

**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/2020-06
13/07/2020**

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 mayo y basado en los datos de ERSSTv5 (ICENV5) y OISST (ICENOI), indican la condición climática Neutra frente a la costa norte y centro del Perú, con valores de 0.02° y -0.20°C , respectivamente. Los valores temporales del ICEN (ICENTmp) de ERSSTv5 y de OISSTv2 para los meses de junio y julio de 2020 coinciden también en indicar condiciones Neutras. Con respecto al Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés), para el mes de mayo, muestra una condición Neutra (-0.01°C), esta condición también se observa en los valores temporales para los meses de junio y julio.

Conforme a la información de altimetría satelital (producto DUACS) y de las boyas ARGO, durante el mes de junio, se continuó observando la presencia de la onda de Kelvin fría a lo largo de la franja ecuatorial y, además, concentrada en la zona oriental. Por otro lado, en la zona occidental se desarrolló un pulso de viento del este a fines del mes de junio, el cual, según los modelos numéricos, se ha proyectado en una onda de Kelvin fría. Las predicciones numéricas de los siete modelos climáticos de NMME, inicializados con información oceánica y atmosférica del mes de julio de 2020, continúan indicando un escenario ligeramente frío, tanto en el Pacífico central como oriental, siendo para la primera región (central) una condición fría débil a partir de agosto de 2020 y que se extendería hasta enero de 2021. Esto se traduce en el desarrollo de un evento La Niña

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 encargada del Estudio Nacional 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 la información mensual de la interpolación óptima de la temperatura superficial del mar (TSM) de Reynolds y promediada sobre la región Niño 1+2, se calculó el ICEN (ICEOI) para el mes de mayo, el cual indica una condición Neutra (ver Tabla 1). Asimismo, con la versión 5 de la información reconstruida extendida de la TSM (ERSSTv5), se calculó el ICENv5 para el mes de mayo, el cual también indica una condición Neutra (ver Tabla 1).

Hay que señalar que para calcular el ICEN actual, tanto para 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 esta razón que pueden existir pequeñas discrepancias en el cálculo del ICEN para los meses anteriores cuando se use la data actualizada.

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

Año	Mes	ICENOI	Categoría	ICENv5	Categoría
2020	Febrero	0.26	Neutra	-0.15	Neutra
2020	Marzo	0.47	Cálida Débil	0.10	Neutra
2020	Abril	0.33	Neutra	0.19	Neutra
2020	Mayo	-0.20	Neutra	0.02	Neutra

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

Tabla 2. ICEN temporales (ICENtmp) para junio y julio son obtenidos de OISST.v2 (columnas 3 y 4) y ERSST v5 (columnas 5 y 6). El ICENtmp para junio (julio) se calcula usando la información del promedio de los valores pronosticados de anomalía de la TSM de junio (julio y agosto) de NMME.

Año	Mes	ICENOI	Categoría	ICENv5	Categoría
2020	Junio	-0.63	Neutra	-0.39	Neutra
2020	Julio	-0.85	Neutra	-0.72	Neutra

Según los valores del ICENtmp de OI y de ERSSTv5 para los meses de junio y julio se esperarían condiciones Neutras. Esto se confirmará 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 2020, es de -0.01°C , correspondiente a una condición Neutra¹.

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).

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)

Índice Oceánico Niño			
Año	Mes	ONI (°C)	Categoría
2020	Febrero	0.51	Cálida Débil
2020	Marzo	0.50	Cálida Débil
2020	Abril	0.28	Neutra
2020	Mayo	-0.01	Neutra

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de junio y julio de 2020, combinando observaciones y pronósticos de NMME, indican condiciones Neutras (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2020	Junio	-0.18	Neutro
2020	Julio	-0.32	Neutro

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Durante el mes de junio, las anomalías de la TSM diaria, según los datos observados (IR, MW y OSTIA) en la región Niño 3.4 y región Niño 1+2 presentaron anomalías negativas, sin embargo, éstas en promedio, estuvieron dentro del rango neutral. La anomalía mínima registrada en el Pacífico central fue de -0.5°C y la máxima de 0°C en la primera y cuarta semana del mes, respectivamente (Figura 1a). En lo que respecta a la región Niño 1+2, la anomalía máxima fue de -0.1 y la mínima de -1.2°C en la primera y tercera semana del mes, respectivamente (Figura 1b).

En el mes de junio, según la información de las boyas instaladas a lo largo del Pacífico Ecuatorial del proyecto TAO, se continuó observando anomalías negativas del viento en la región occidental mientras que en lo que resta del Pacífico se puede apreciar, en promedio condiciones neutras (Figura 2a). Con respecto a la profundidad de la isoterma de 20°C , se mostraron anomalías negativas en gran parte del Pacífico ecuatorial (175° - 90°W) (Figura 2b). Finalmente, en cuanto a la anomalía de la TSM, se mantienen negativas entre 160° y 110°W (Figura 2c).

Conforme a la información diaria del esfuerzo de viento zonal ecuatorial del producto WindSat, se observaron, durante la primera y cuarta semana del mes, pequeños pulsos dispersos de viento del oeste entre 170° y 120°W , En la segunda semana del mes se registraron pulsos de poca intensidad del este entre 150° y 120°W . Finalmente, en la cuarta semana se presentó un pulso negativo en el Pacífico ecuatorial occidental entre 135° - 165°E (ver Figura 3). Según la información de los datos de TAO, la inclinación de la termoclina se encuentra alrededor de su valor normal, mientras que el contenido de calor muestra valores cercanos a su climatología para finales de mes (ver Figura 5). En la profundidad de la isoterma de 20°C en la boya ubicada en la región oriental (95°W) se observan anomalías negativas de hasta -20 m (Figura

6).

La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) en el mes de junio en la región occidental (170°E – 140°W, 5°S-5°N) y en la región oriental (170°W – 100°W, 5°S-5°N) continúan indicando valores superiores a su climatología, lo cual está relacionado a una deficiencia de precipitación. Esta información se puede apreciar en las Figura 7 y 8, respectivamente.

Durante el mes de junio, según la data de altimetría satelital (DUACS) y de las boyas ARGO, se continúa observando la presencia de la onda de Kelvin fría a lo largo de la franja ecuatorial (Figura 2 y 9b), y concentrada en la zona oriental del Pacífico (Figura 11b). Por otro lado, según los modelos numéricos de ondas, se habría formado una onda de Kelvin fría debido al pulso de viento del este que se desarrolló a fines del mes de junio en la región occidental.

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

Sin la tendencia promedio que se viene observando en el último año, la información de DUACS (basada en altimetría satelital) a lo largo de la costa peruana para el mes de junio muestra, en promedio, anomalías negativas al norte de los 12°S y condiciones neutras al sur de este punto. En los últimos 10 días del mes de junio se observaron anomalías positivas al norte de los 4°S (Figura 11b).

Según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó durante junio entre 83°–82.1°W y 4°-5°S (entre las 50 y 100 mn frente a la costa norte del Perú), se observaron anomalías negativas hasta los 180m de profundidad, siendo las más frías en la parte superficial. Asimismo, se observan anomalías negativas entre los 250 y 350 metros de profundidad (ver Figura 12c).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Se espera que la señal de la onda de Kelvin fría continúe impactando la costa sudamericana por lo menos hasta el mes de agosto, aunque con menor intensidad, esto según la información de los modelos numéricos y la interpretación de los datos observados (ver figuras 9, 10 y 4). Es de esperar que esto contribuya con la disminución del nivel del mar y la temperatura del mar en nuestra región. Por otro lado, si la onda de Kelvin fría, formada por el pulso de viento del este a fines de junio, lograra desarrollarse completamente y cruzase todo el océano Pacífico, esta llegaría a fines de agosto. Sin embargo, los modelos también muestran que esta onda tendría una intensidad inferior a la que se observa actualmente.

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), según siete modelos climáticos integrantes de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales del mes de julio de 2020, se desarrollarían anomalías negativas entre los meses de julio a enero de 2021 pero estos valores estarían dentro del rango normal. Solo el modelo de la NOAA muestra condiciones frías débiles entre los meses de julio y diciembre de 2020 que se traduciría en un evento La Niña de magnitud débil (ver Tabla 5 y Fig. 13).

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los mismos modelos climáticos mencionados en el párrafo anterior, se esperan condiciones frías débiles entre los meses de agosto de 2020 y enero de 2021. Los modelos de NASA y CFSv2, indican condiciones frías moderadas entre los meses de setiembre-enero 2021 y octubre-enero 2021, respectivamente. Por lo tanto, según la

información que se tiene hasta la fecha de los modelos numéricos climáticos, se espera el desarrollo de un evento La Niña en el Pacífico central desde finales del invierno a inicios del verano 2021. (ver Tabla 6 y Fig. 14).

Tabla 5. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos utilizando condiciones iniciales de julio de 2020.

Modelo	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		-0.79	-0.74	-0.50	-0.41	-0.55	-0.68	-0.69
CanCM4i		-0.60	-0.60	-0.56	-0.49	-0.44	-0.38	-0.30
GEM_NEMO		-0.79	-0.82	-0.74	-0.67	-0.74	-0.78	-0.71
GFDL		-0.63	-0.62	-0.52	-0.36	-0.24	-0.18	-0.10
NASA		-1.02	-1.17	-1.11	-1.02	-1.03	-1.01	-0.97
GFDL_FLOR		-0.38	-0.27	-0.19	-0.04	0.19	0.36	0.37
NCAR_CCSM4		-0.84	-0.79	-0.39	-0.23	-0.22	-0.36	-0.37
NMME		-0.72	-0.72	-0.57	-0.46	-0.43	-0.43	-0.40
ICENtmp	-0.39							

Tabla 6. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos utilizando condiciones iniciales de julio de 2020.

	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF
CFS2		-0.24	-0.47	-0.83	-1.08	-1.20	-1.22	-1.13
CanCM4i		-0.45	-0.67	-0.86	-0.95	-1.00	-1.01	-0.92
GEM_NEMO		-0.30	-0.43	-0.60	-0.72	-0.79	-0.82	-0.79
GFDL		-0.30	-0.45	-0.57	-0.48	-0.25	-0.01	0.22
NASA		-0.68	-1.23	-1.68	-1.86	-1.92	-2.00	-1.85
GFDL_FLOR		-0.21	-0.17	-0.13	-0.04	0.03	0.12	0.23
NCAR_CCSM4		-0.11	-0.27	-0.61	-0.88	-1.02	-1.07	-1.05
NMME		-0.33	-0.53	-0.75	-0.86	-0.88	-0.86	-0.76
ONItmp	-0.18							

Conclusiones:

1. El ICEN estimado con los datos de OISST y ERSST para mayo de 2020 fue de -0.20 y 0.02, respectivamente, lo que corresponde a condiciones Neutras. Estas mismas condiciones se observaron en los ICENtmp de junio y julio de ambas fuentes de datos.
2. En el Pacífico central, el ONI de abril (AMJ) es -0.01 y corresponde a una condición Neutra. Esta condición se mantiene para los valores estimados de junio y julio.
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) continúa indicando valores superiores a su climatología.

4. Durante el mes de junio, en la región ecuatorial del Pacífico, en promedio, se siguen observando anomalías negativas del viento en la región occidental mientras en lo que resta del Pacífico se puede apreciar, en promedio, condiciones neutras. En relación a la profundidad de la isoterma de 20°C, esta continuó menos profunda de lo normal en casi todo el Pacífico. Finalmente, en lo relacionado a la anomalía de la TSM ecuatorial, esta mantiene anomalías negativas entre 160 y 110°W.
5. A fines del mes de junio se desarrollaron los pulsos de viento del este al oeste de la línea de cambio de fecha.
6. Basado en los datos de TAO, la inclinación de la termoclina y el contenido de calor muestran valores cercanos a su normal.
7. Según la información de los flotadores ARGO en la zona oriental de la franja ecuatorial (100°W), se mantienen las temperaturas por debajo de lo normal en los primeros 150 metros de profundidad. De la misma forma, el flotador ARGO, localizado frente a la costa norte del Perú y alrededor de las 50 millas náuticas, muestra anomalías negativas en la parte superior del océano y entre 250 y 350 metros de profundidad.
8. Durante el mes de junio, y según la data de altimetría satelital y de las boyas ARGO, se continuó observando la presencia de la onda de Kelvin fría a lo largo de la franja ecuatorial y concentrada en la zona oriental.
9. A lo largo de la costa peruana, según la información de altimetría satelital, habrían predominado las anomalías negativas, aunque no muy intensas.
10. Se espera que la señal de la onda de Kelvin fría continúe impactando la costa peruana por lo menos hasta el mes de agosto, aunque con una menor intensidad. Es de esperar que esto contribuya a disminuir el nivel y la temperatura del mar en nuestra región.
11. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de julio 2020, indican en promedio condiciones NEUTRAS entre los meses de julio a enero de 2021, sin embargo, sus anomalías son negativas en el mismo periodo
12. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indica condiciones frías débiles entre los meses de agosto y enero de 2021. Por lo tanto, se esperaría un evento La Niña en el Pacífico Central entre finales de invierno e inicios de verano.

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 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.

Figuras

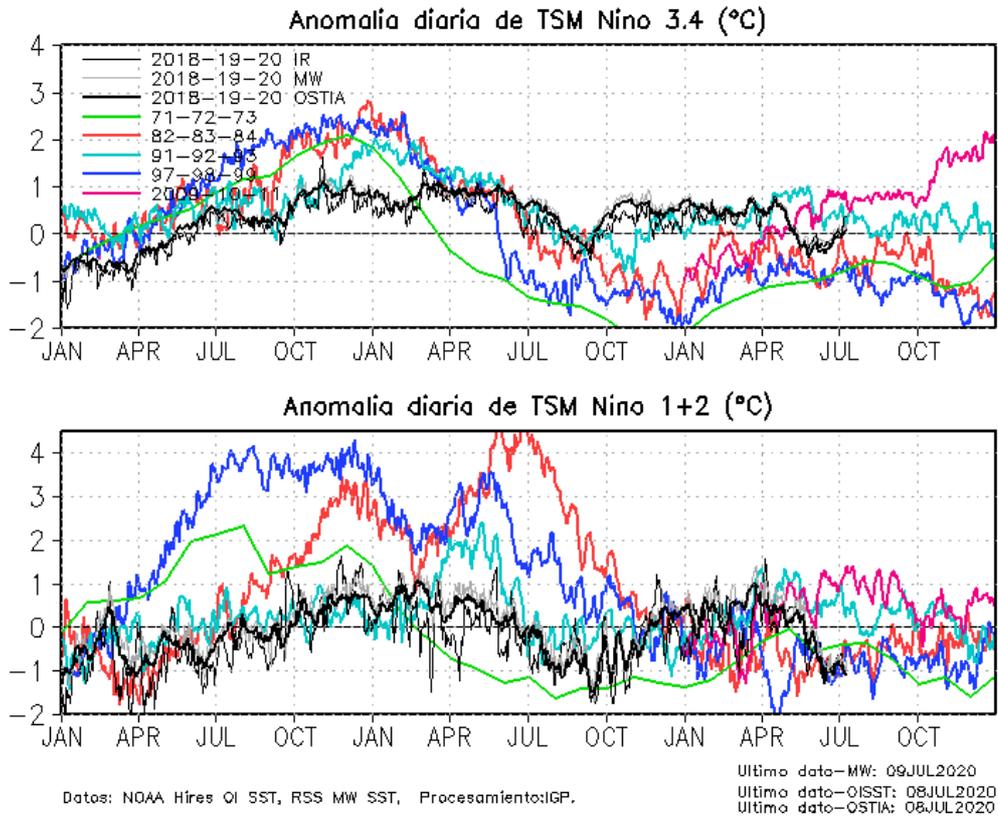


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (guesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color rojo, azul, celeste y verde indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años El Niño 1982-1984, 1997-1999, 1991-1993 y 1971-1973. Elaboración: IGP.

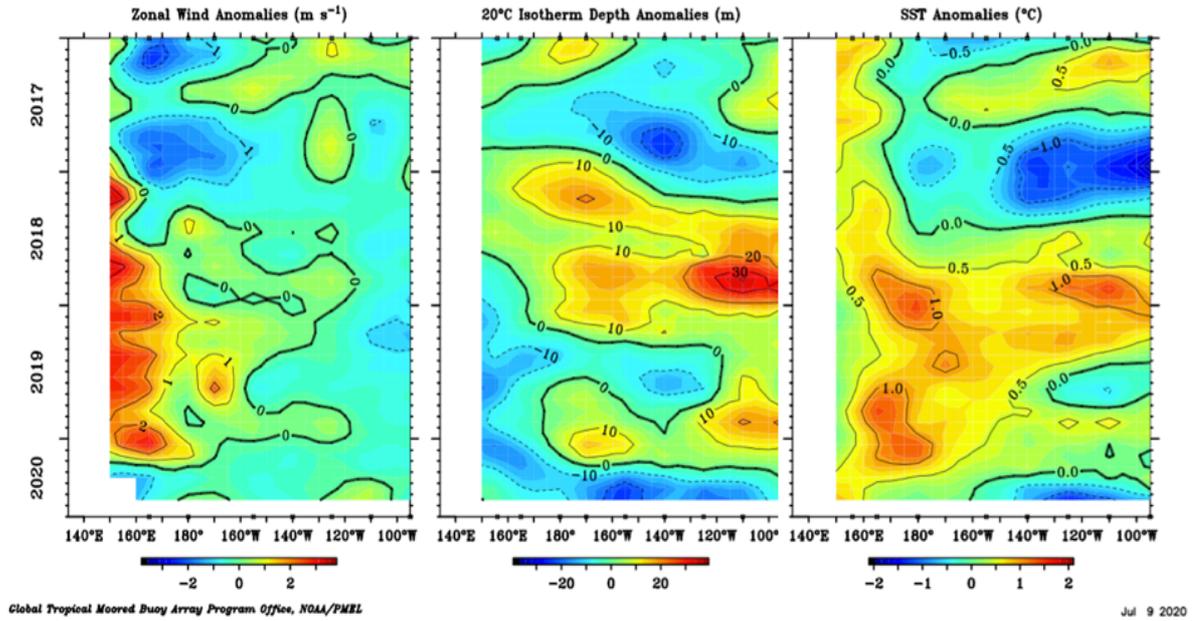


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía de: (a) el viento zonal, (b) la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) y (c) la temperatura superficial del mar; a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-1°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

Anomalia de esfuerzo de viento zonal (10^2Nm^{-2})
promediada entre 2S y 2N

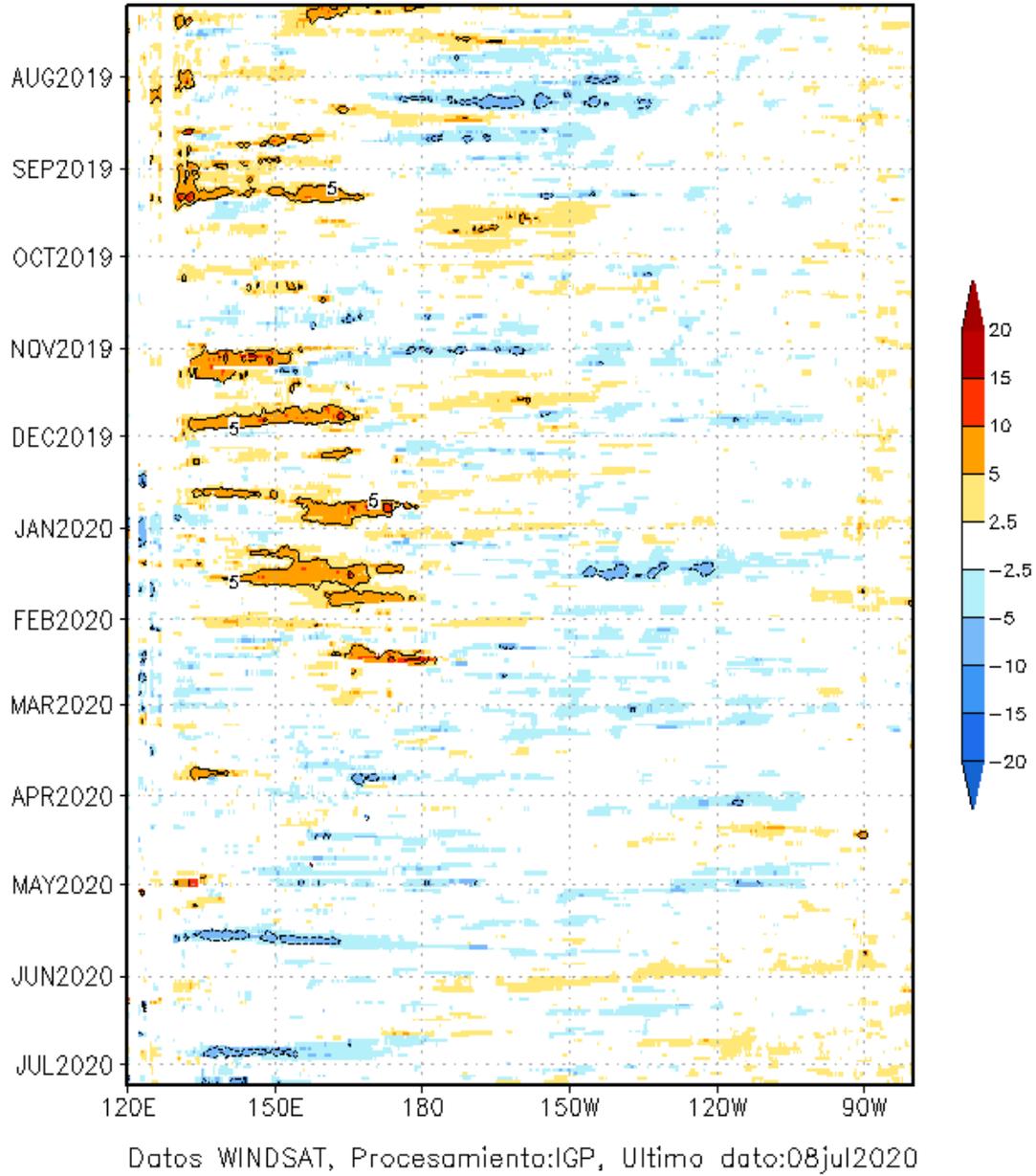


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT hasta el 08 de julio 2020. Elaboración: IGP.

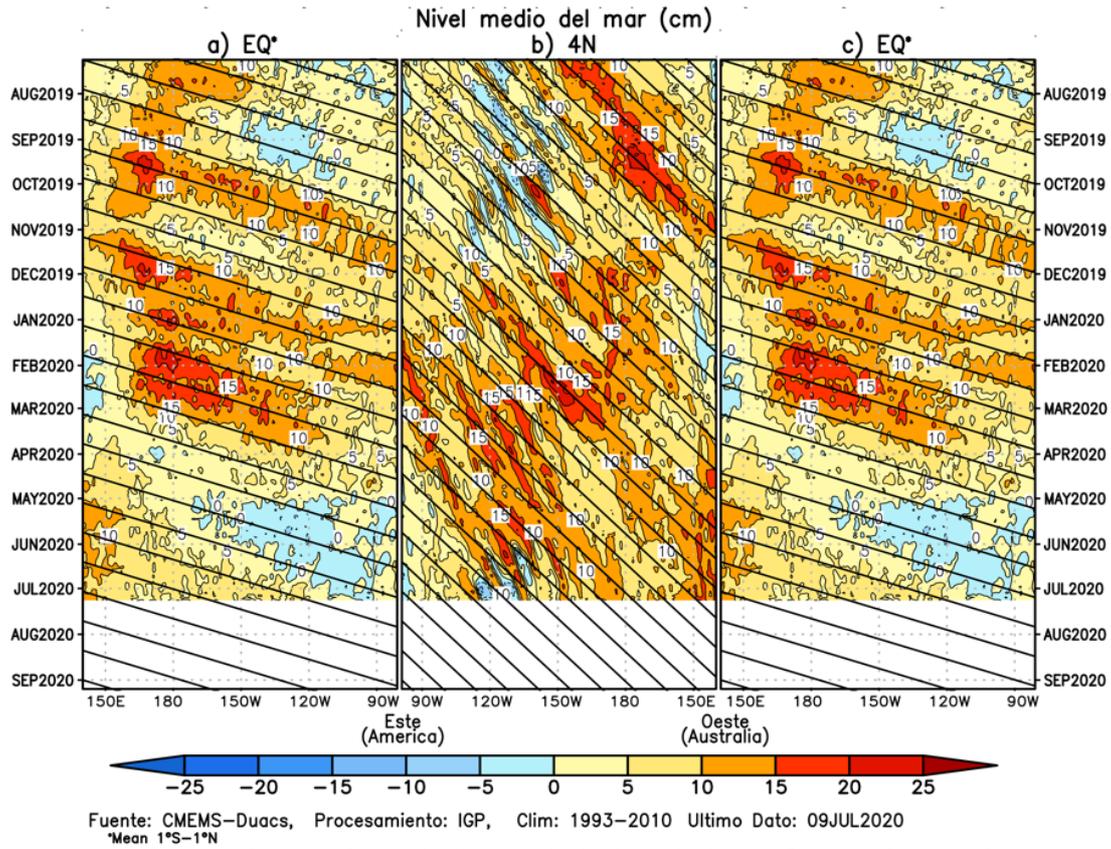


Figura 4. Diagramas longitudin- tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico usando el producto DUACS. Las figuras (a) y (c) son las mismas y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial, mientras que (b) a lo largo de 4°N pero con el eje zonal de Este a Oeste. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda de Kelvin (a y c) y Rossby (b) si tuvieran una velocidad aproximada de 2.6 m/s y 0.87 m/s, respectivamente. Elaborado por el IGP.

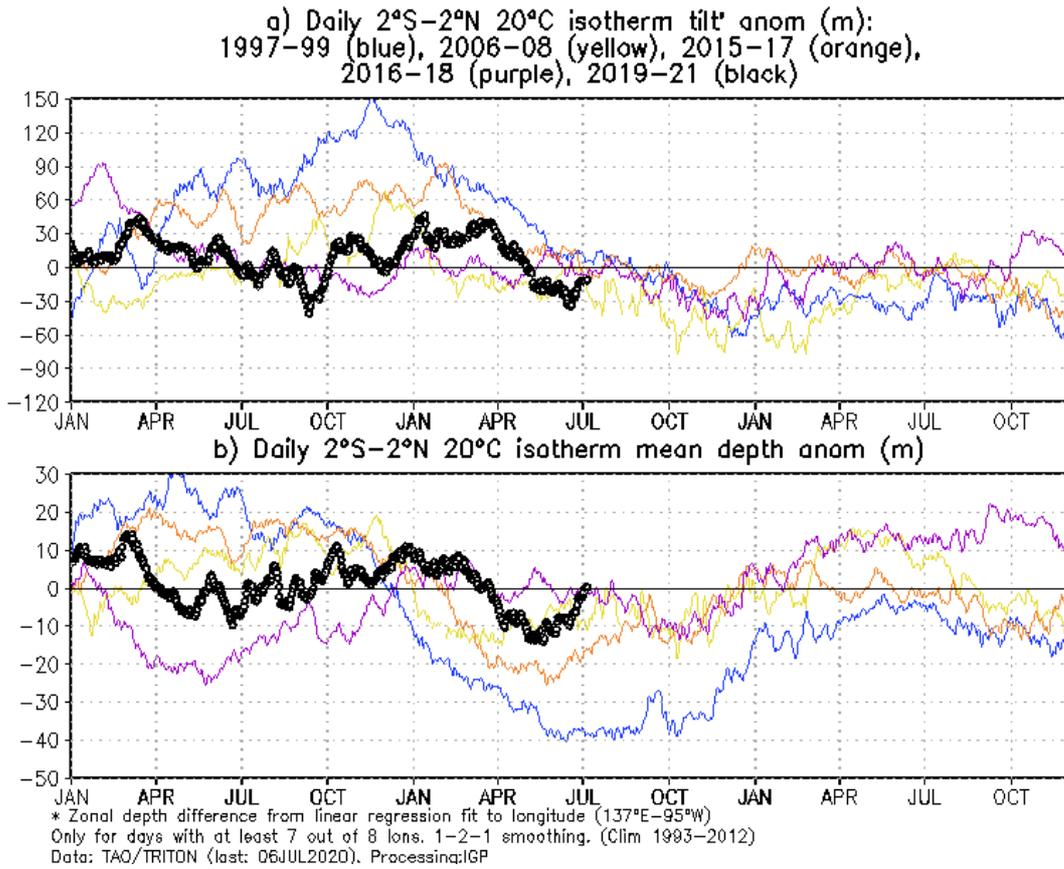


Figura 5 a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores. Elaboración: IGP.

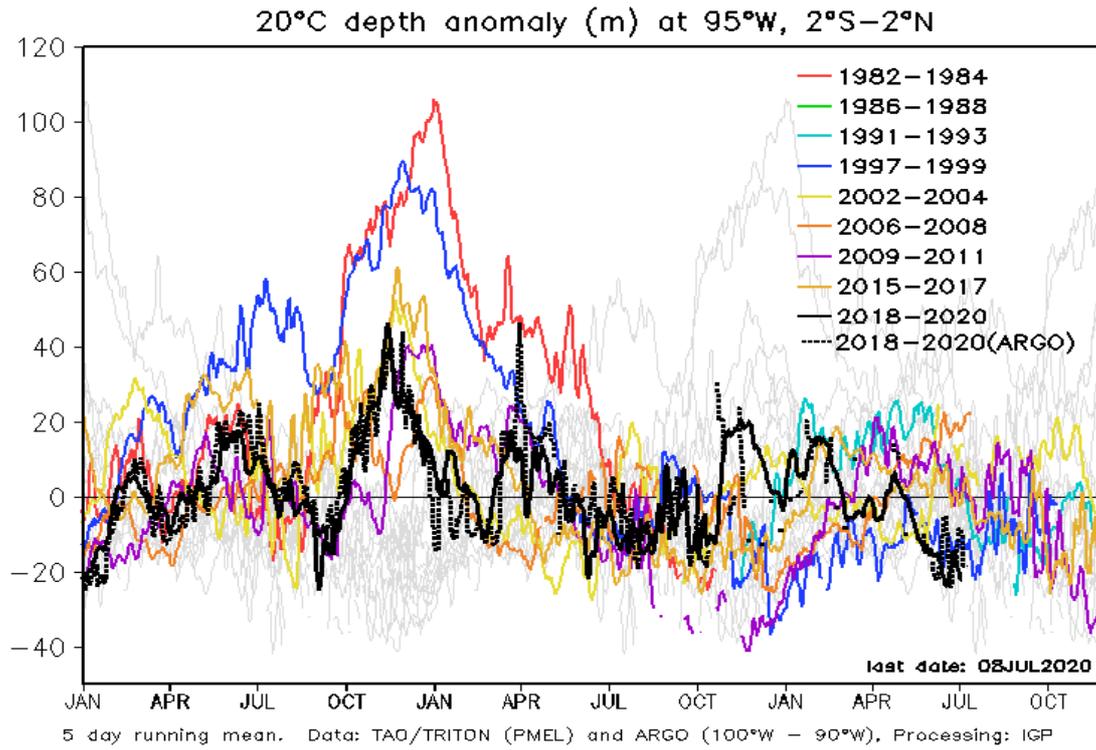


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W ,2°S-2°N, con datos de ARGO y TAO. Elaboración: IGP.

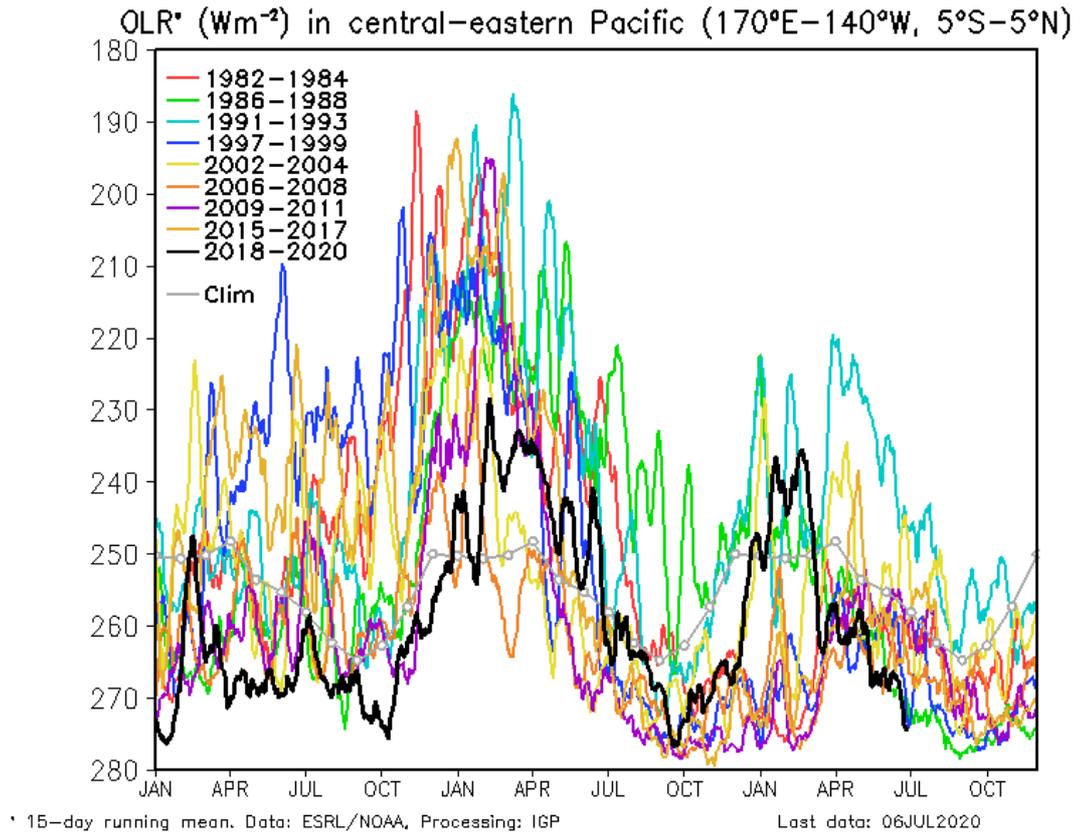


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP

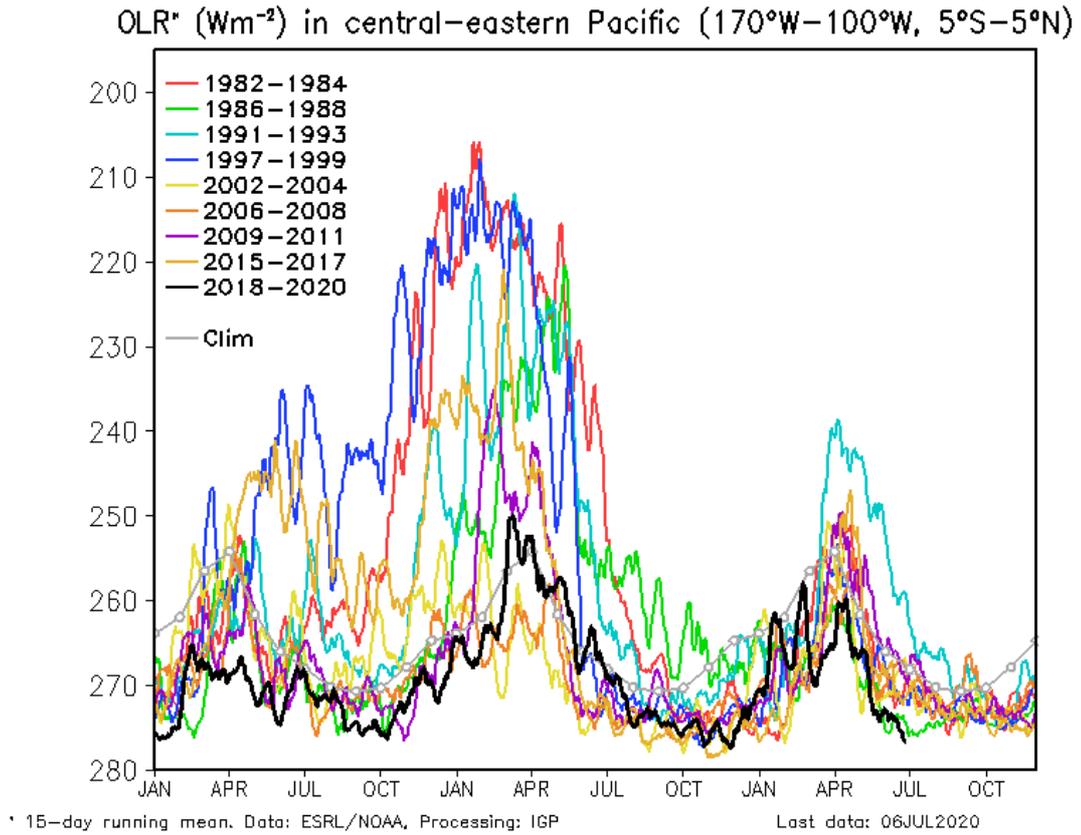


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}\text{W}-100^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.

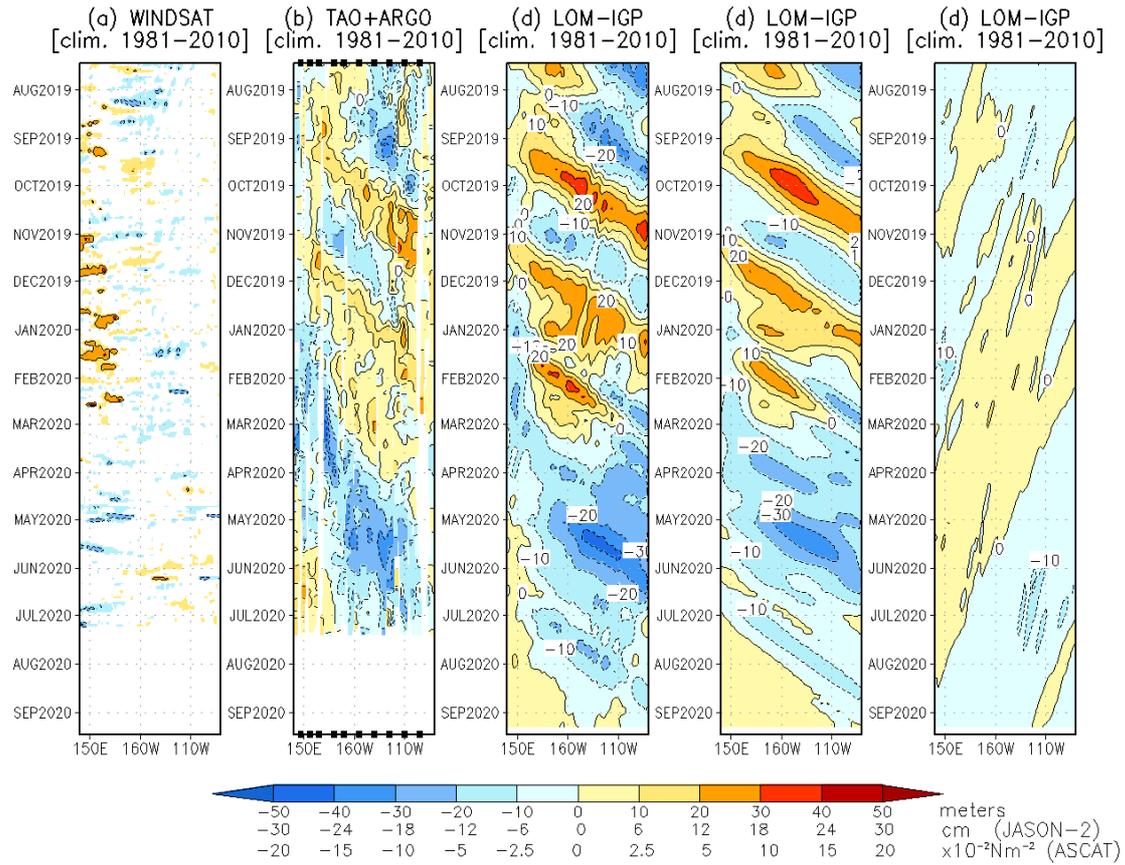


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda de 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 de Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. Elaboración: IGP.

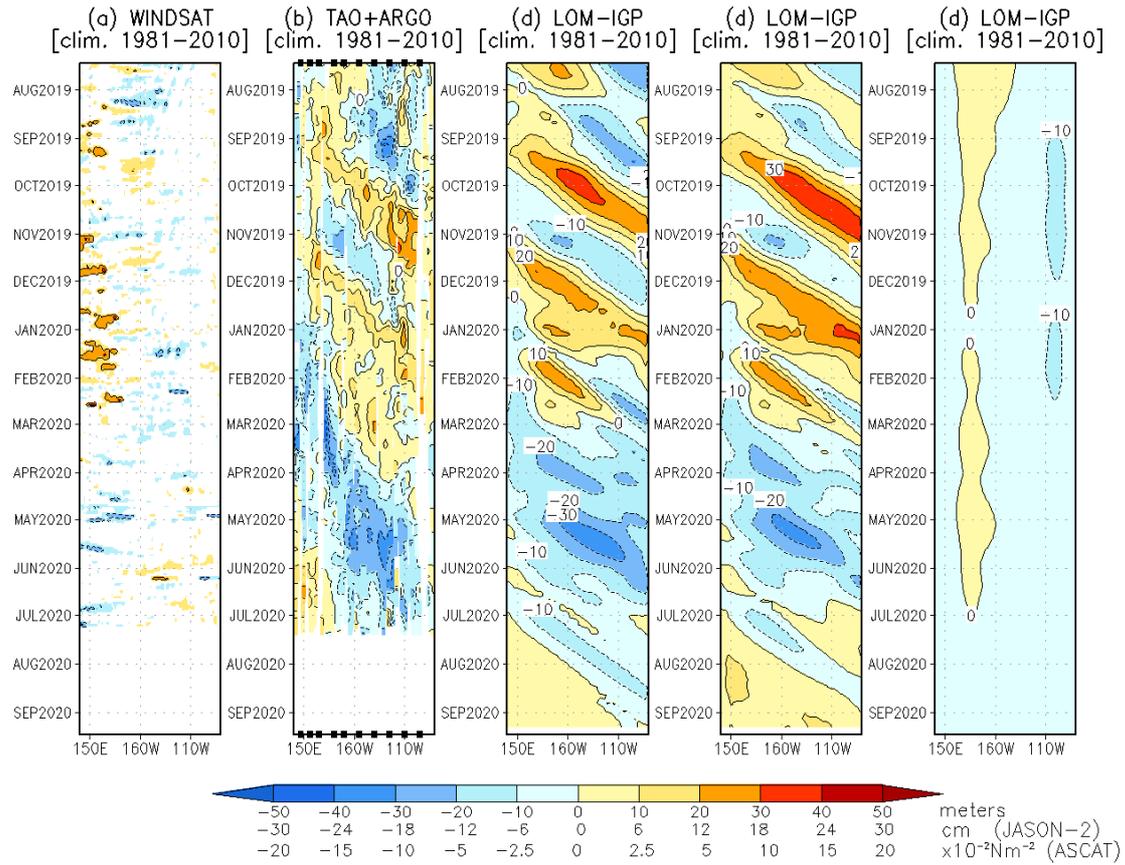


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda de Kelvin intraestacional (tercer panel),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

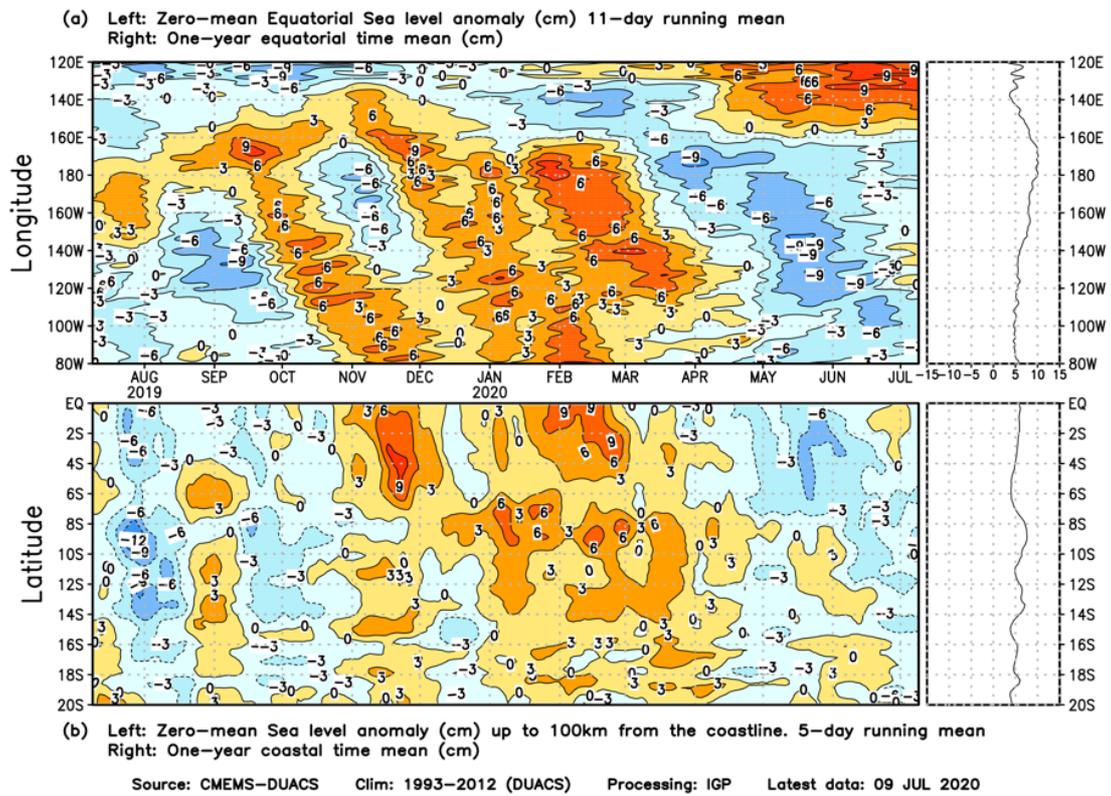


Figura 11. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

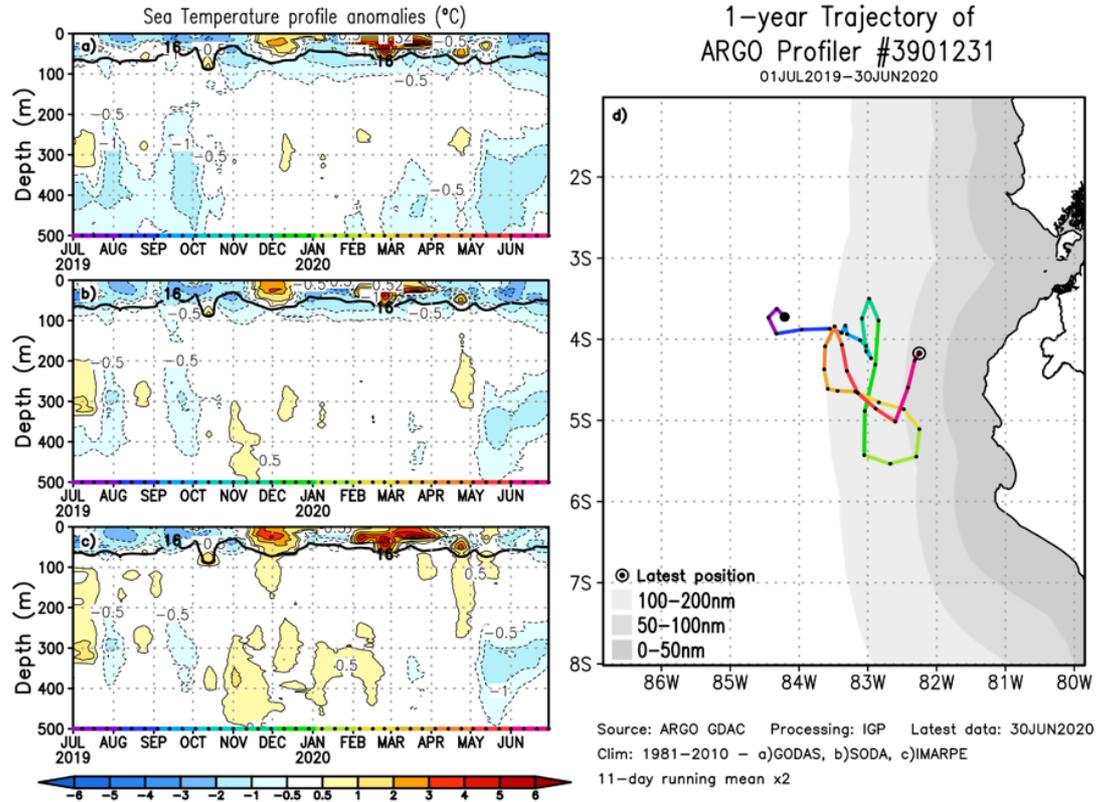


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria 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.

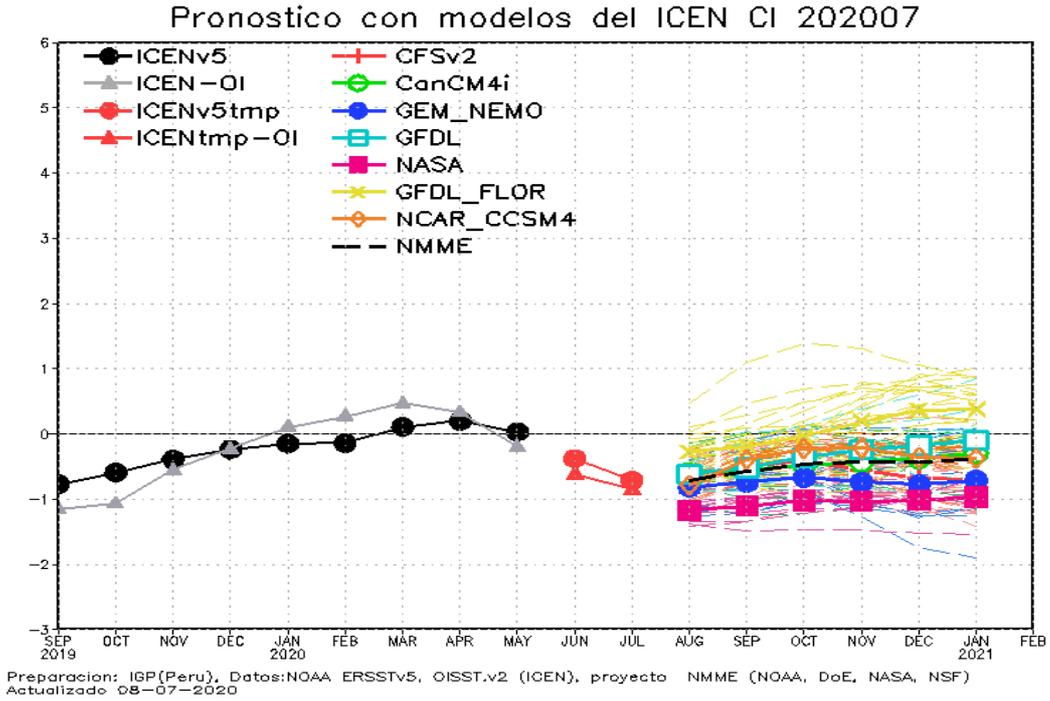


Figura 13. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv5; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno, ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de julio de 2020. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

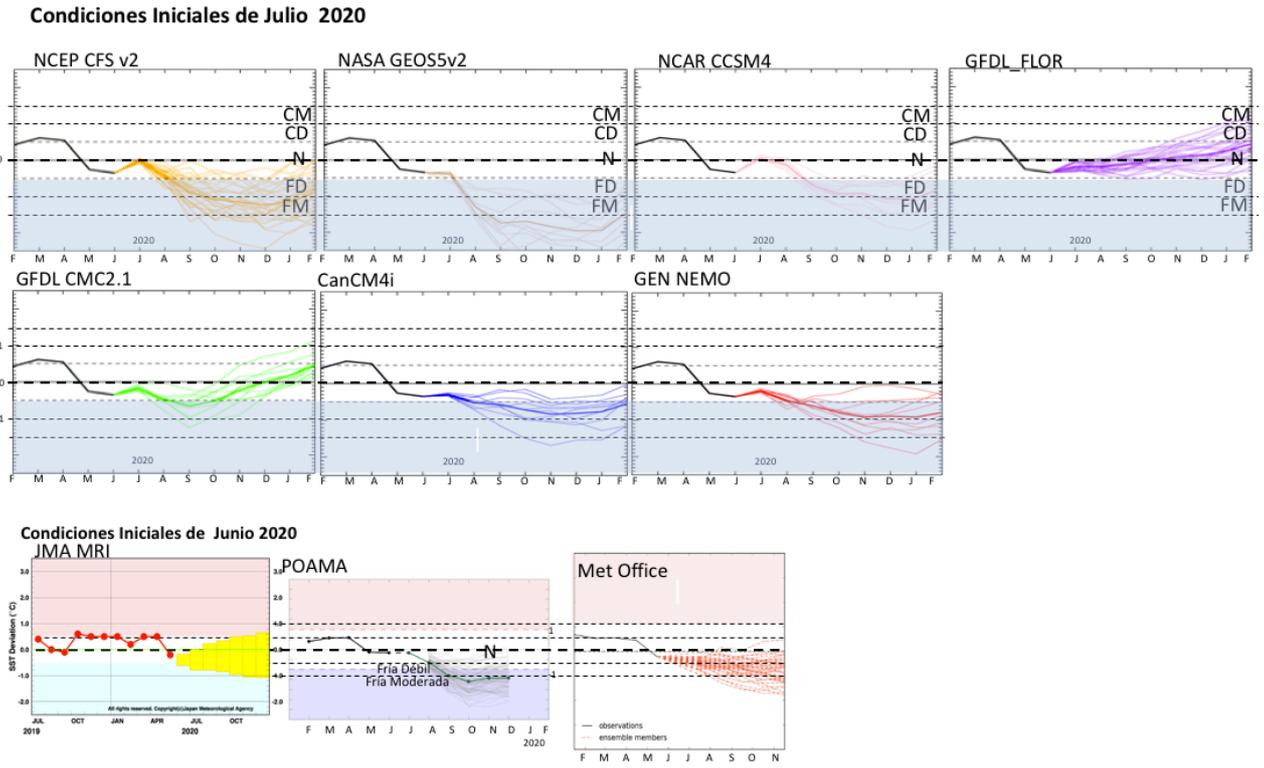


Figura 14. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.