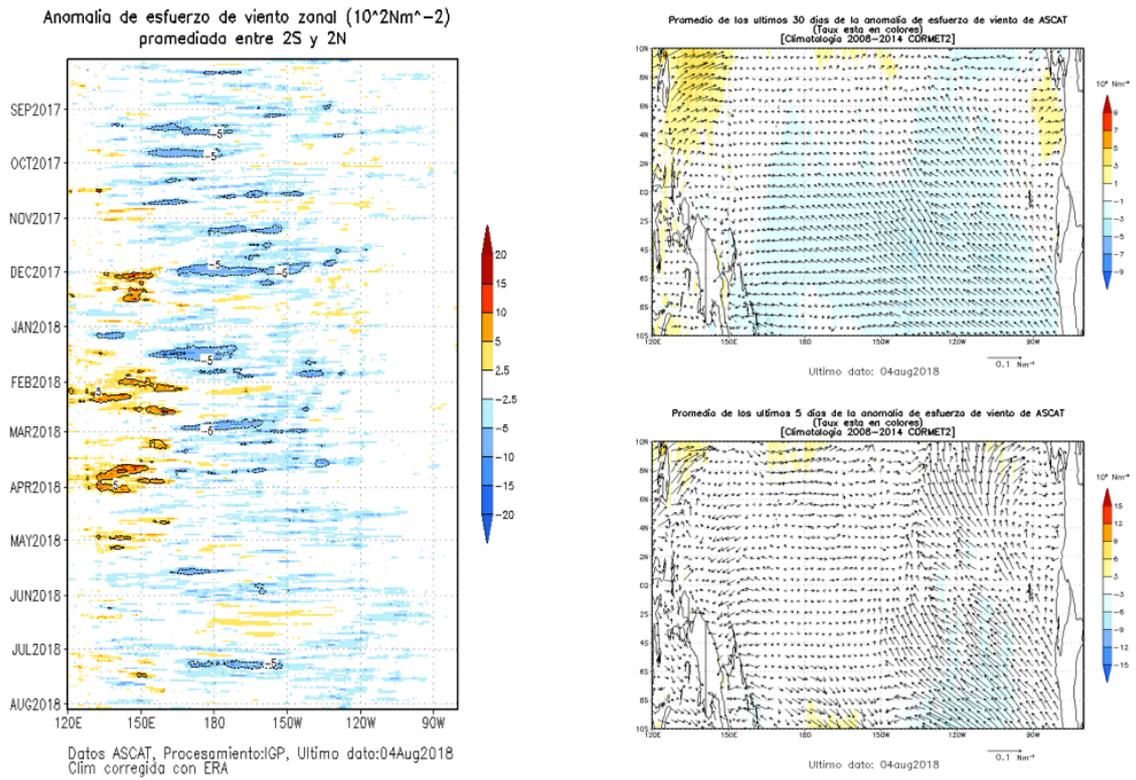


Figura 3. Izquierda: Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT. Derecha (superior): Mapa del promedio de 30 días. Derecha (inferior): Mapa del promedio de 5 días, hasta el 04 de agosto de 2018, incluyendo los vectores de esfuerzo zonal (Elaboración: IGP).

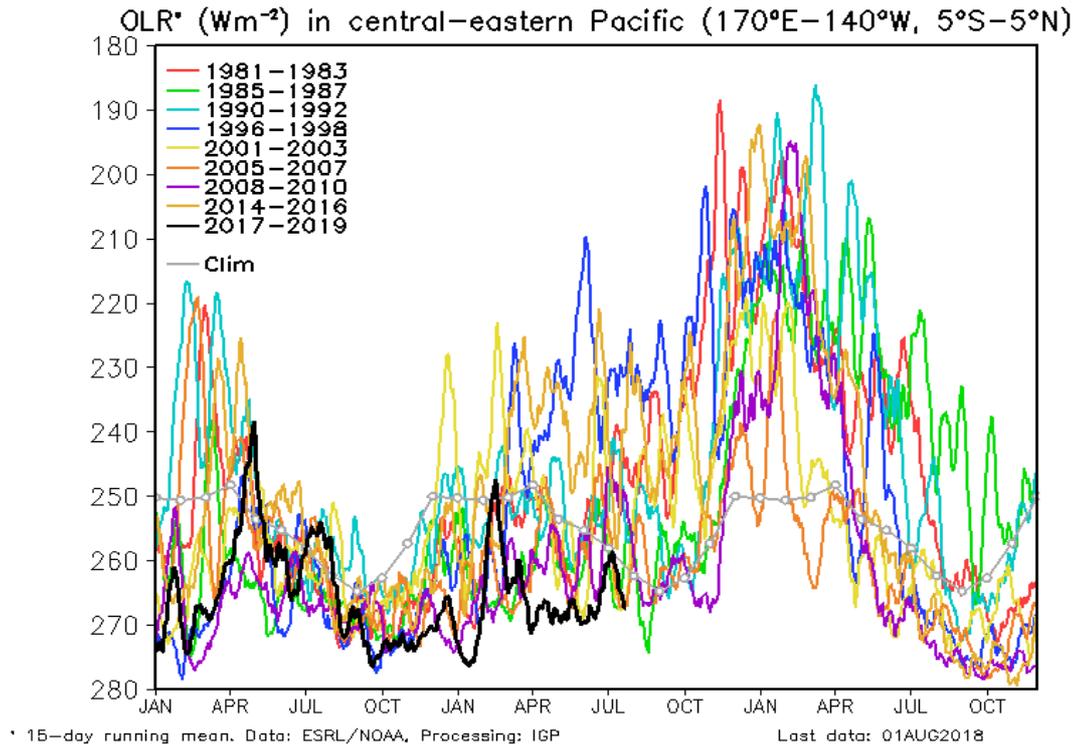


Figura 4. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP.

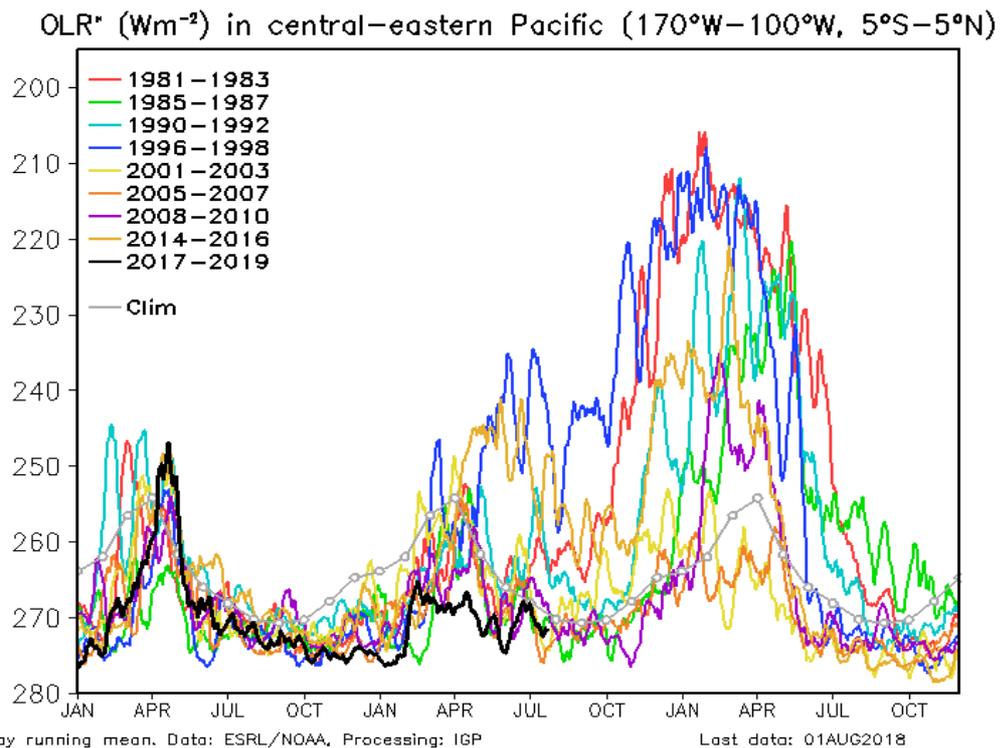


Figura 5. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}-100^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración: IGP.

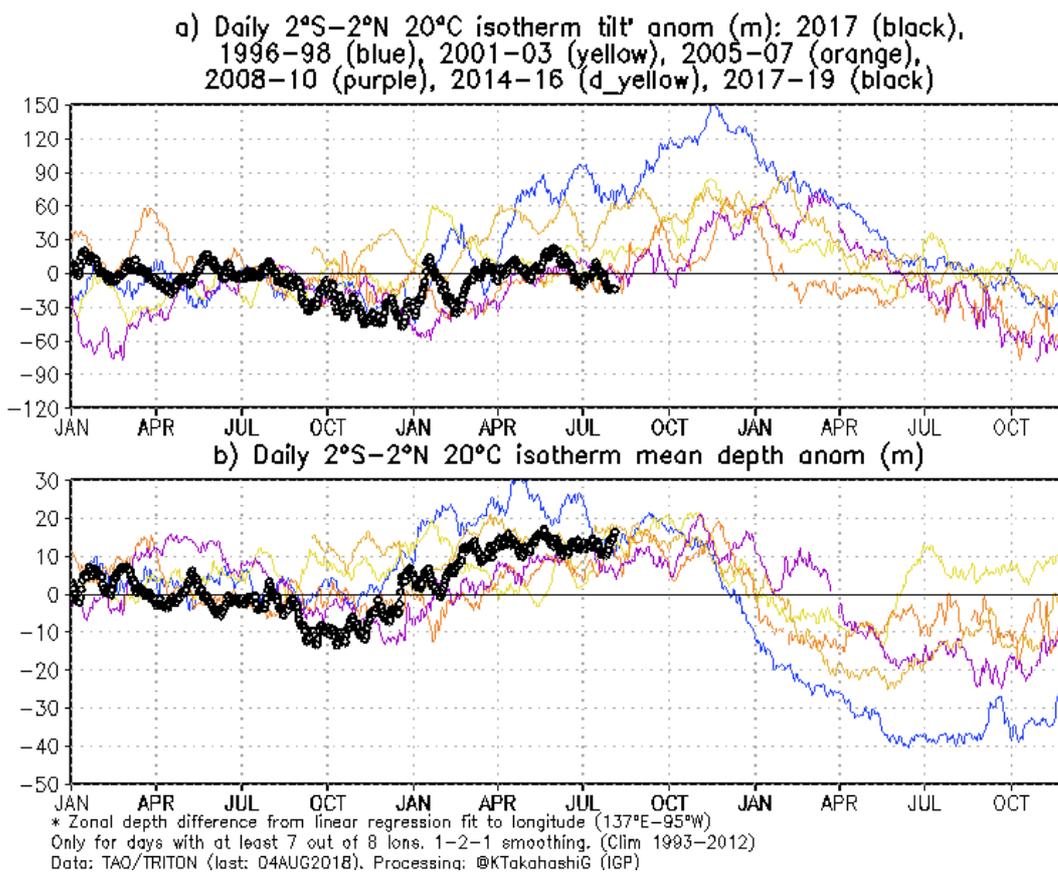


Figura 6 a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. b) Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores, se excluyen las boyas TRITON (Pacífico occidental) que ya no está operativas. Elaboración: IGP.

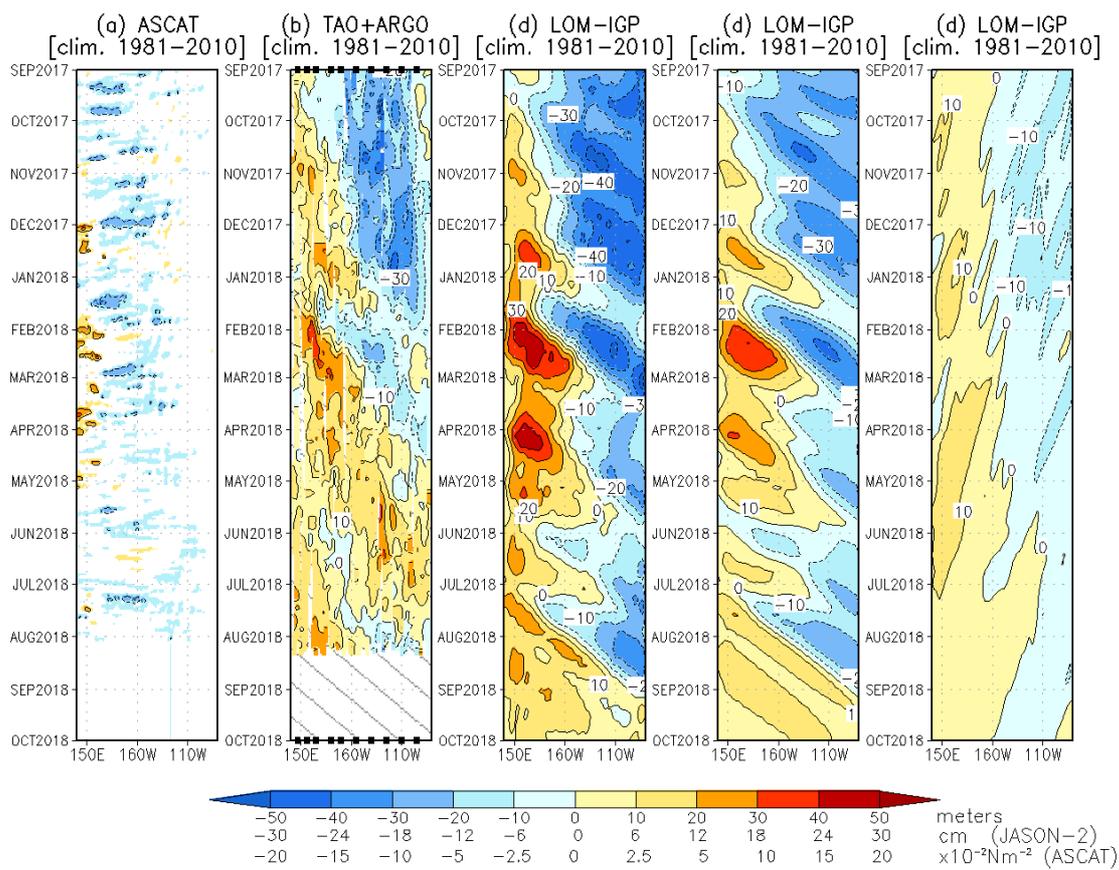


Figura 8. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b) , diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau=0 para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. (Elaboración: IGP)

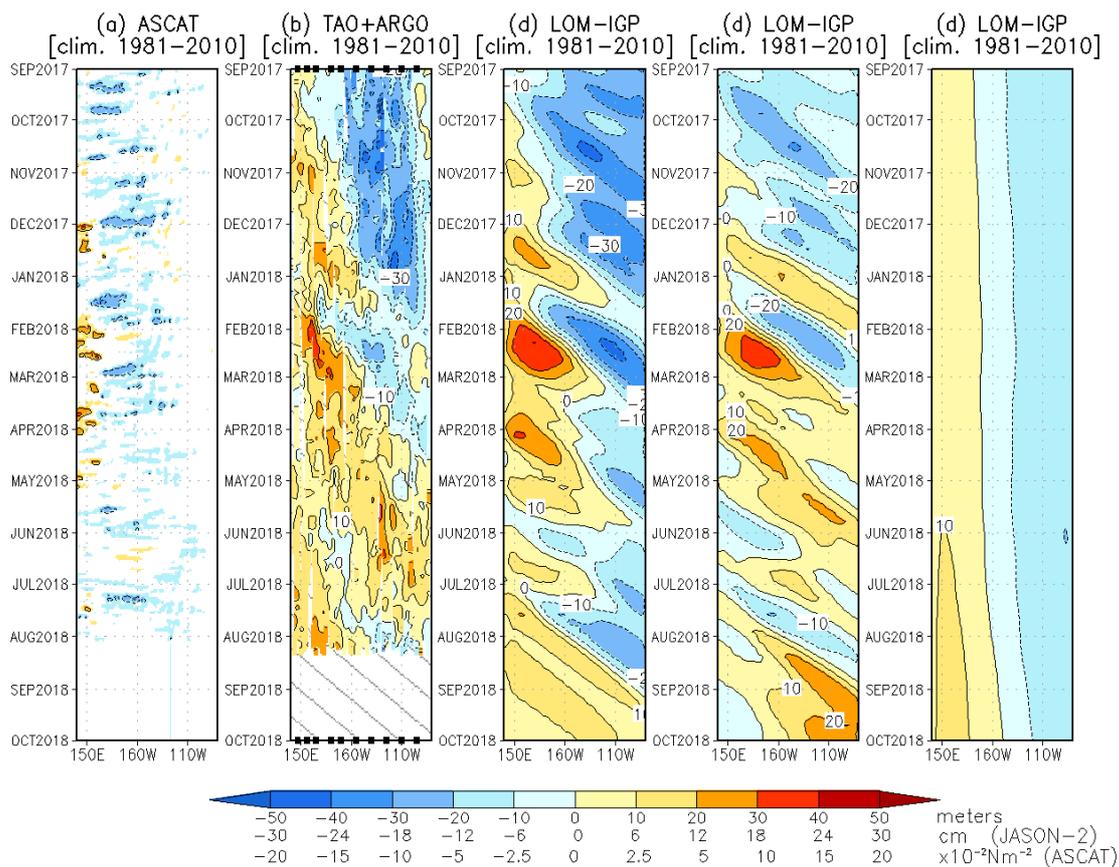


Figura 9. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del escaterómetro ASCAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda Kelvin (tercer panel), onda 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)

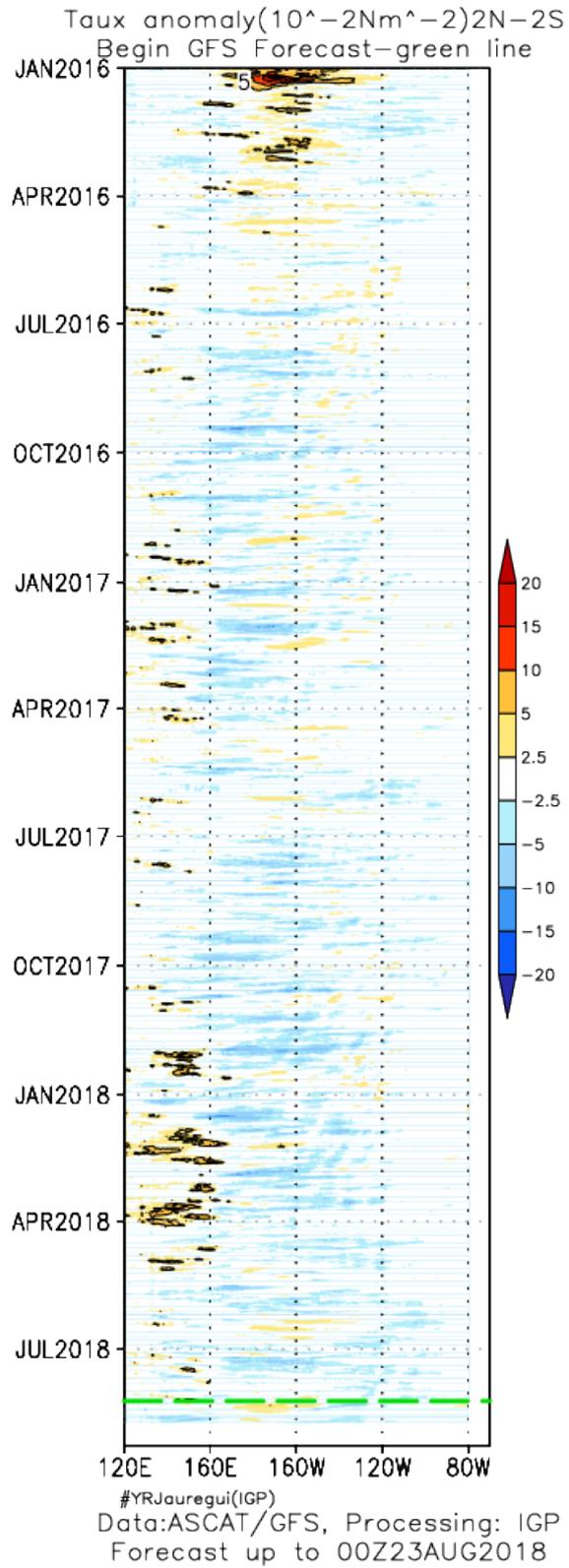


Figura 10: Pronóstico de vientos del modelo GFS en el Pacifico ecuatorial (2°N-2°S), hasta el 23 de agosto de 2018.

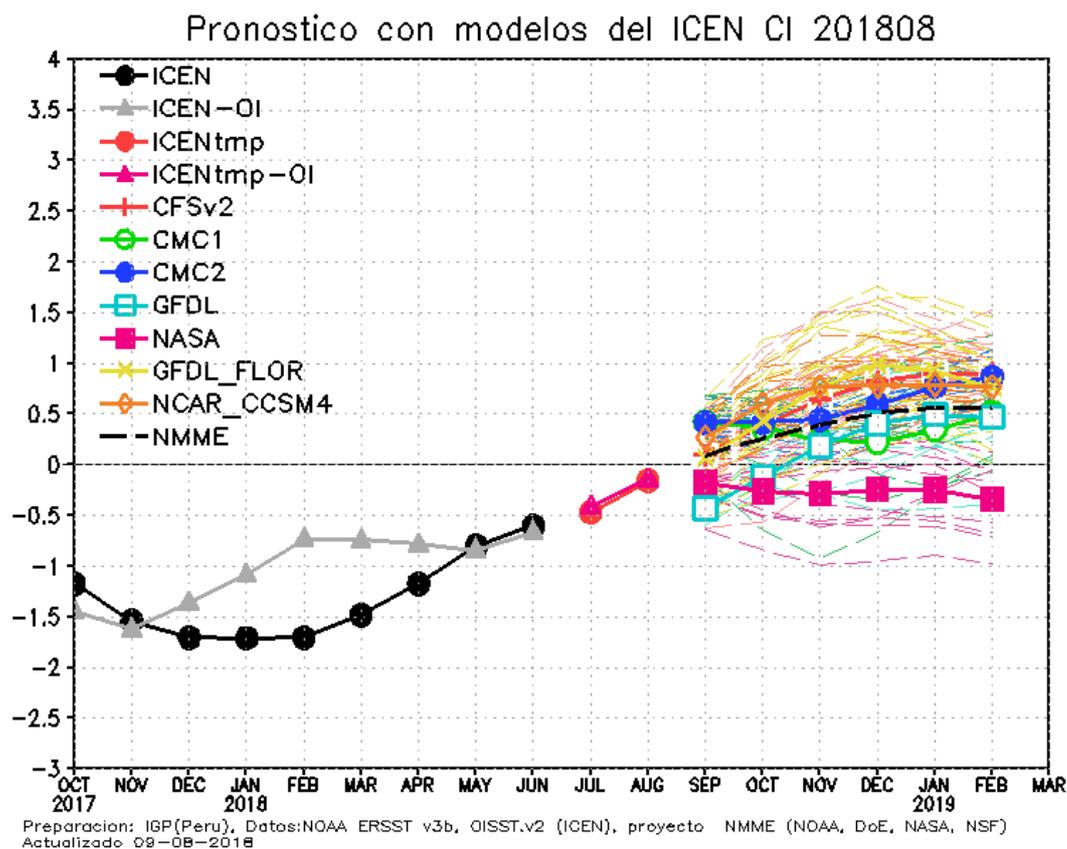


Figura 11. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv3; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno y ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CMC1, CMC2, GFDL, NASA_GEOS5v2 GFDL_FLOR y NCAR_CCISM4 tienen como condición inicial el mes de agosto de 2018. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

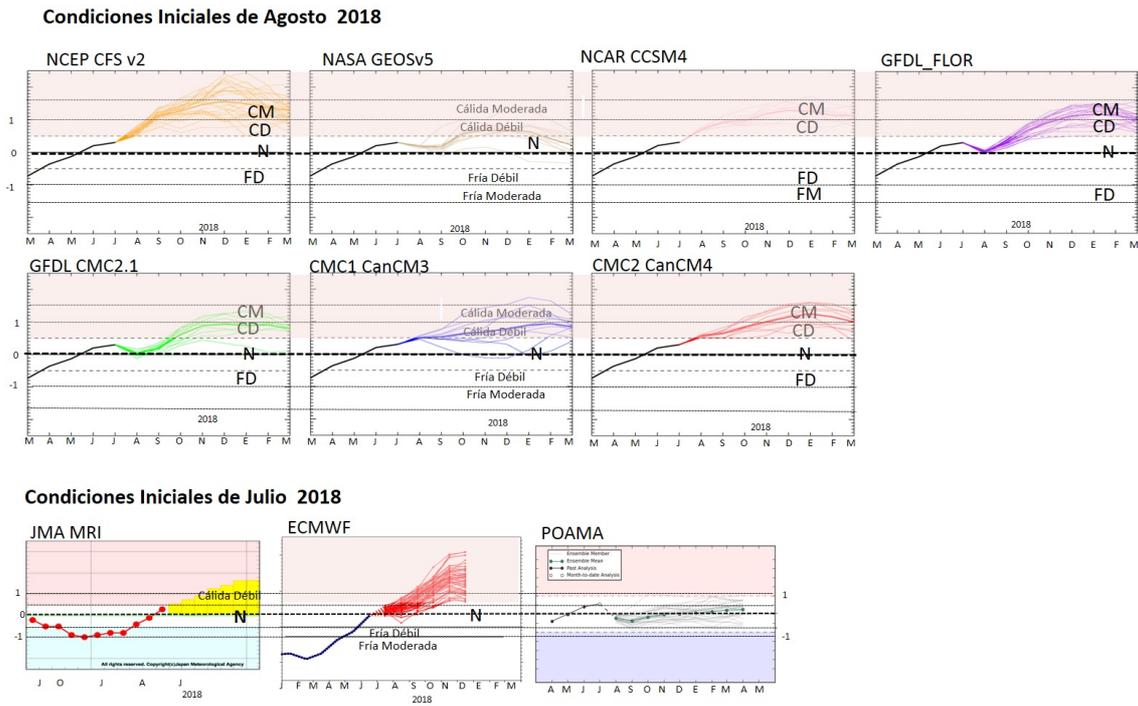


Figura 12. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.