

**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/2019-06
12/07/2019**

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), basado tanto en los datos de ERSSTv3b (ICENV3), OISSTv2 (ICENOI) y ERSSTv5 (ICENV5), indicaron una condición climática Neutra para el mes de mayo, con valores de 0.28, -0.09 y 0.25°C, respectivamente. Los valores temporales del ICEN (ICENtmp), de las tres fuentes de datos, para los meses de junio y julio, coinciden en mantener condiciones Neutras. En lo que respecta al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI) de la NOAA indica que en mayo de 2019 se mantuvo la condición Cálida Débil (0.66°C) y, según la información de los valores temporales, se espera que continúe así, al menos, hasta el mes de junio.

En base al análisis de los datos y resultados de los modelos numéricos, la señal de la onda Kelvin fría debe arribar a la costa americana a fines de julio e inicios de agosto. Con respecto al pulso de viento del oeste en la región occidental del Pacífico, el cual se formó durante el mes de mayo, originó una onda Kelvin cálida que, si mantuviera la energía necesaria para alcanzar la costa americana, entonces arribaría, según los modelos, a finales de agosto.

Según el promedio de los siete modelos numéricos climáticos de NMME, inicializados con condiciones del mes de julio de 2019, para el Pacífico central y oriental, coinciden en indicar condiciones Neutras para el periodo que va de julio a enero de 2020.

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 y actualizados hasta el mes de junio de 2019 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 2019 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1 (columnas 3 y 4), en donde el valor para el mes de mayo corresponde a una condición Neutra. Los valores del ICEN, usando ERSST v3b, se pueden obtener del siguiente link: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>.

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, las cuales se pueden obtener del siguiente link: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/climNino12.txt>, se muestran en la columna 5 y 6 de la Tabla 1. Estos indican, como el ICENv3, condiciones Neutras para el mes de mayo.

Otra fuente de datos para calcular el ICEN es la de ERSSTv5 (ICENv5), la cual es generada por el *Climate Prediction Center* (CPC) de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, EEUU, <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/ersst5.nino.mth.81-10.ascii>). Los valores de este ICEN se muestran en la columna 7 y 8 de la Tabla 1. Al igual que el ICENv3 e ICENOI, el ICENv5 indica condiciones Neutras para el mes de mayo.

Hay que señalar que para calcular el ICEN actual; tanto para ICENv3, ICENOI e ICENv5; se utilizan los datos que son denominados, en cada una de estas bases de datos, como “datos en tiempo real”, los cuales se caracterizan por cambiar ligeramente su valor en el transcurso de los siguientes meses. Es por esto que pueden existir pequeñas discrepancias en el cálculo del ICEN para los meses anteriores cuando se use la data actualizada.

Valores del Índice Costero El Niño							
Año	Mes	ICENv3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICENv5	Categoría
2019	Febrero	0.34	Neutra	0.36	Neutra	0.54	Cálida Débil
2019	Marzo	0.25	Neutra	0.26	Neutra	0.41	Cálida Débil
2019	Abril	0.38	Neutra	0.16	Neutra	0.34	Neutra
2019	Mayo	0.28	Neutra	-0.09	Neutra	0.25	Neutra

Tabla 1. Valores recientes del ICEN obtenidos de ERSST v3b (columna 3 y 4), OISST.v2 (columnas 5 y 6) y ERSST v5 (columnas 7 y 8).

Para los siguientes dos meses se generan versiones preliminares y temporales del ICEN (ICENtmp), estos se calculan utilizando el promedio de los pronósticos de la ATSM de NMME de un mes y dos meses para el primer y segundo ICENtmp, respectivamente. Los resultados se aprecian en la Tabla 2.

Valores del Índice Costero El Niño temporales (ICENTmp)							
Año	Mes	ICENV3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICENV5	Categoría
2019	Junio	0.06	Neutra	-0.16	Neutra	0.05	Neutra
2019	Julio	-0.16	Neutra	-0.22	Neutra	-0.14	Neutra

Tabla 2. ICEN temporales (ICENTmp) para junio y julio son obtenidos de ERSST v3b (columna 3 y 4), OISST.v2 (columnas 5 y 6) y ERSST v5 (columnas 7 y 8). El ICENTmp para junio (julio) se calcula usando la información del promedio de los valores pronosticados de ATSM de julio (julio y agosto) de NMME.

Según los valores del primer y segundo ICENTmp se estima que en los meses de junio y julio de 2019, para las tres fuentes de datos, las condiciones serían del tipo Neutral. Esto se confirmarán en los siguientes meses.

Índice Oceánico Niño (ONI)

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 mayo de 2019, es de 0.66 °C, correspondiente a una condición Cálida Débil¹.

Índice Oceánico Niño			
Año	Mes	ONI (°C)	Categoría
2019	Febrero	0.84	Cálida Débil
2019	Marzo	0.82	Cálida Débil
2019	Abril	0.76	Cálida Débil
2019	Mayo	0.66	Cálida Débil

Tabla 3. 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 de NMME de julio y agosto, indican condición Cálida Débil y Neutro, respectivamente. (ver Tabla 4).

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2019	Junio	0.61	Cálida Débil
2019	Julio	0.44	Neutro

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Según los datos observados (IR, MW, OSTIA), de las anomalías de la TSM diaria en la región Niño 3.4, en el mes de junio continuó dentro de las condiciones cálidas débiles en las tres primeras semanas del mes, sin embargo en la última semana mostró condiciones neutras con anomalía de 0.3 °C en promedio (ver Figura 1a). Para la región Niño 1+2, la ATSM indicó valores entre -0.4° a -0.1°C, siendo condiciones neutras.. (Figura 1b).

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).

Según la información de las boyas instaladas a lo largo del Pacífico Ecuatorial del proyecto TAO, el promedio mensual de las anomalías del viento zonal en el Pacífico ecuatorial continúan mostrando un dipolo de anomalías positivas y negativas al oeste y este de 150°W (Figura 2). En lo relacionado a la anomalía de la profundidad de la termoclina, ésta muestra principalmente valores negativos y solo una pequeña anomalía positiva en el extremo oriental. En lo que respecta a la ATSM, aún se observan valores positivos con un núcleo, menos intenso que el mes anterior, localizado entre la línea de cambio de fecha y los 160°W (ver Figura 2).

Viendo en más detalle, en la tercera y última semana de junio, según los datos de WindSAT (Figura 3), se observaron anomalías positivas del esfuerzo de viento en el Pacífico oeste entre 130°E y 140°E, las cuales se proyectaron en una onda Kelvin cálida que, en la actualidad, ya se observa en la franja ecuatorial (Figura 4 y 9). Por otro lado, se observaron ligeras anomalías negativas entre 160°E-160°W en la segunda semana de junio, entre 140°-130°W en la tercera semana y entre la línea de cambio de fecha y 160°W en la última semana de junio (Figura 3).

Basado en los datos de TAO, la profundidad de la termoclina oeste (este) de 120°W se muestra más (menos) profunda de lo normal, en los últimos días del mes la inclinación de la termoclina ecuatorial muestra una leve inclinación a lo normal, mientras que el contenido de calor, en las últimas semanas, indica valores negativos aunque próximos a su normal (ver Figura 5). En el mes de junio se observa la isoterma de 20°C con anomalías negativas, es decir más somera (95°W, 2°S-2°N) (Figura 6). La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) en la zona (170°E – 140°W, 5°S-5°N) se mostró por debajo de su climatología, sin embargo en los últimos días del mes y en los primeros días de julio se mostró por debajo de su climatología y en la región (170°W – 100°W, 5°S-5°N) se mostraron próximos a su normal (Figura 7 y 8).

La información de altimetría del producto DUACS (Figura 4) y los resultados de los modelos numéricos (Figura 9 y 10) indican que la señal de la onda Kelvin fría se encontraría entre 140°W-110°W,.

Ondas Kelvin a lo largo de la costa peruana

Según la información de DUACS (basado en altimetría satelital), a inicios de junio se observaron anomalías negativas a lo largo de la costa peruana, en las siguientes semanas las condiciones fueron próximas a su climatología. Las anomalías de junio pudieron deberse al paso de la onda Kelvin fría. Según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó durante junio e inicios de julio entre 84.5 – 83°W y 3-5°S (frente a la costa norte del Perú), las anomalías negativas se observan por encima de los 50 metros, mientras que por debajo se desarrolló un núcleo positivo hasta los 320 metros (Figura 12).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Una onda Kelvin fría debe arribar a fines de julio e inicios de agosto. Por otro lado, la onda Kelvin cálida observa en la zona occidental podría fortalecerse con las anomalías de viento del oeste en el Pacífico central. Si mantuviera la energía necesaria para alcanzar la costa americana, entonces arribaría, según los modelos, a fines de agosto (ver Figura 9 y 10).

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_GEOSv2, NCAR_CCM4, CMC1 y CMC2) con condiciones iniciales del mes de julio de 2019, indica en promedio condiciones Neutras entre los meses de julio y enero de 2020. , (ver Tabla 5 y Fig. 13).

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los modelos de NMME inicializados con información del mes de julio, el promedio de los 7 modelos indica condiciones Neutras de julio a enero de 2020 (ver Tabla 6 y Fig. 14).

Tabla 5. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos utilizando condiciones iniciales de julio de 2019.

Modelo	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		-0.47	-0.60	-0.53	-0.45	-0.39	-0.36	-0.28
CMC1		0.17	0.27	0.19	0.15	0.18	0.27	0.38
CMC2		-0.1	0.14	-0.02	-0.02	0.06	0.23	0.31
GFDL		-0.09	-0.07	-0.06	0.00	-0.02	-0.06	-0.07
NASA		-0.39	-0.51	-0.55	-0.60	-0.70	-0.78	-0.81
GFDL_FLOR		-0.17	-0.19	-0.15	-0.07	0.15	0.35	0.54
NCAR_CCSM4		-0.24	-0.10	0.18	0.27	0.26	0.23	0.28
NMME		-0.18	-0.15	-0.13	-0.10	-0.07	-0.02	0.05
ICENtmp	0.06							

Tabla 6. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos usando condiciones iniciales de julio de 2019.

	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		0.43	0.10	-0.17	-0.35	-0.41	-0.42	-0.37
CMC1		0.60	0.52	0.45	0.45	0.50	0.52	0.55
CMC2		0.56	0.40	0.23	0.18	0.24	0.34	0.46
GFDL		0.18	-0.24	-0.51	-0.47	-0.26	-0.04	0.16
NASA		0.43	0.15	-0.03	-0.11	-0.14	-0.28	-0.42
GFDL_FLOR		0.39	0.18	0.08	0.14	0.28	0.44	0.60
NCAR_CCSM4		0.54	0.34	0.21	0.22	0.34	0.43	0.54
NMME		0.45	0.21	0.04	0.01	0.08	0.14	0.22
ONItmp	0.61							

Conclusiones:

1. El ICEN (SSTOI) para mayo de 2019 fue de -0.09 (Neutro), los ICENtmp para junio y julio son -0.16 y -0.22, respectivamente, siendo condiciones Neutras. Usando ERSSTv3 mensual para el cálculo (ICEN), los valores correspondientes son 0.28 (Neutro), y los temporales para junio y julio son Neutro, 0.06 y -0.16 respectivamente. El ICEN calculado con la versión 5 de ERSST para mayo es 0.25 (Neutro) y los temporales también se encuentran en el rango de Neutro para los meses de junio y julio, 0.05 y -0.14 respectivamente.
2. En el Pacífico central, el ONI de abril (AMJ) es 0.66 y corresponde a condiciones Cálida Débil y el estimado para junio y julio corresponden a condiciones Cálida Débil y Neutra respectivamente.
3. La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) en las regiones (170°E – 140°W, 5°S-5°N) y (170°W – 100°W, 5°S-5°N) indica valores alrededor a su climatología.

4. Según la información de TAO en la franja ecuatorial, en el mes junio, se mantienen los vientos del este (oeste) al este (oeste) de 160°W . Los vientos del oeste se han observado muy intensos, esto debido a la presencia de pulsos de viento en dicha región.
5. La profundidad de la termoclina oeste (este) de 120°W se muestra más (menos) profunda de lo normal. Las anomalías de la TSM se mantienen positivas en la mayor parte de la franja ecuatorial, y el máximo valor observado se localiza en la zona Central, entre 180° a 160°W .
6. Durante el mes de junio, según la información de TAO, se desarrolló un pulso de viento del oeste al oeste de 150°E y, a inicios de julio, se viene desarrollando uno entre 150°E y 150°W . Según la data de esfuerzo de viento zonal de WINDSAT y NCEP, a fines de junio se habría desarrollado un pulso del este alrededor de 160°W .
7. Basado en los datos de TAO, la inclinación de la termoclina ecuatorial, si bien estuvo menos inclinada de lo normal, en la primera semana de julio se encuentra en sus valores normales. Por otro lado, el contenido de calor indica valores negativos, posiblemente relacionado con la presencia de ondas Kelvin frías.
8. Según la información de los flotadores ARGO en la franja ecuatorial en la zona oriental durante el mes de junio e inicios de julio se observó una disminución de las anomalías en los primeros 50 metros. Flotadores frente a la zona norte (Piura) muestran anomalías frías (cálidas) por encima (debajo) de los 100 metros de profundidad. Sin embargo frente a 10°S se aprecian anomalías positivas en los primeros 50 metros.
9. La señal de la onda Kelvin cálida, formada por un pulso de viento del oeste, el cual se desarrolló a inicios del mes de mayo en la región occidental del Pacífico Ecuatorial, se debilitó. Esto se aprecia tanto en el nivel del mar como en la profundidad de la termoclina.
10. La presencia de una onda Kelvin fría, localizada entre 160° y 120°W , se observa en los datos de la profundidad de la termoclina de ARGO y TAO. Los pulsos de viento del oeste en la zona occidental aparentemente se han proyectado en una onda Kelvin cálida según la información del nivel del mar y profundidad de la termoclina.
11. Una onda Kelvin fría debe arribar a fines de julio e inicios de agosto. La onda Kelvin cálida observa en la zona occidental podría fortalecerse con las anomalías de viento del oeste en el Pacífico central. Si mantuviera la energía necesaria para alcanzar la costa americana, entonces arribaría, según los modelos, a fines de agosto.
12. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de julio en promedio indican condiciones NEUTRAS entre los meses de julio a enero de 2020.
13. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indica condiciones Neutras entre los meses de julio a enero de 2020.

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
- **Moreira, 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 Magister 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://intranet.igp.gob.pe/productonino/>

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

Jorge Reupo, Lic.

Gerardo Rivera, 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.

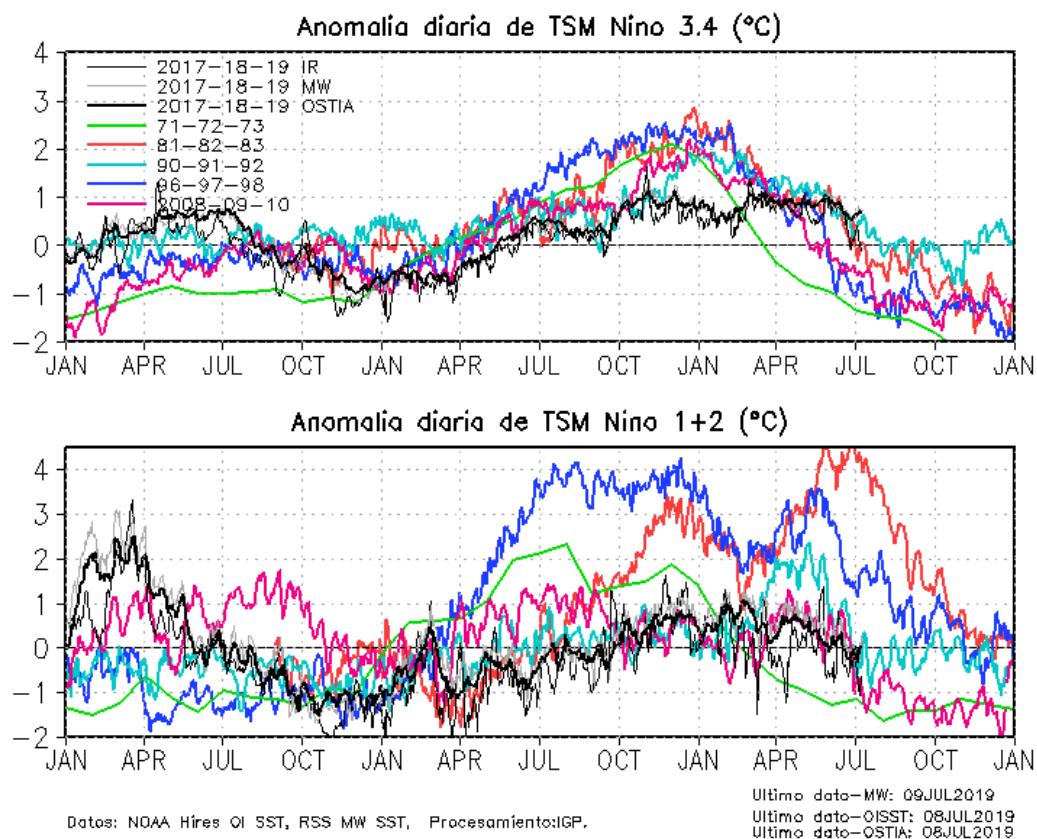


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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

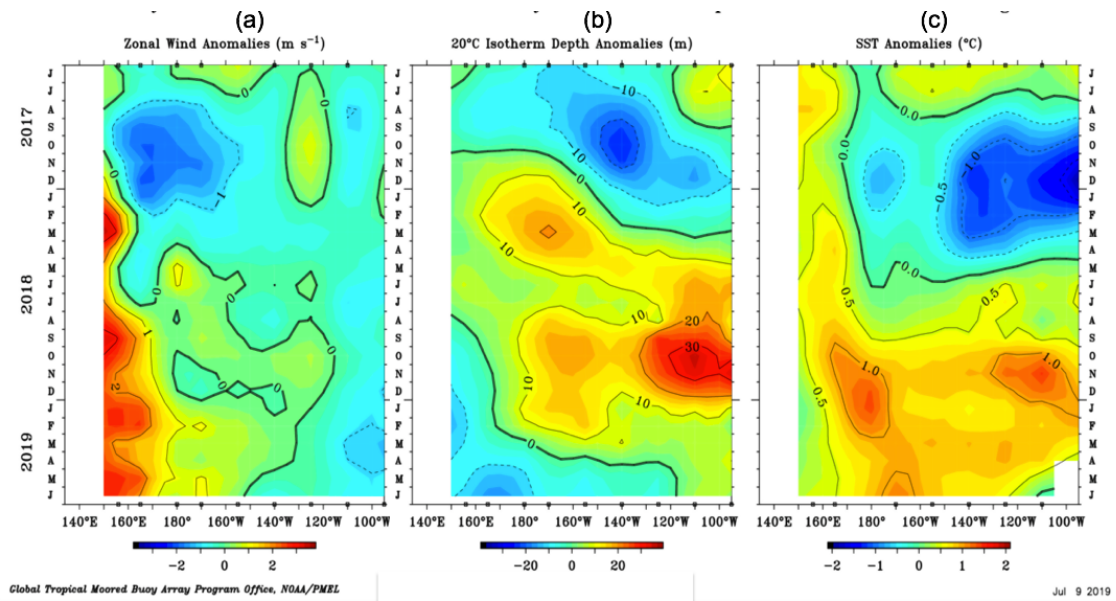


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía de: (a) el viento zonal, (b) la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) y (c) la tempera superficial del mar; a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-1°N) . Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

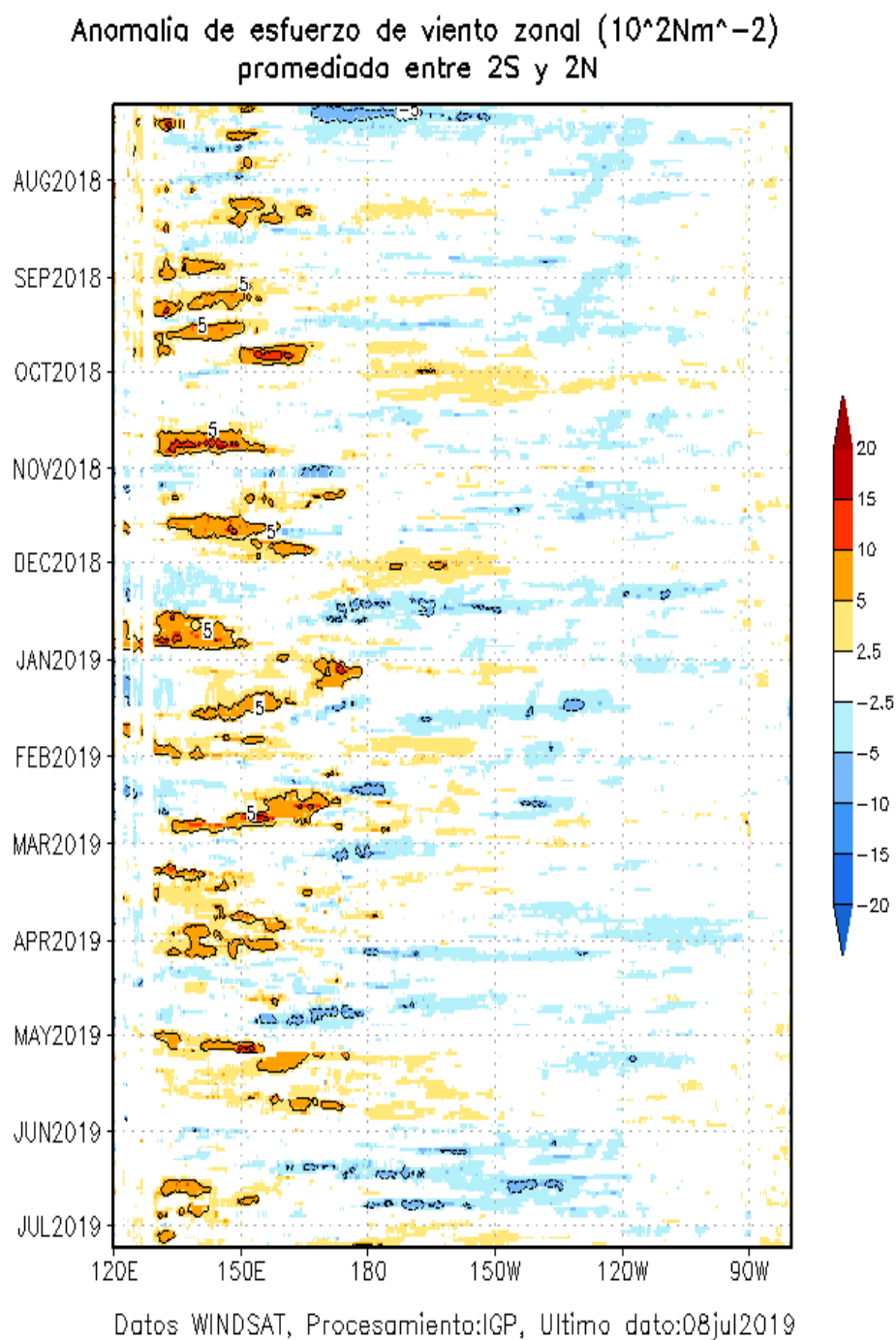


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT hasta el 08 de julio de 2019. Elaboración: IGP.

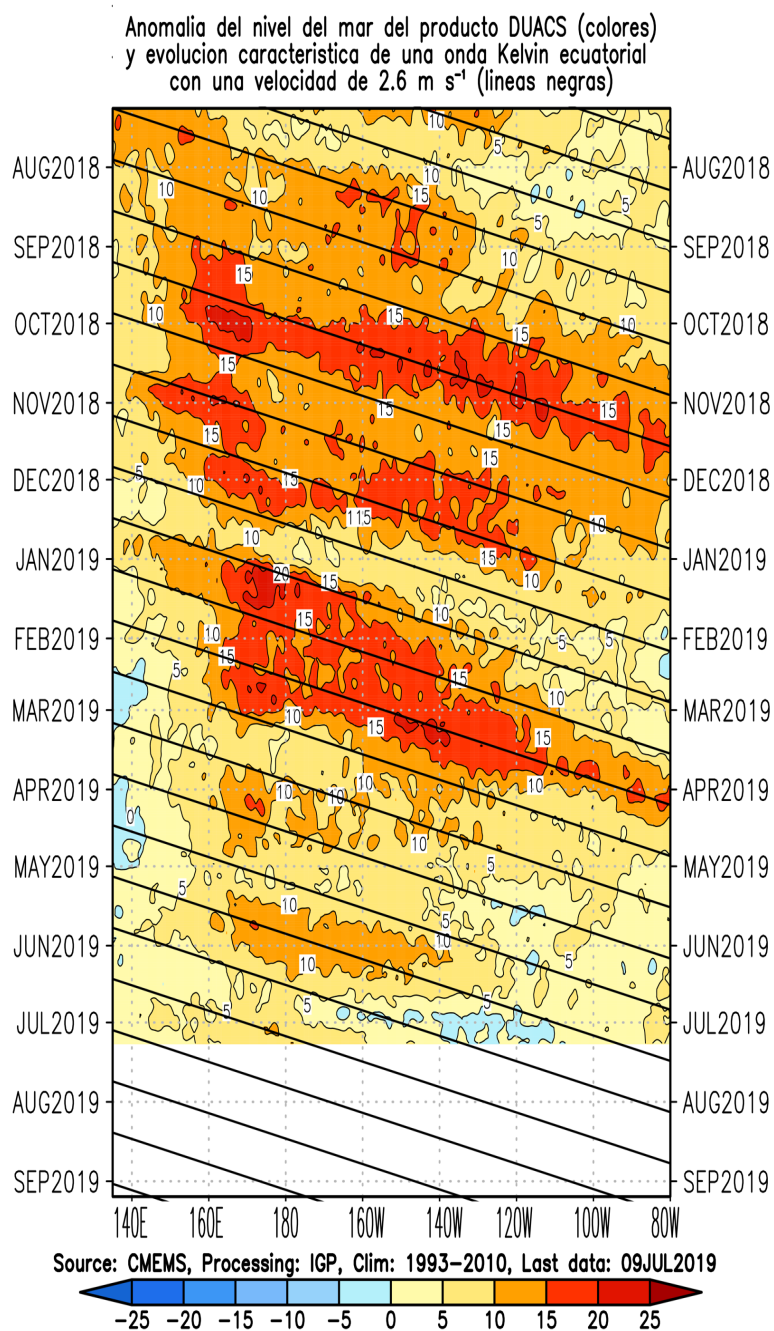


Figura 4. Anomalia del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda Kelvin si tuviera una velocidad aproximada de 2.6 m/s . Elaboración IGP.

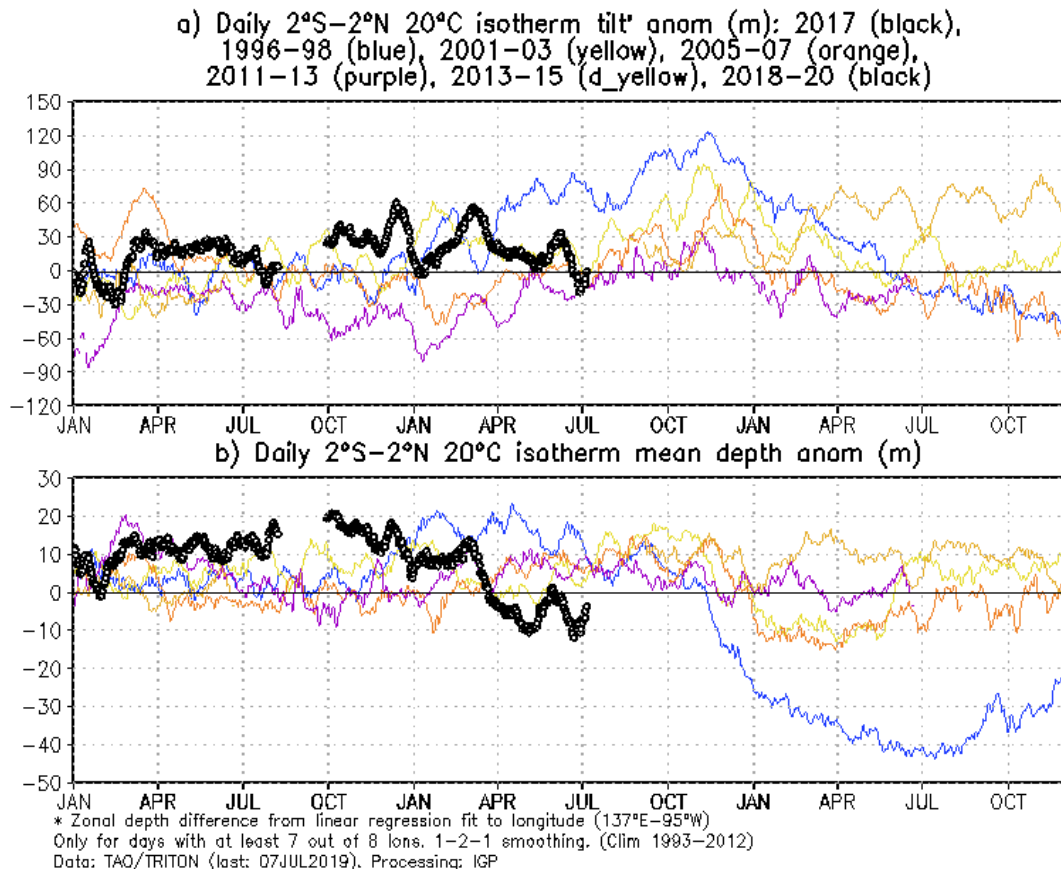


Figura 5 a) Inclínación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores. Elaboración: IGP.

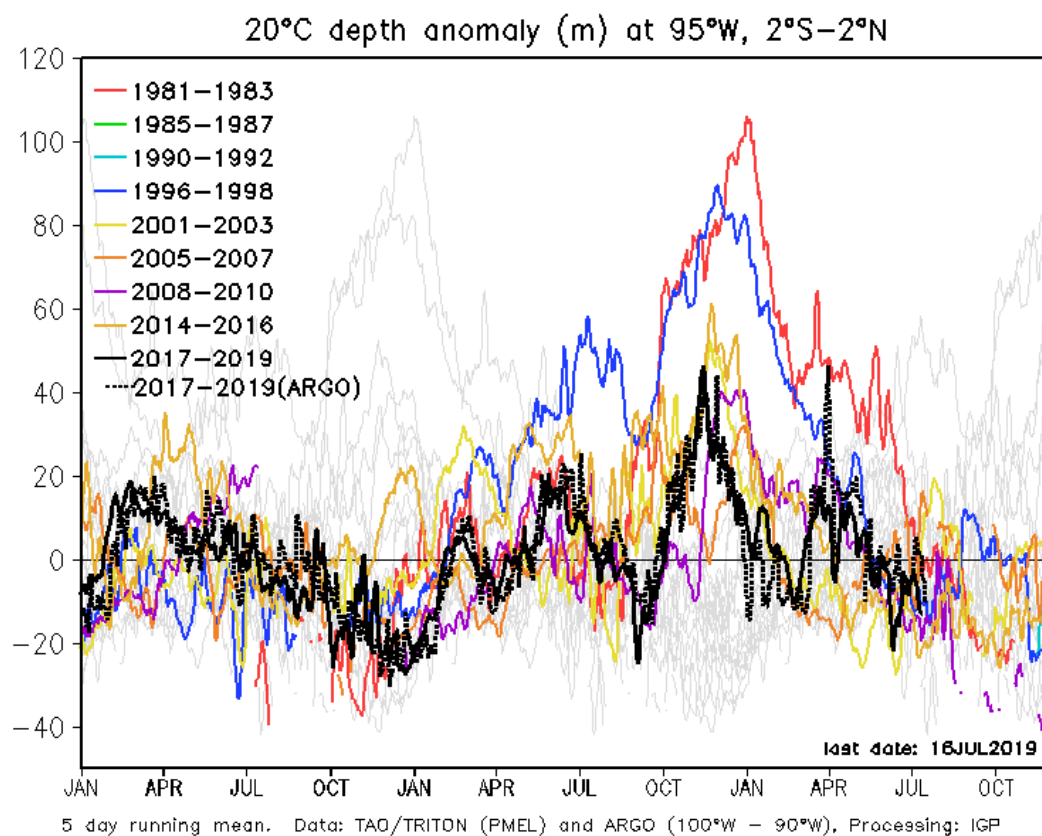


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W ,2°S-2°N, con datos de ARGO y TAO. Elaboración: IGP.

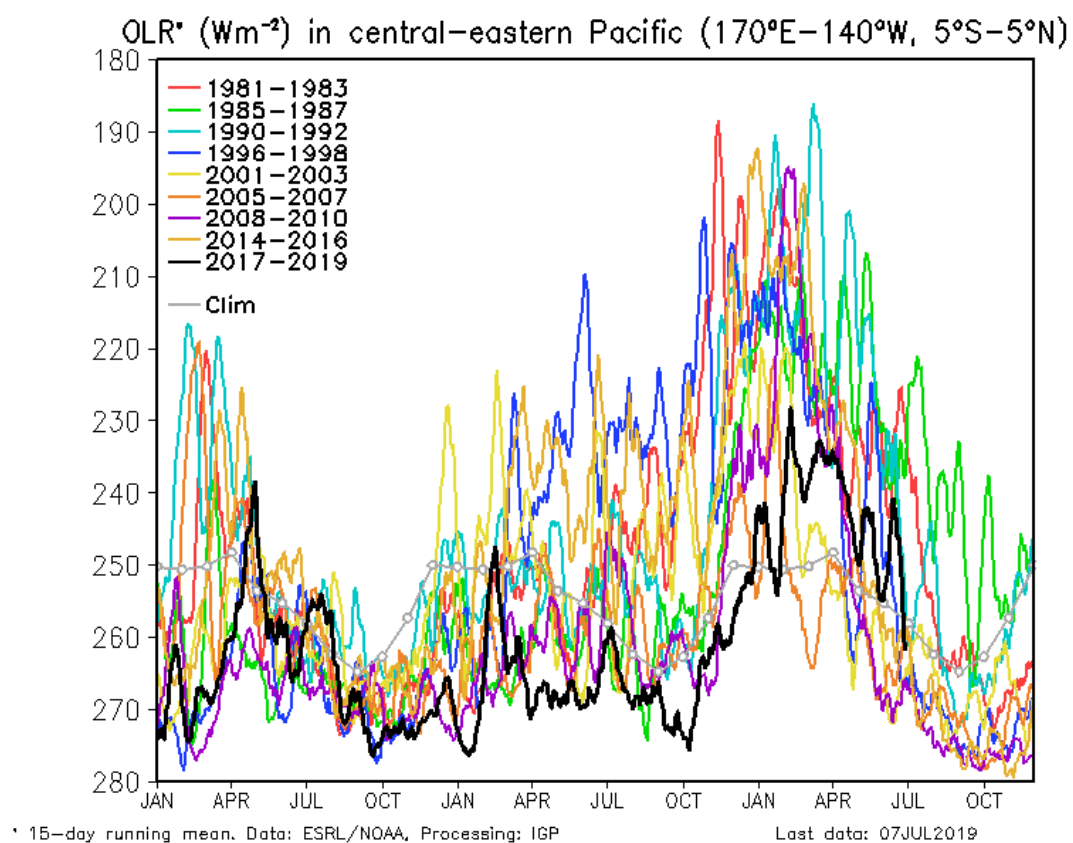


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170° - 140°W y 5°S - 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP

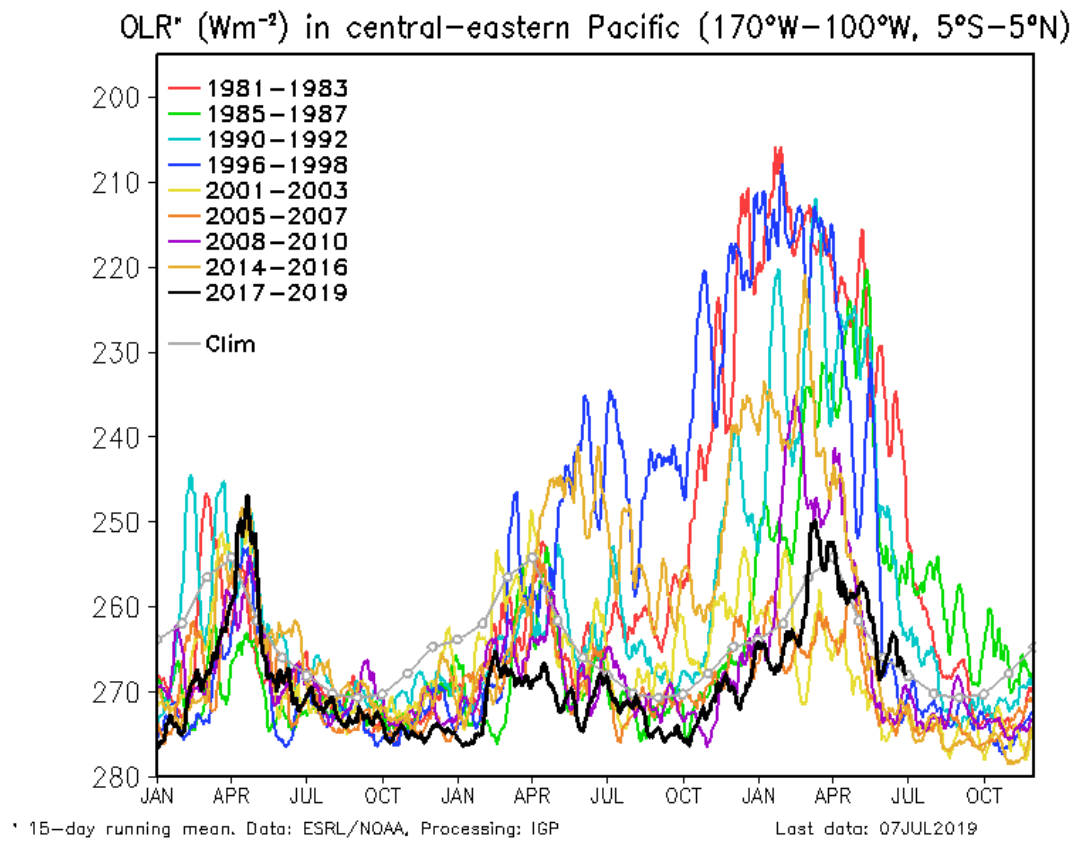


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.

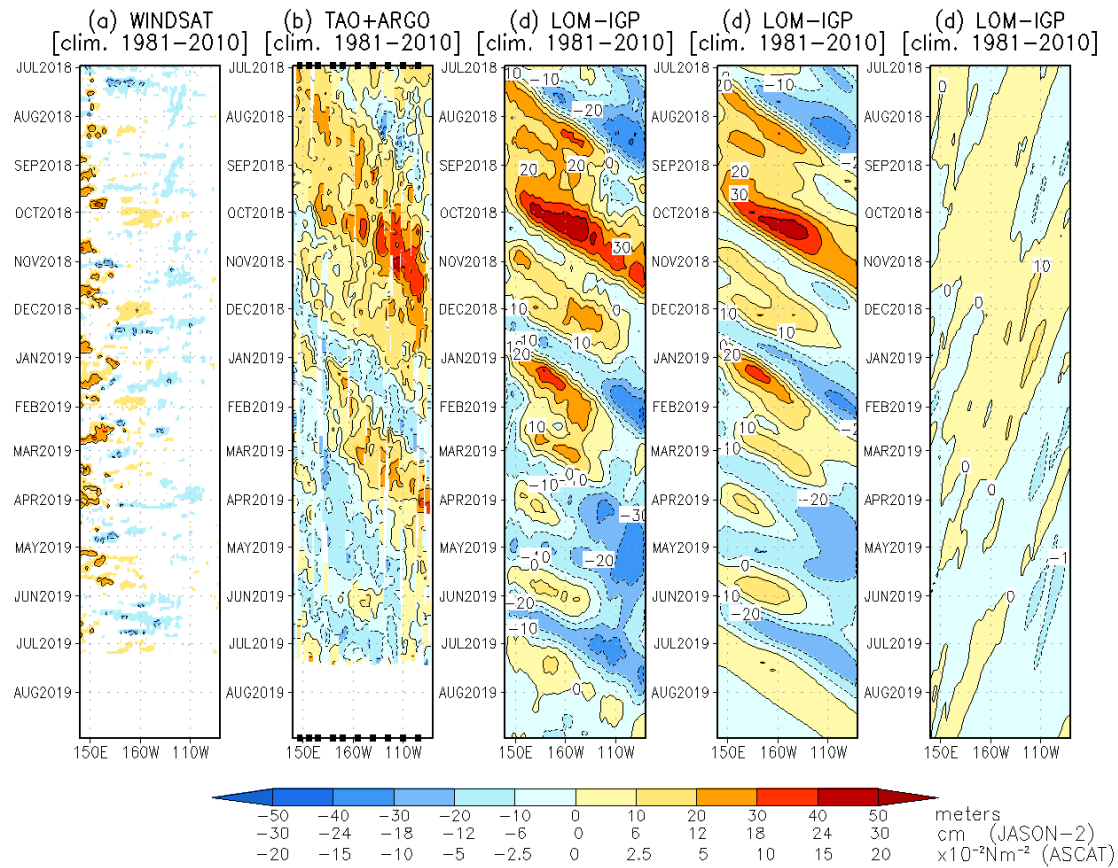


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por WINDSAT, 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.

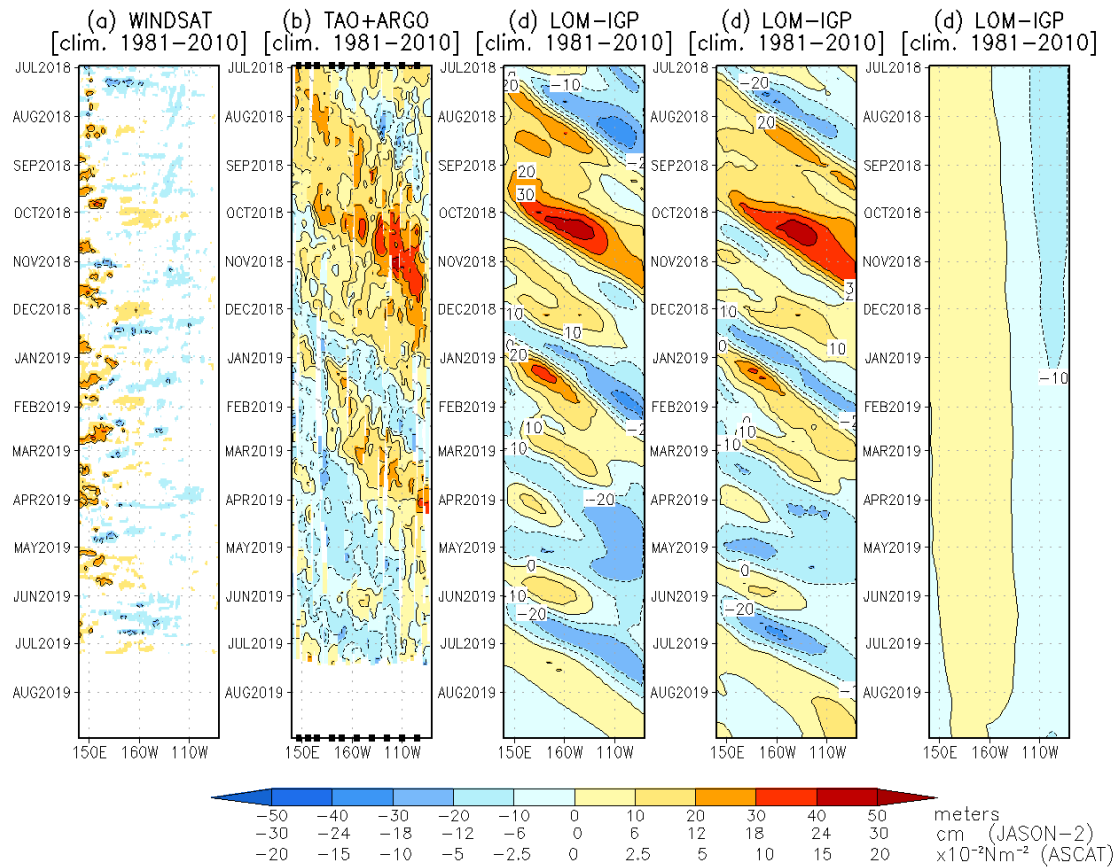


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda Kelvin (tercer panel), onda Kelvin intraestacional (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 WINDSAT. Las líneas diagonales representan la trayectoria que tendría la onda Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. Elaboración: IGP.

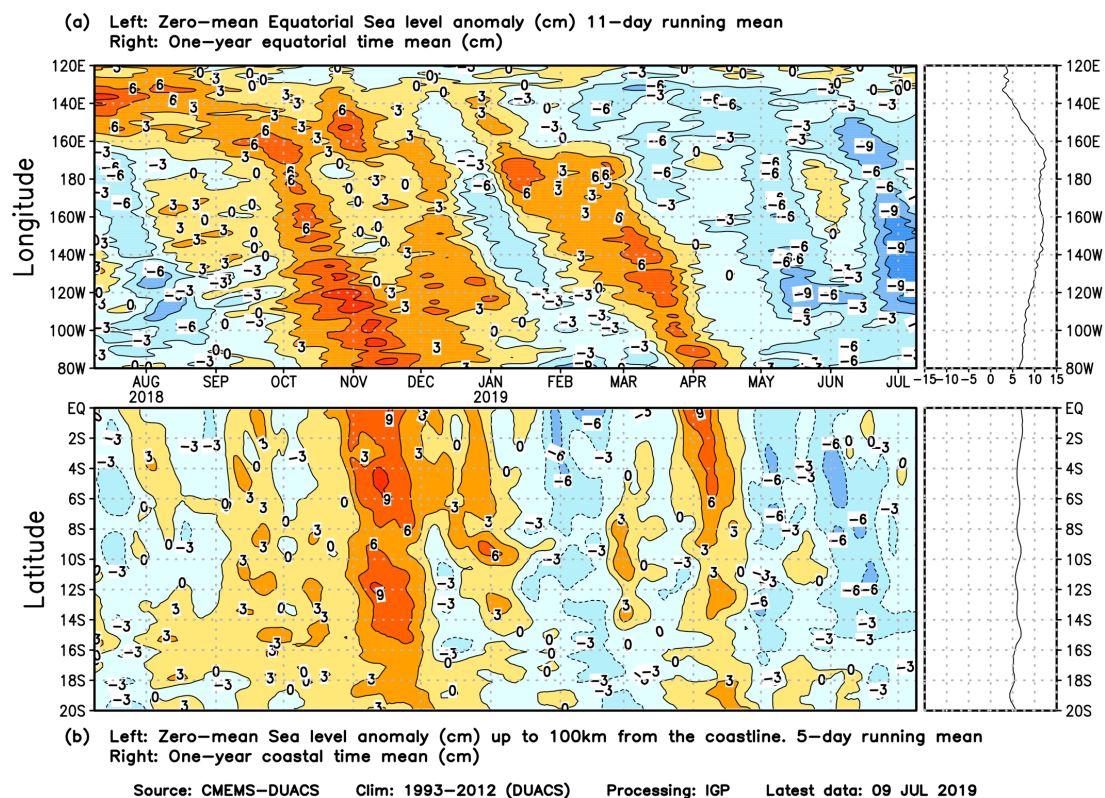


Figura 11. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), que fueron sustraídos a las figuras de la izquierda, respectivamente. Las unidades están centímetros.

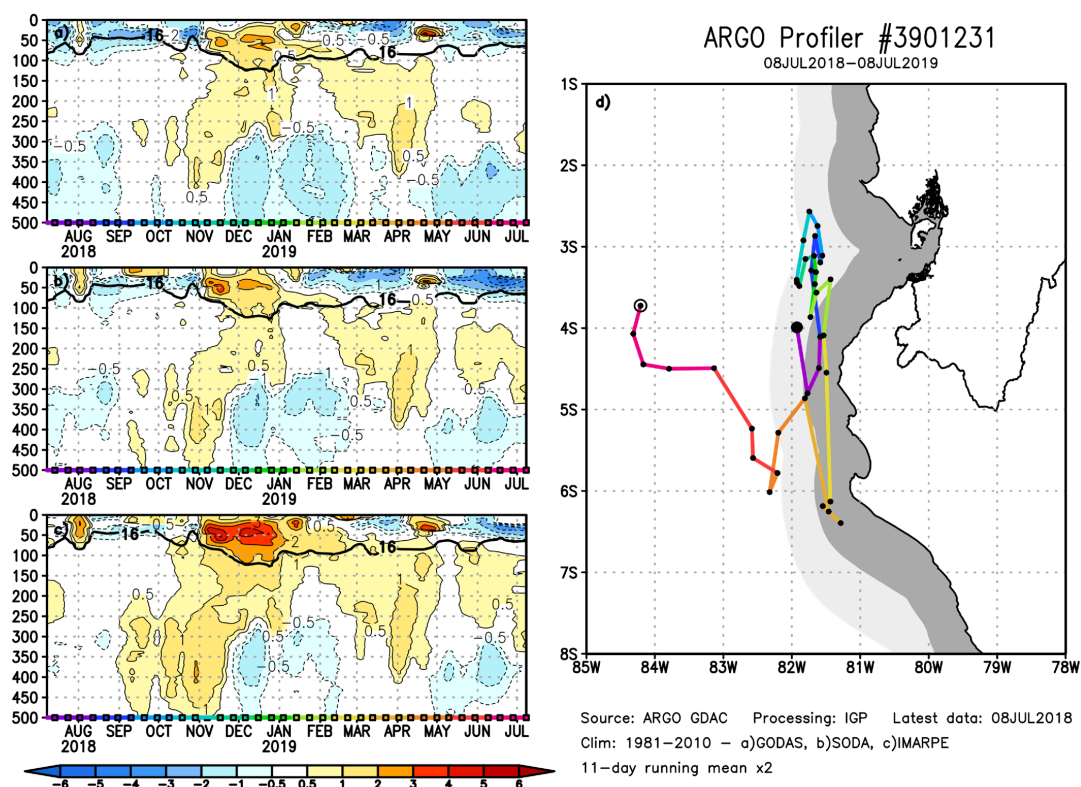


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días, en donde el círculo abierto indica la última posición del flotador.

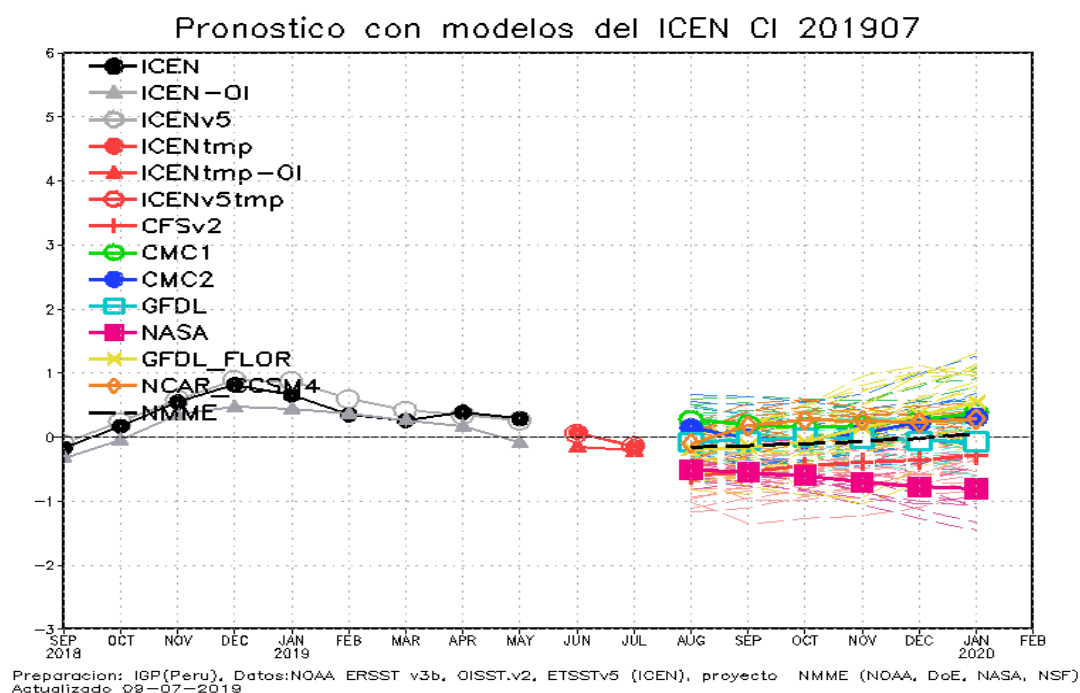
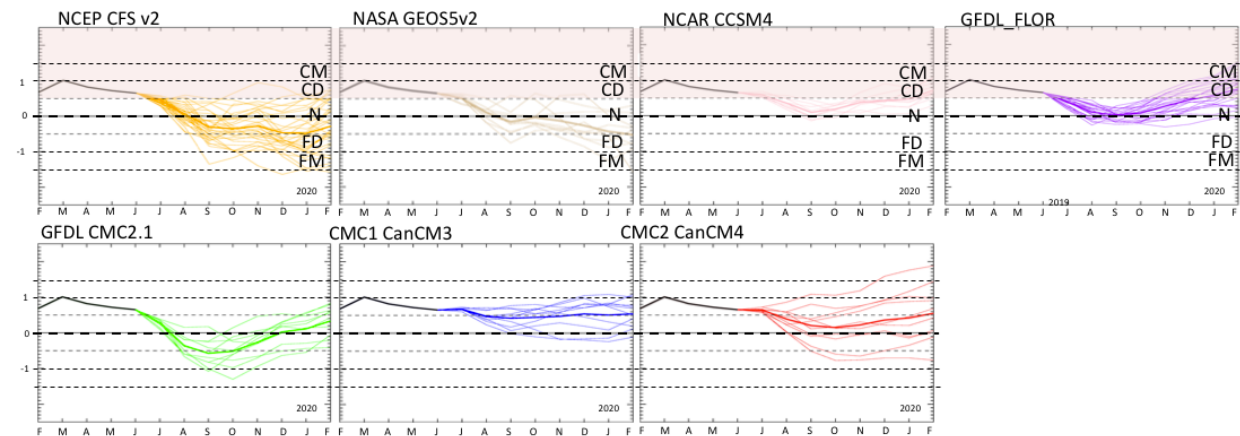


Figura 13. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv3; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2; ICEN gris con círculos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno, ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos, ICENv5tmp, rojo con círculo). Además, 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_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de julio de 2019. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

Condiciones Iniciales de Julio 2019



Condiciones Iniciales de Junio 2019

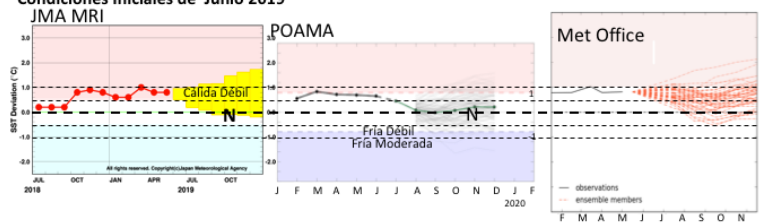


Figura 14. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.