

**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/2020-04 15/05/2020

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), basado en los datos de ERSSTv5 (ICENv5), para el mes de marzo de 2020, continúa indicando la condición climática Neutra frente a la costa peruana con el valor de 0.10°C . Por el contrario, el ICEN estimado con los datos de SSTOI (ICENOI) indica condiciones Cálidas Débiles con el valor de 0.47°C . Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) de ERSSTv5 y de OISSTv2 para los meses de abril y mayo de 2020 coinciden en indicar condiciones Neutras. Con respecto al Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) muestran condiciones Cálidas Débiles para el mes de marzo (0.50°C) y, según la información de los valores temporales, se esperarían condiciones Neutras para los meses de abril (0.35°C) y mayo (0.13°C).

Durante el mes de abril se observó, en la profundidad de la termoclina, la presencia de un paquete de ondas Kelvin frías aproximándose a la costa americana, mientras que en la información de altimetría satelital (producto DUACS), esta señal ya habría iniciado su arribo a la costa norte del Perú, y se esperara que continué afectando la costa hasta el mes de julio.

Según el promedio de los resultados de los siete modelos numéricos climáticos de NMME, inicializados con información oceánica y atmosférica del mes de mayo de 2020, se tendría un escenario ligeramente frío, tanto en el Pacífico central como oriental, siendo para la primera región (central) una condición fría débil a partir de setiembre 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 la información mensual de la interpolación óptima de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) de Reynolds y promediados sobre la región Niño 1+2, se calculó el ICEN (ICEOI) para el mes de marzo, el cual indica condiciones cálidas débiles (ver Tabla 1). Asimismo, con la versión 5 de la información reconstruida extendida de la TSM (ERSSTv5), se calcula el ICENv5 para el mes de marzo, el cual indica condiciones Neutras (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
2019	Diciembre	-0.23	Neutra	-0.25	Neutra
2020	Enero	0.10	Neutra	-0.16	Neutra
2020	Febrero	0.26	Neutra	-0.15	Neutra
2020	Marzo	0.47	Cálida Débil	0.10	Neutra

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.

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

Año	Mes	ICENOI	Categoría	ICENv5	Categoría
2020	Abril	0.39	Neutra	0.15	Neutra
2020	Mayo	0.03	Neutra	0.01	Neutra

Según los valores del ICENtmp de OI y de ERSSTv5 para los meses de abril y mayo se esperarían condiciones Neutras. 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

marzo de 2020, es de 0.50°C, correspondiente a una condición Cálida Débil¹.

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
2019	Diciembre	0.56	Cálida Débil
2020	Enero	0.53	Cálida Débil
2020	Febrero	0.51	Cálida Débil
2020	Marzo	0.50	Cálida Débil

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

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2020	Abril	0.35	Neutro
2020	Mayo	0.13	Neutro

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Durante el mes de abril las anomalías de la TSM diaria observada en la región Niño 3.4; según los datos de IR, MW, OSTIA; indican que las condiciones en promedio fueron cálidas, con un valor máximo alcanzado de 0.7°C. Sin embargo, en la segunda quincena de este mes las anomalías inician un descenso y logra acercarse al valor de 0°C en los primeros días de mayo (ver Figura 1a). Por otro lado, en la región Niño 1+2 se observó fluctuaciones en las anomalías, aunque teniendo en promedio condiciones neutras, con un máximo valor promedio en la primera semana del mes de abril (0.8°C) (Figura 1b).

Conforme a la información de las boyas instaladas a lo largo del Pacífico Ecuatorial del proyecto TAO, en el mes de abril se observó una disminución de las anomalías positivas del viento zonal al oeste de 160°E (Figura 2a). Dichas anomalías positivas se habrían mantenido desde fines del año 2017. La profundidad de la isoterma de 20°C, en promedio, se mantiene positiva al este de 110°W (Figura 2b). En lo que respecta a la anomalía de la TSM, se observan valores positivos en toda la franja ecuatorial con los valores máximos al oeste de 170°W, aunque con una tendencia a disminuir (Figura 2c).

En la información diaria del esfuerzo de viento zonal ecuatorial del producto WindSat, se observó durante la primera y cuarta semana del mes ligeros pulsos de viento del este, entre

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).

130-100°E, también entre 140-170°E en la segunda y tercera semana. Por el contrario, en la segunda semana del mes se observó un pequeño pulso del viento del oeste entre 100-115°W (ver Figura 3). Según la información de los datos de TAO, la inclinación de la termoclina, se encuentra con un valor cercano a su normal. Por otro lado, el contenido de calor indica valores negativos, además muestra una tendencia a seguir disminuyendo (ver Figura 5). La profundidad de la isoterma de 20°C en la boya ubicada en la región oriental (95°W) indica anomalías cercanas a cero (Figura 6).

La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) en el mes de abril 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. Esta información se puede apreciar en las Figura 7 y 8, respectivamente.

Durante el mes de abril se observó en la termoclina la presencia de un paquete de ondas Kelvin frías aproximándose a la costa americana, aunque este, en el nivel del mar, ya habría iniciado su arribo (Figura 2 y 9b).

Ondas Kelvin a lo largo de la costa peruana

A lo largo de la costa peruana, según la información de DUACS (basada en altimetría satelital), se observan anomalías negativas al norte de 8°S, y al sur del mismo punto se observó una tendencia a la normalización (Figura 11b). Según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó durante abril entre 83.7°–83.3°W y 3.8°-4.7°S (entre las 100 y 200 millas náuticas frente a la costa norte del Perú), se observan anomalías positivas de la temperatura del mar dentro de los 40 metros de profundidad, sin embargo estas anomalías descienden para finales de mes, es notable para la segunda quincena del mes la formación de un núcleo positivo (3°C) en los 50 metros de profundidad y, asimismo, la presencia de anomalías de alrededor de 0.5°C entre los 80 y 270 metros de profundidad (ver Figura 12c).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Se espera que la señal de la onda Kelvin fría continúe impactando la costa sudamericana por lo menos hasta el mes de julio. Es posible que esta contribuya a una disminución del nivel del mar y, además, a una disminución de la temperatura del mar (ver figura 9 y 10).

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 mayo de 2020, se esperan en promedio condiciones Neutras entre los meses de mayo a noviembre de 2020. El modelo de la NASA predice el desarrollo de un evento La Niña Costera de magnitud Moderada entre los meses de junio y noviembre (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 Neutras entre los meses de mayo y agosto, y condiciones Frías Débiles entre los meses de setiembre y noviembre. Los modelos CFSv2, NASA y NCARCCSM4, indican condiciones entre frías débiles y moderadas, entre los meses de julio a noviembre (ver Tabla 6).

En esta época es común que los modelos numéricos sean menos precisos en sus resultados,

por lo que se recomienda tomarlos con mayor precaución.

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

Modelo	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND
CFS2		-0.03	-0.46	-0.84	-0.85	-0.76	-0.66	-0.68
CanCM4i		0.21	-0.05	-0.33	-0.39	-0.36	-0.30	-0.24
GEM_NEMO		-0.05	-0.50	-0.83	-0.95	-0.89	-0.75	-0.62
GFDL		0.14	-0.21	-0.46	-0.39	-0.14	0.05	0.14
NASA		-0.43	-1.10	-1.43	-1.39	-1.21	-1.06	-1.05
GFDL_FLOR		0.26	-0.09	-0.49	-0.47	-0.23	0.01	0.13
NCAR_CCSM4		0.00	-0.25	-0.35	-0.34	-0.33	-0.39	-0.51
NMME		0.01	-0.38	-0.67	-0.68	-0.56	-0.44	-0.40
ICENTmp	0.15							

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

	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND
CFS2		0.08	-0.30	-0.61	-0.88	-1.04	-1.18	-1.21
CanCM4i		0.25	0.03	-0.11	-0.22	-0.30	-0.42	-0.53
GEM_NEMO		0.02	-0.30	-0.43	-0.47	-0.50	-0.55	-0.55
GFDL		0.27	0.08	-0.06	-0.05	0.04	0.19	0.30
NASA		-0.05	-0.46	-0.68	-0.81	-0.99	-1.20	-1.36
GFDL_FLOR		0.23	0.04	-0.07	-0.12	-0.18	-0.24	-0.27
NCAR_CCSM4		0.13	-0.33	-0.66	-0.86	-0.85	-0.91	-0.96
NMME		0.13	-0.17	-0.37	-0.49	-0.55	-0.61	-0.65
ONItmp	0.35							

Conclusiones:

1. El ICEN (SSTOI) para marzo de 2020 fue de 0.47 (Cálida Débil), los ICENTmp para abril y mayo, corresponden a condiciones Neutras. Usando los datos de ERSSTv5 mensual para el cálculo del ICEN, los valores correspondientes para marzo es 0.10 (Neutro), y los temporales para abril y mayo también son Neutros: 0.15 y 0.01.
2. En el Pacífico central, el ONI de marzo (FMA) es 0.50 y corresponde a condiciones Cálida Débiles, los valores estimados para abril y mayo, corresponden a condiciones Neutras.
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 inferiores y a su climatología.
4. Durante el mes de abril, en la región ecuatorial del Pacífico se volvió a observar una anomalía positiva del viento zonal en la zona occidental, al oeste de 160°E. Asimismo, se observó en promedio una anomalía negativa de la profundidad de la isoterma de 20°C al oeste de 110°W. Finalmente, la ATSM se mantuvo positiva en toda la región.

con una tendencia a disminuir, en mayor grado en la zona occidental.

5. Durante abril, según los datos de ASCAT, no se desarrollaron pulsos de viento en la zona ecuatorial, sin embargo, según la información del reanalysis de NCEP y WINDSAT, hubieron pulsos de viento del oeste al oeste de 160°W
6. Basado en los datos de TAO, la inclinación de la termoclina se encuentra alrededor de sus valores normales, mientras que el contenido de calor continúa mostrando una tendencia a disminuir.
7. Según la última información de los flotadores ARGO en la zona oriental de la franja ecuatorial (100°W), durante el mes de abril se observaron anomalías positivas en los primeros 25 metros de profundidad. Estas anomalías cambiaron a negativas a inicios del mes de mayo. El flotador ARGO, localizado frente a Piura y Tumbes, entre las 100 y 200 mn, indica en promedio anomalías positivas débiles en los primeros 100 metros de profundidad, lo mismo se aprecia en los otros flotadores que se encuentran cerca a las 200 mn de la costa y distribuidos frente a lo largo de la costa.
8. Durante el mes de abril se observó, principalmente en la profundidad de la termoclina, la presencia de una onda Kelvin ecuatorial fría aproximándose a la costa americana. A lo largo de la costa peruana, según la información de altimetría satelital, se observaron anomalías negativas al norte de 8°S y al sur de este mismo punto se observó una tendencia a la normalización.
9. Se espera que la señal de la onda Kelvin fría continúe impactando la costa peruana por lo menos hasta el mes de julio. Es posible que esta contribuya a una disminución del nivel del mar y, en consecuencia, a una disminución de la temperatura del mar.
10. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de mayo 2020, indican en promedio condiciones NEUTRAS entre los meses de mayo a noviembre de 2020.
11. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indica condiciones Neutras entre los meses de mayo y agosto y condiciones frías débiles entre los meses de entre los meses de setiembre y noviembre.

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://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.

Figuras

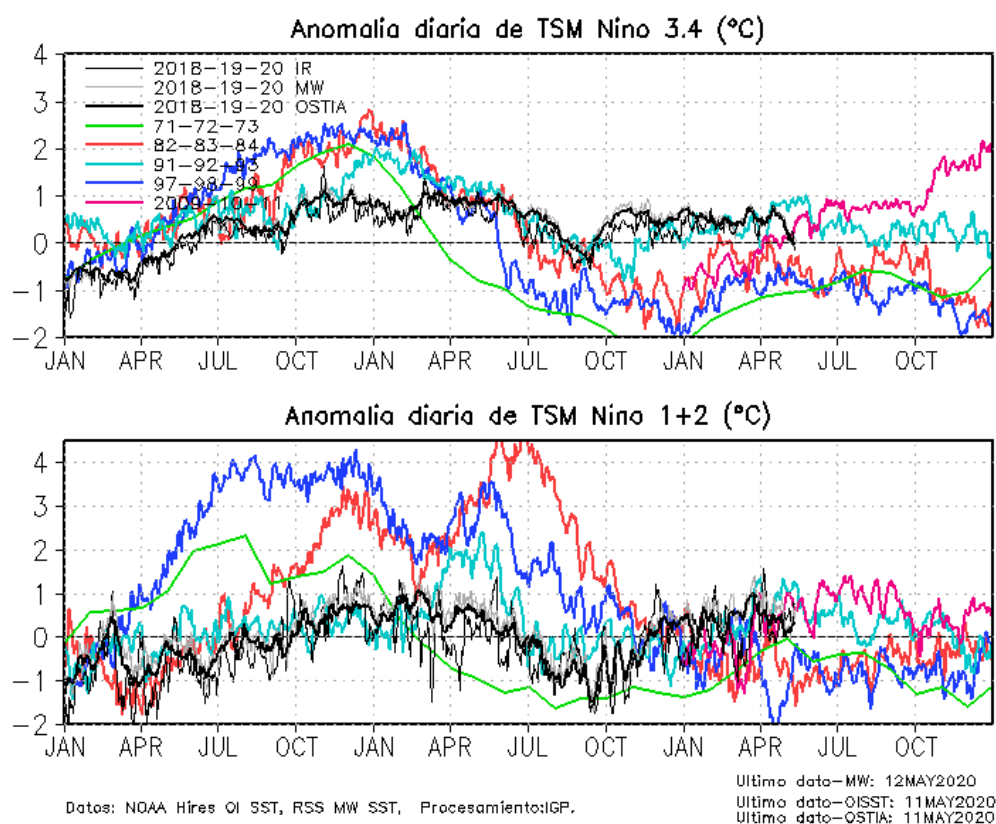


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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

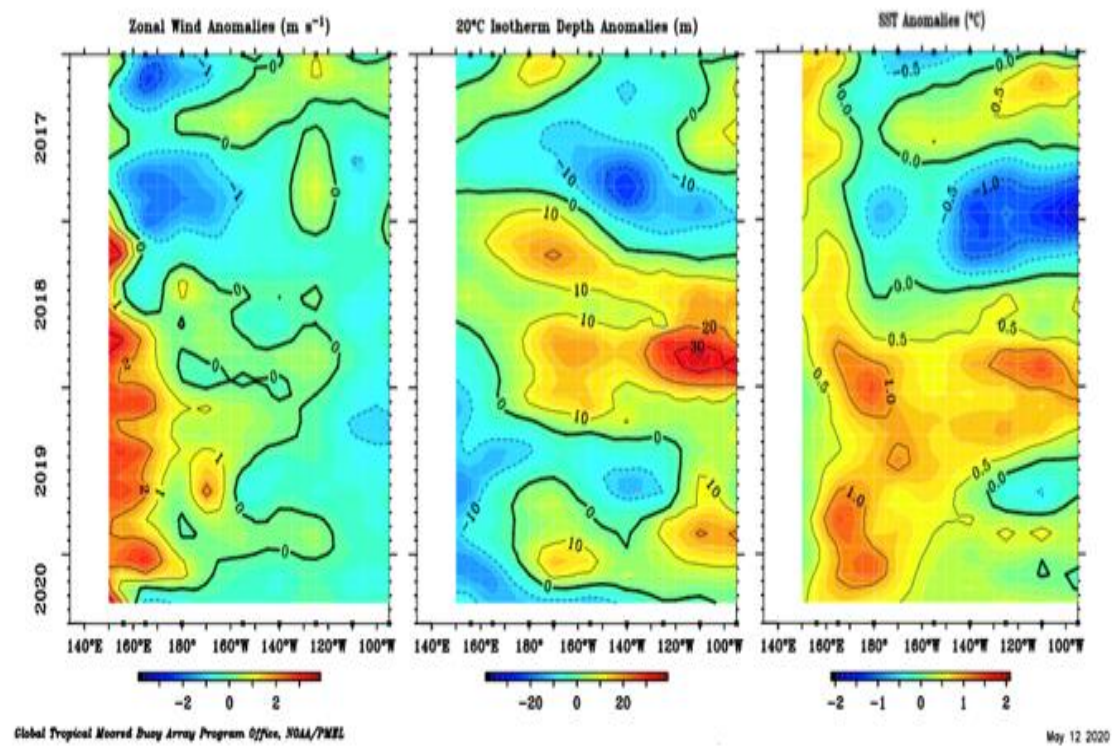


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía de: (a) el viento zonal, (b) la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) y (c) la tempera superficial del mar; a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-1°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

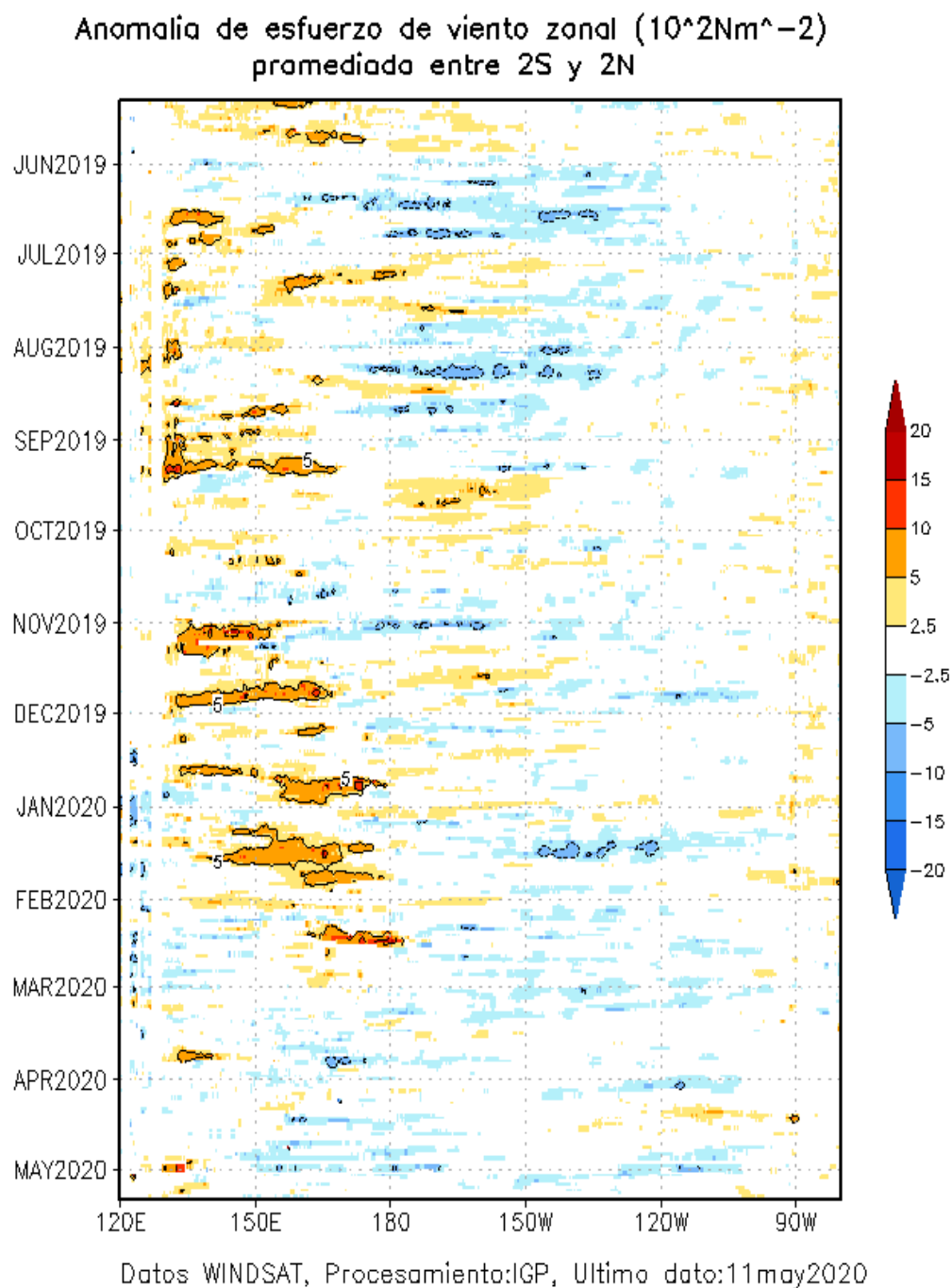


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT hasta el 11 de mayo 2020. Elaboración: IGP.

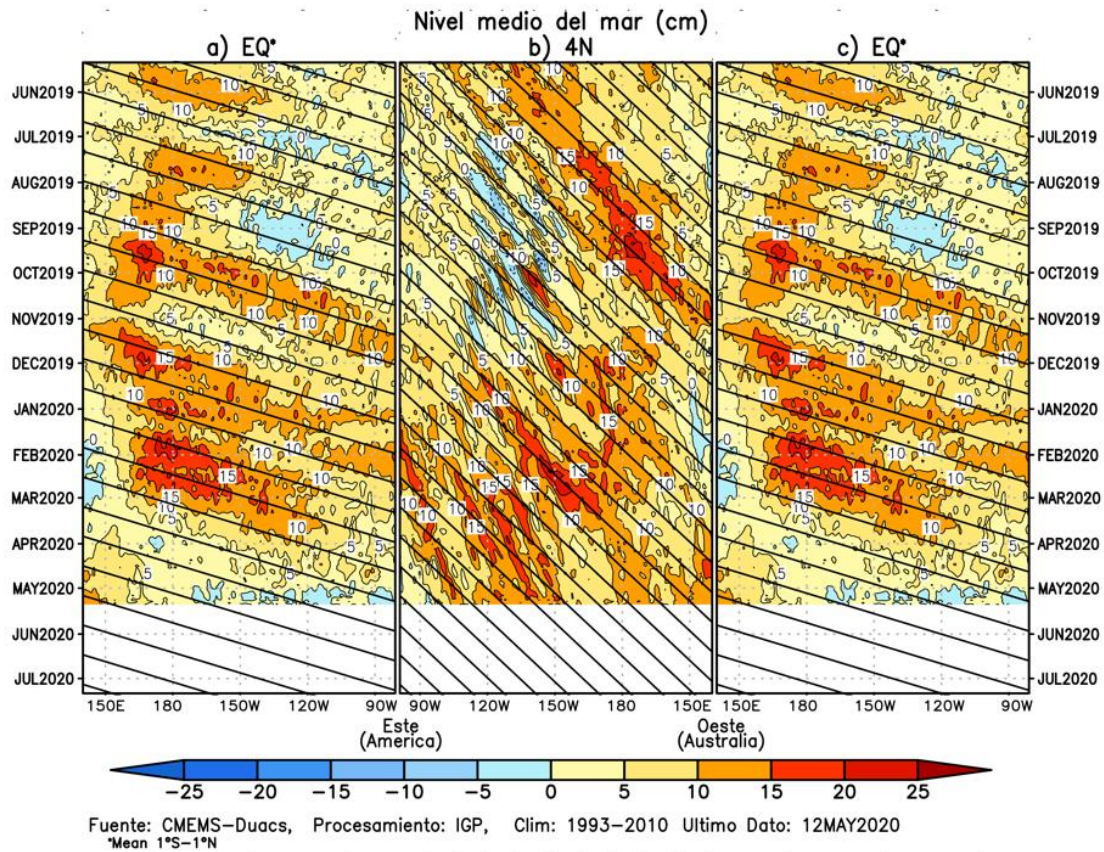


Figura 4. Diagramas longitudin- tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico usando el producto DUACS. Las figuras (a) y (c) son las mismas y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial, mientras que (b) a lo largo de 4°N pero con el eje zonal de Este a Oeste. Las líneas diagonales indican la trayectoria teórica de la onda 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.

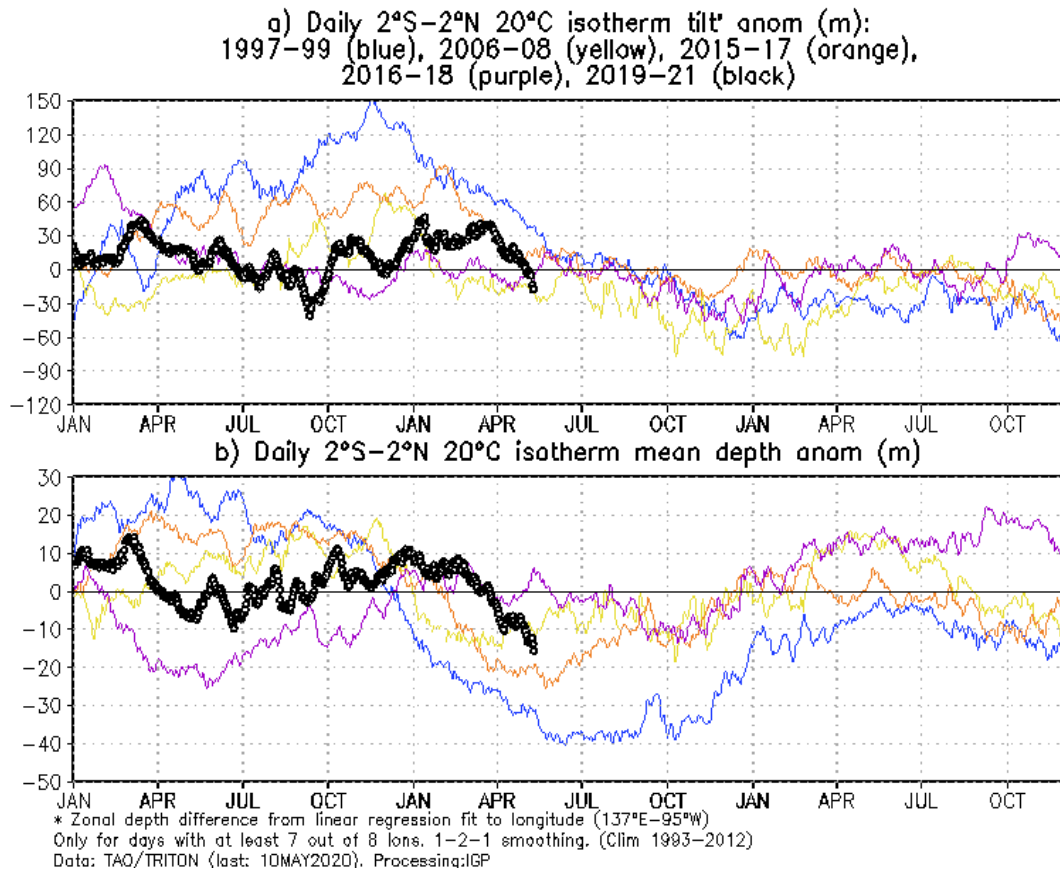


Figura 5 a) Inclínación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores. Elaboración: IGP.

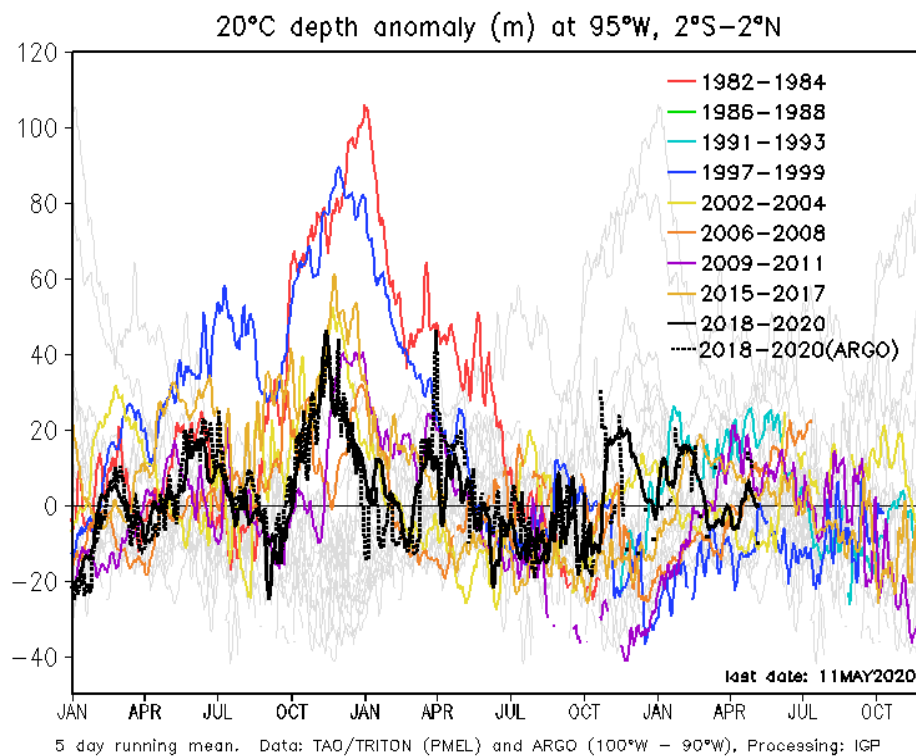


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W ,2°S-2°N, con datos de ARGO y TAO. Elaboración: IGP.

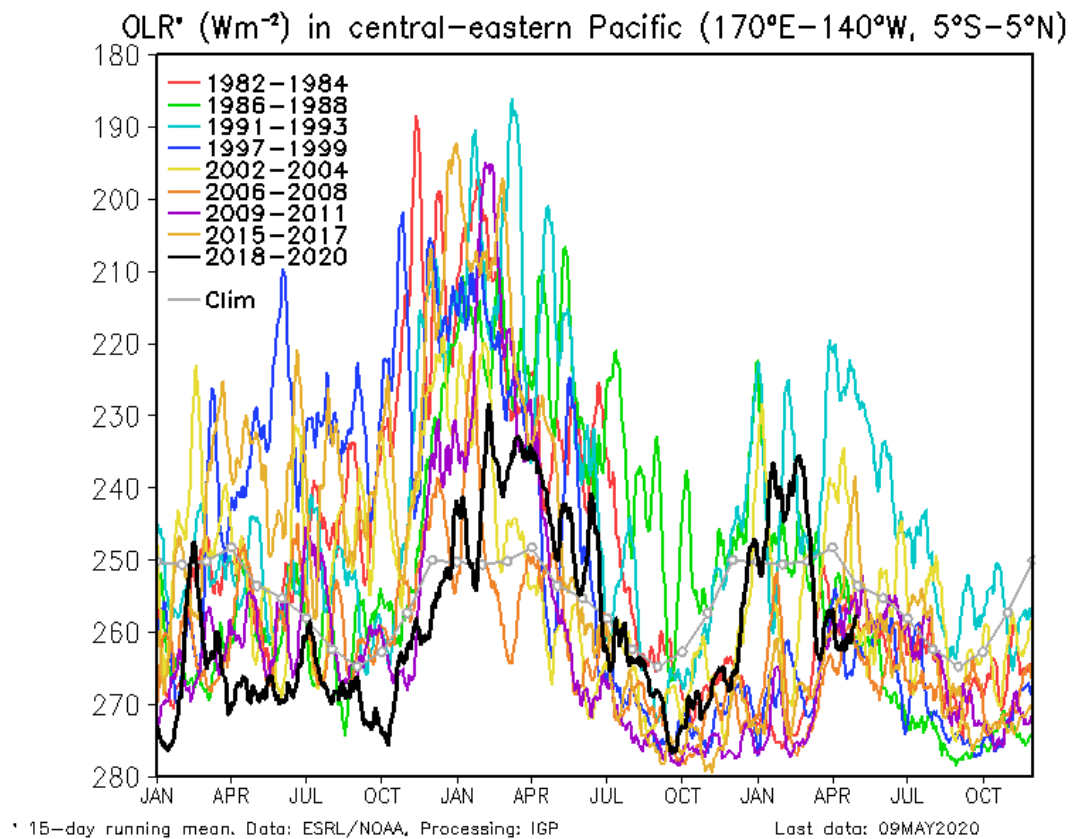


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°E – 140°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP

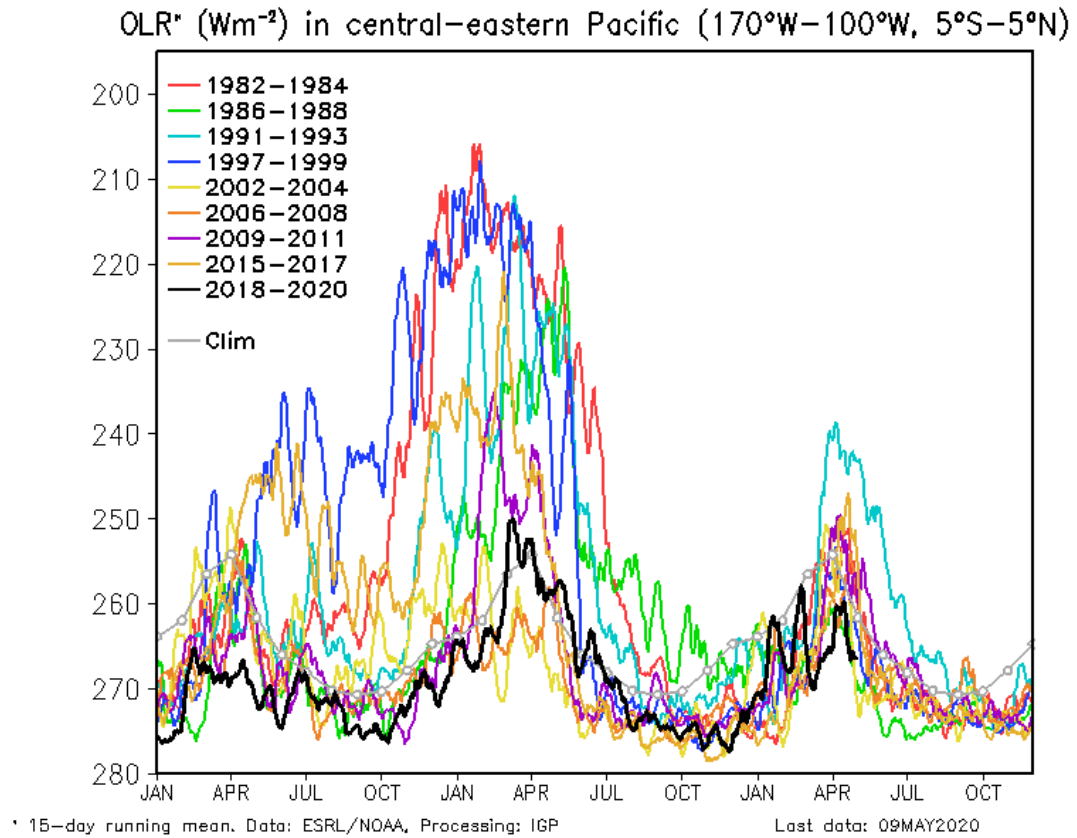


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.

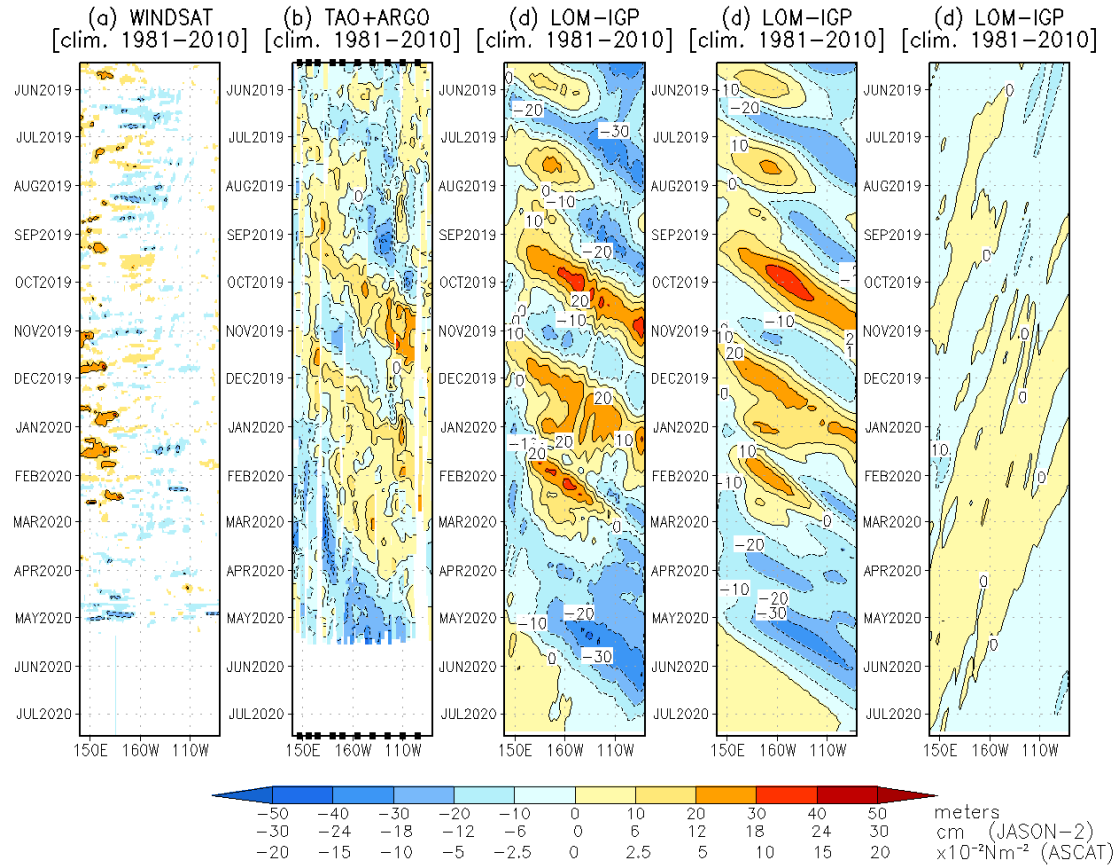


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b) , diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente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

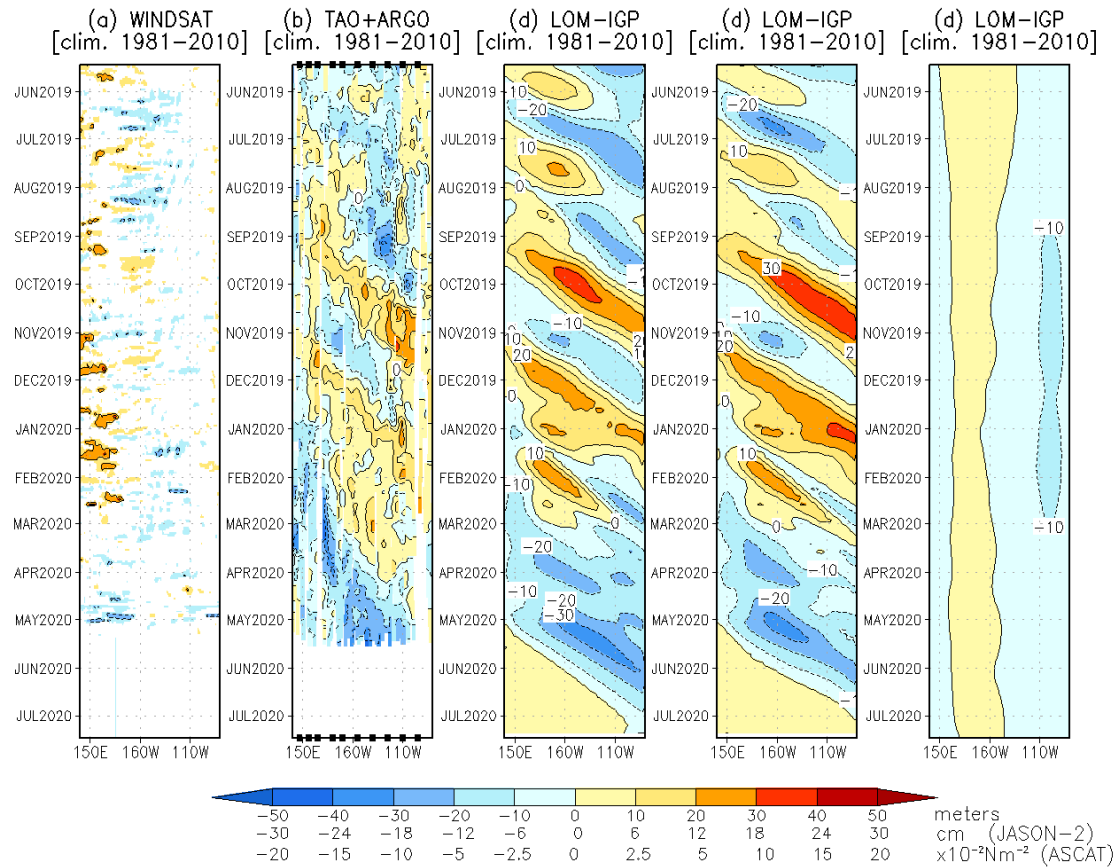


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARG0 (segundo panel); onda Kelvin (tercer panel), onda Kelvin intraestacional (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.

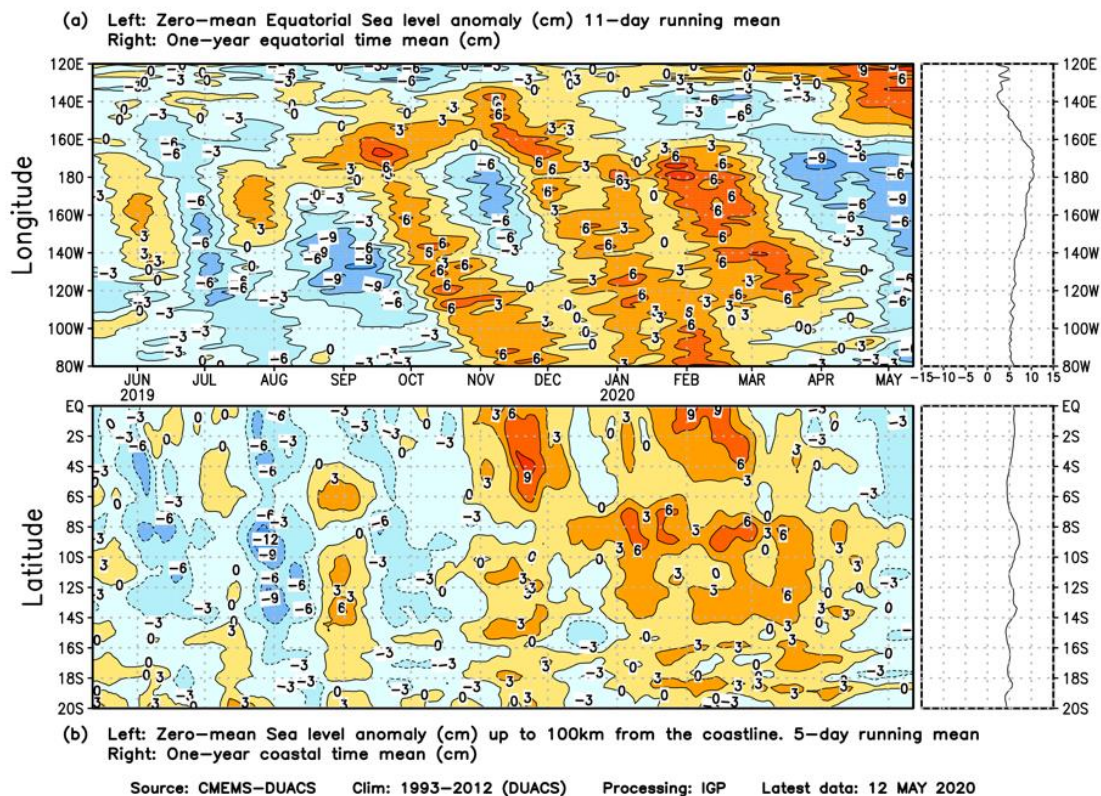


Figura 11. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

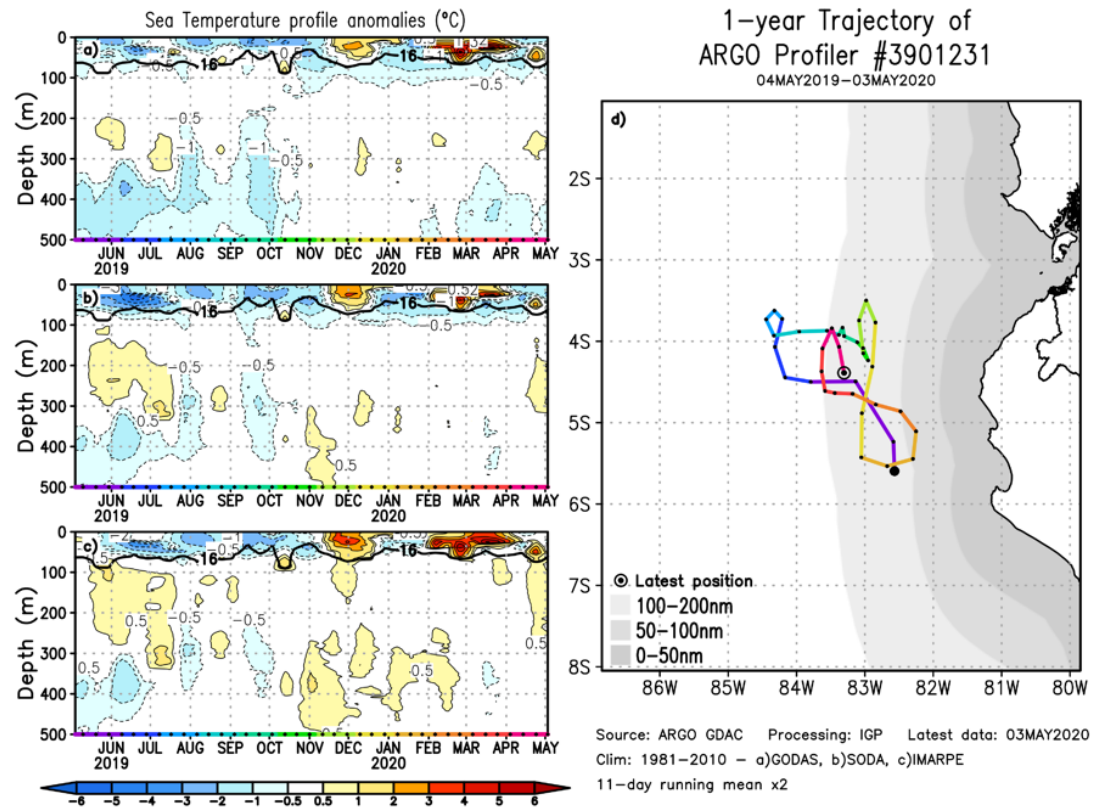


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGONET No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria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

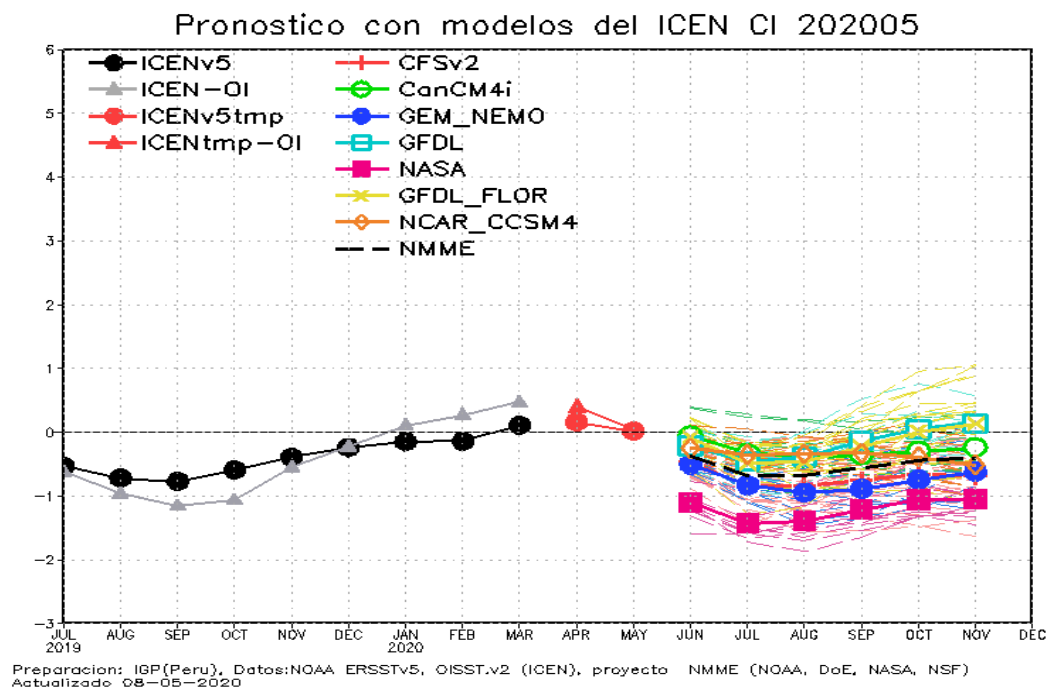


Figura 13. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv5; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2) y sus valores temporales (ICENV5tmp, rojo con círculo lleno, ICENTmp-OI, rojo con triángulos llenos). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías 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 mayo de 2020. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

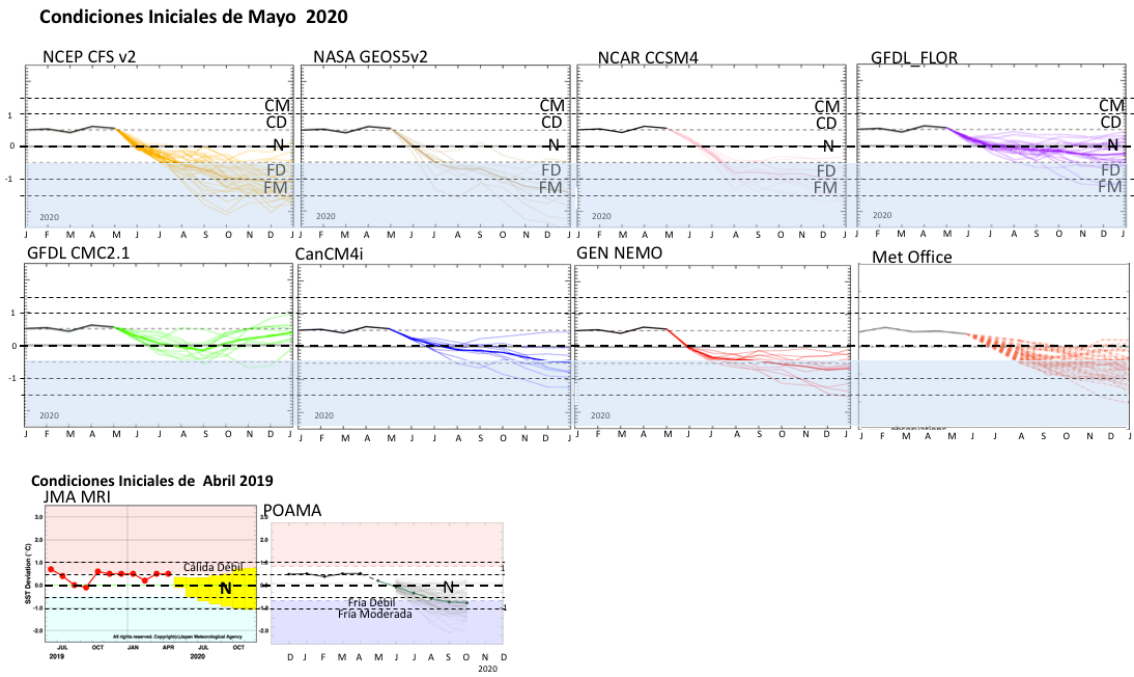


Figura 14. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.