

**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/2019-12

13/01/2020

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 noviembre, basado en los datos de ERSSTv3b (ICENV3), OISSTv2 (ICENOI) y ERSSTv5 (ICENV5) indican una condición climática Neutra frente a la costa peruana con valores de -0.78, -0.56 y -0.40, respectivamente. Los valores temporales del ICEN (ICENTmp), de ERSSTv3, ERSSTv5 y OISSTv2 para los meses de diciembre de 2019 y enero de 2020, coinciden en mostrar condiciones Neutras. Con respecto al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) muestran condiciones Neutras para el mes de noviembre (0.46°C) y, según la información de los valores temporales, se esperarían condiciones cálidas débiles y neutras para los meses de diciembre y enero, respectivamente.

Con referencia a los datos de altimetría satelital (producto DUACS), la onda Kelvin cálida, formada a fines de octubre e inicios de noviembre, habría iniciado su arribo a la costa americana. Asimismo, se observa la presencia de otra onda Kelvin cálida que se habría formado por un pulso de viento del oeste que se desarrolló durante el mes de diciembre. Actualmente la onda se localiza en 160°W.

Según el promedio de los siete modelos numéricos climáticos de NMME, inicializados con información oceánica y atmosférica del mes de enero de 2020, se mantendrían las condiciones Neutras para el periodo que va de diciembre a julio de 2020, tanto para el Pacífico central como oriental. Es importante recordar que debido a la barrera de predictibilidad, los pronósticos para el otoño en adelante no son muy confiables.

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 Niño 1+2 y actualizados hasta el mes de diciembre 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 noviembre de 2019 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1 (columnas 3 y 4), en donde el valor para el mes de noviembre 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. Este índice también corresponde a condiciones Neutras.

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. El ICENv5, al igual que el ICENv3 y ICENOI coincide en condiciones Neutras para el mes de noviembre.

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.

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).

Valores del Índice Costero El Niño							
Año	Mes	ICENv3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICENv5	Categoría
2019	Agosto	-0.86	Neutra	-0.97	Neutra	-0.73	Neutra
2019	Setiembre	-1.03	Fría Débil	-1.16	Fría Débil	-0.78	Neutra
2019	Octubre	-0.87	Neutra	-1.07	Fría Débil	-0.60	Neutra
2019	Noviembre	-0.78	Neutra	-0.56	Neutra	-0.40	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 diciembre y enero 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 diciembre (enero) se calcula usando la información del promedio de los valores pronosticados de ATSM de diciembre (enero y febrero) de NMME.

Valores del Índice Costero El Niño temporales (ICENtmp)							
Año	Mes	ICENV3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICENV5	Categoría
2019	Diciembre	-0.30	Neutra	-0.16	Neutra	-0.12	Neutra
2020	Enero	-0.16	Neutra	0.08	Neutra	0.01	Neutra

Según los valores del ICENtmp para los meses de diciembre y enero se estima que las tres fuentes de datos indican 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 noviembre de 2019, es de 0.46 °C, correspondiente a una condición Neutra¹.

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	Agosto	0.10	Neutro
2019	Setiembre	0.14	Neutro
2019	Octubre	0.30	Neutro
2019	Noviembre	0.46	Neutro

Los valores estimados (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos de NMME, de diciembre y enero de 2020, indican condiciones Cálidas Débiles y Neutras, respectivamente. (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2019	Diciembre	0.54	Cálida Débil
2020	Enero	0.44	Cálida Débil

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 diciembre, según los datos (IR, MW, OSTIA), las anomalías de la TSM diaria observada en la región Niño 3.4 se mantienen con valores positivos. Los picos máximos alcanzados, 0.5 y 0.7°C, se observaron en la tercera y cuarta semana del mes, respectivamente (ver Figura 1a). A pesar de esto, la media mensual se encuentra en el rango normal. Para la región Niño 1+2, la anomalía de la TSM mostró valores positivos (OSTIA y MW), cuyos valores máximos se alcanzaron los últimos días del mes, los datos de (IR) mostraron anomalías negativas entre la segunda y cuarta semana del mes. En promedio, al igual que en la región Niño 3.4, las anomalías de la TSM se mantuvieron dentro de las condiciones neutras (Figura 1b).

Según la información de las boyas instaladas a lo largo del Pacífico Ecuatorial del proyecto TAO, en el mes de diciembre, se mantienen los vientos anómalos del oeste al oeste de la línea de cambio de fecha (Figura 2a). La profundidad de la termoclina en promedio se mantiene positiva al este de la línea de cambio de fecha (Figura 2b). En lo que respecta a la anomalía de la TSM, se observan valores positivos en toda la franja ecuatorial, continuando con un máximo al oeste de la línea de cambio de fecha (Figura 2c).

En la información del esfuerzo de viento zonal ecuatorial, tanto del producto WindSat como el de reanalysis de NCEP, se observaron tres pulsos de viento del oeste al oeste de la línea de cambio de fecha, siendo la más intensa la que se observó en la última semana de diciembre, la cual se localizó entre 155°E y 180° (ver Figura 3).

Basado en los datos de TAO, la inclinación de la termoclina ecuatorial se mantuvo menos inclinada de lo normal y el contenido de calor se mantuvo positivo en todo el mes, posiblemente relacionado con la presencia de ondas Kelvin cálidas (ver Figura 5). La boya ubicada en la región oriental (95°W) indica anomalías positivas de la profundidad de la isoterma de 20°C a finales de diciembre y en los primeros días de enero en los que alcanzó el valor de 15m (Figura 6).

La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) para el mes de diciembre en la zona A (170°E – 140°W, 5°S-5°N), en los últimos días del mes, indicó valores inferiores a su climatología y en la región B (170°W – 100°W, 5°S-5°N) continúa indicando valores superiores a su climatología. Las series de tiempo para la región A y B se pueden apreciar en las Figuras 7 y 8, respectivamente.

Según la información satelital, la onda Kelvin cálida, formada a fines de octubre e inicios de noviembre, habría iniciado su arribo a la costa sudamericana (Figura 4a). Sin embargo, la señal de la onda Kelvin en la profundidad de la termoclina aún no llega a la costa sudamericana. Por otro lado, la nueva onda Kelvin cálida formada por el pulso de viento de fines de diciembre, según la información satelital e in situ, se localiza, aproximadamente, en 160°W (Figuras 9 y 10).

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), el núcleo de la onda Kelvin cálida y fría, las cuales se formaron entre setiembre y octubre, ya habría pasado por la costa peruana aunque aún se observan anomalías positivas de la TSM a lo largo de la costa (Figura 11b). La onda Kelvin cálida, formada entre fines de octubre e inicios de noviembre, según la información satelital, ya habría iniciado su arribo a la costa peruana. Según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó

durante diciembre entre 83.1–82.7°W y 4.2-5.7°S (entre las 100 y 200 millas náuticas frente a la costa norte del Perú), las anomalías positivas se observaron tanto en la superficie como debajo de esta, en las dos primeras semanas de diciembre las anomalías estuvieron entre 2 ° y 3 °C, hasta los 50 y 150 m de profundidad; en las tercera y cuarta semana del mes las anomalías disminuyeron en intensidad y en profundidad (10m de profundidad), alcanzando anomalías de 1 °C. (ver Figura 12c).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Se espera el incremento del nivel del mar y TSM a lo largo de la costa peruana en las siguientes semanas como consecuencia del paso de una onda Kelvin cálida. Por otro lado, se observa la presencia de una nueva onda Kelvin cálida, formada por el pulso de viento del oeste desarrollado durante el mes de diciembre, en 160°W. Se espera que las ondas Kelvin cálidas impacten a la costa peruana hasta el mes de marzo (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 enero de 2020, se esperan en promedio condiciones Neutras entre los meses de enero y julio de 2020. Es significativo mencionar que el modelo de NASA indica condiciones frías entre los meses de marzo y julio (ver Tabla 5 y Fig. 13).

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los mismos modelos climáticos descritos en el párrafo anterior, también indican condiciones Neutras hasta el mes de julio (ver Tabla 6 y Fig. 14). Es importante mencionar que los modelos CFSv2 y NCAR_CCSM4 indican condiciones cálidas hasta el mes de marzo y febrero, respectivamente (ver Tabla 6).

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

Modelo	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFS2		-0.16	0.08	0.05	-0.27	-0.54	-0.61	-0.52
CanCM4i		0.03	0.35	0.33	0.14	-0.17	-0.39	-0.51
GEM_NEMO		-0.04	0.26	0.20	-0.01	-0.47	-0.92	-1.14
GFDL		-0.16	0.06	0.08	-0.20	-0.56	-0.78	-0.68
NASA		-0.30	-0.47	-1.03	-1.38	-1.47	-1.32	-1.16
GFDL_FLOR		-0.22	-0.06	-0.15	-0.43	-0.66	-0.61	-0.28
NCAR_CCSM4		-0.29	-0.08	-0.07	-0.29	-0.68	-1.13	-1.45
NMME		-0.16	0.02	-0.08	-0.35	-0.65	-0.82	-0.82
ICENtmp	-0.30							

Tabla 6. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos usando condiciones iniciales de enero de 2020

	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFS2		0.62	0.62	0.57	0.44	0.28	0.07	-0.18
CanCM4i		0.41	0.30	0.15	0.02	-0.12	-0.25	-0.34
GEM_NEMO		0.34	0.13	-0.06	-0.24	-0.44	-0.66	-0.83
GFDL		0.38	0.27	0.05	-0.14	-0.38	-0.44	-0.33
NASA		0.27	-0.01	-0.44	-0.79	-0.97	-0.87	-0.81
GFDL_FLOR		0.41	0.32	0.27	0.20	0.13	0.08	0.06
NCAR_CCSM4		0.66	0.59	0.35	0.02	-0.30	-0.66	-1.07
NMME		0.44	0.32	0.13	-0.07	-0.26	-0.39	-0.50
ONItmp	0.51							

Conclusiones:

1. El ICEN (SSTOI) para noviembre de 2019 fue de -0.56 (Neutro), los ICENtmp para diciembre y enero corresponden a condiciones neutras (-0.16 y 0.08, respectivamente). Usando ERSSTv3 mensual para el cálculo del ICEN, los valores correspondientes para noviembre es -0.78 (Neutro), y los temporales para diciembre y enero también son Neutros, -0.30 y -0.16, respectivamente. El ICEN calculado con la versión 5 de ERSST para noviembre es -0.40 (Neutro) y los temporales también se encuentran en el rango neutral para los meses de diciembre y enero, -0.12 y 0.01, respectivamente.
2. En el Pacífico central, el ONI de octubre (OND) es 0.46 y corresponde a condiciones Neutras pero los valores estimados para diciembre y enero corresponden a condiciones Cálidas Débiles 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 inferior y superiores a su climatología, respectivamente
4. Según la información de TAO en la franja ecuatorial, en el mes diciembre, se mantienen los vientos anómalos del oeste al oeste de de la línea de cambio de fecha. La profundidad de la termoclina en promedio se mantiene positiva al este de la línea de cambio de fecha. Las anomalías positivas de la TSM se observan en toda la franja ecuatorial y con un máximo al oeste de la línea de cambio de fecha.
5. Según la información in situ y remota, durante el mes de diciembre se desarrollo nuevamente un pulso de viento al oeste de la línea de cambio de fecha.
6. Basado en los datos de TAO, la inclinación de la termoclina ecuatorial se mantuvo menos inclinada de lo normal y el contenido de calor se mantuvo positivo todo el mes, posiblemente relacionado con la presencia de ondas Kelvin cálidas.
7. Según la información de los flotadores ARGO, en en la zona oriental de la franja

ecuatorial, durante el mes de diciembre, se apreció un incremento de la temperatura del mar dentro de los 50 metros de profundidad. Flotadores frente a la zona norte (Piura), entre las 100 y 200 mn, mostraron anomalías positivas (negativas) en la primera (segunda) quincena del mes de diciembre

8. La señal de la onda Kelvin cálida, formada a fines de octubre e inicios de noviembre, habría iniciado su arribo a la costa americana, esto según la información satelital tanto en la franja ecuatorial como a lo largo de la costa peruana. La señal de la onda Kelvin en la profundidad de la termoclina aún no llega a la costa americana.
9. Se observa la presencia de otra onda Kelvin cálida formada por el pulso de viento del oeste que se desarrolló durante el mes de diciembre. Esta onda se localiza en la actualidad alrededor de 160°W. Se espera que el par de ondas Kelvin cálidas impacten la costa peruana hasta el mes de marzo.
10. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de enero 2020, indican en promedio condiciones NEUTRAS entre los meses de enero de 2020 y julio de 2020, el modelo NASA indica condiciones frías entre los meses de marzo y julio 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 enero y julio de 2020, los modelos CFSv2 y NCAR_CCISM4 indican condiciones cálidas débiles para los meses de enero y febrero.

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.

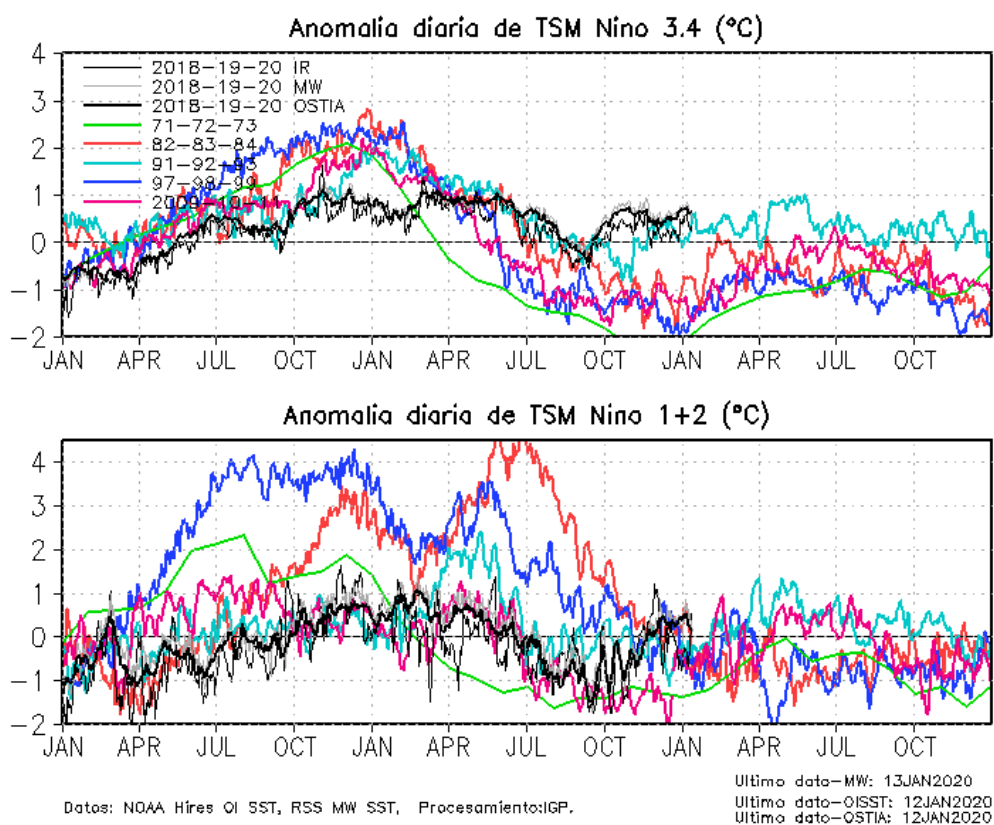


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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

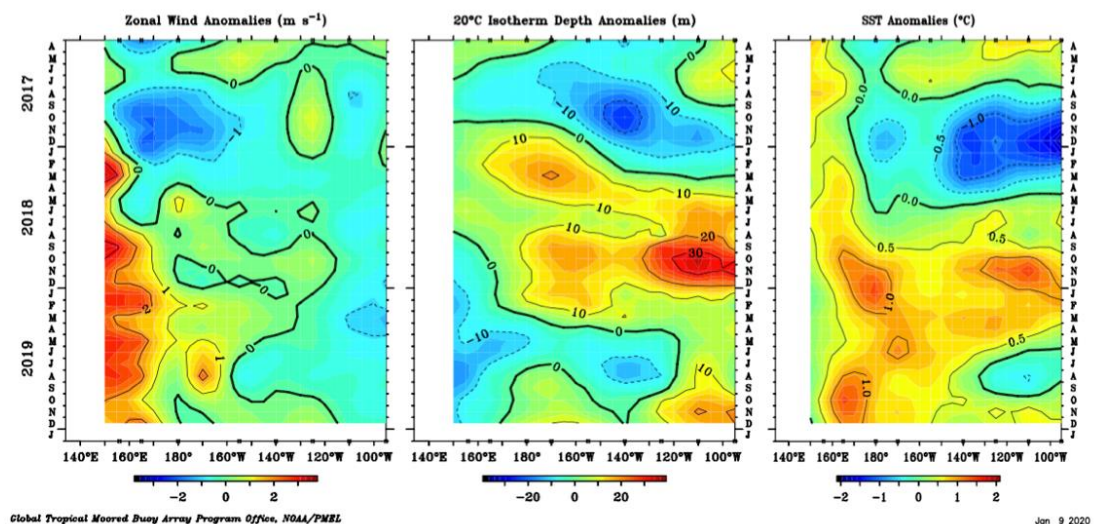
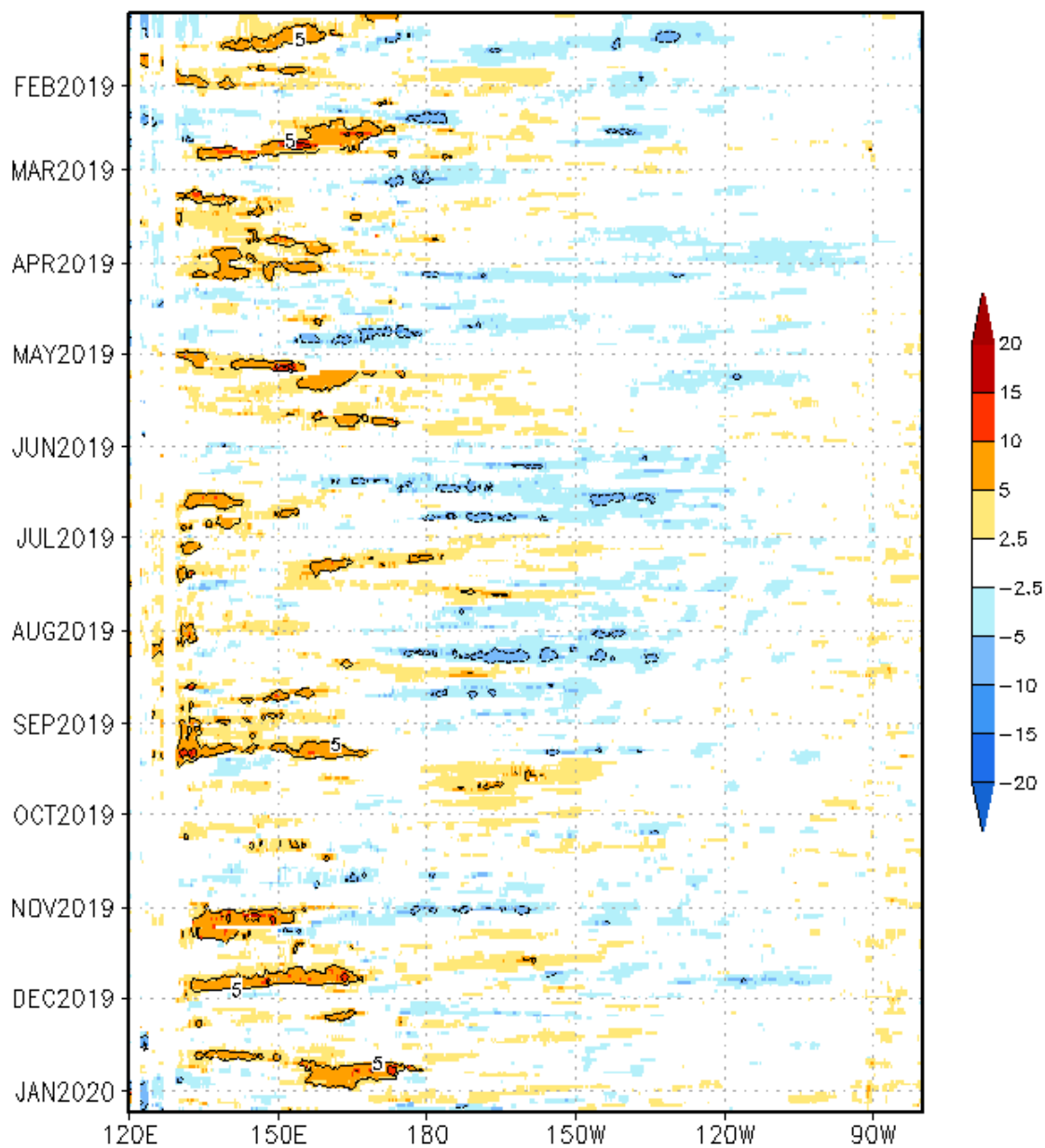


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía de: (a) el viento zonal, (b) la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) y (c) la temperatura superficial del mar; a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-1°N) . Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

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



Datos WINDSAT, Procesamiento:IGP, Ultimo dato:08jan2020

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

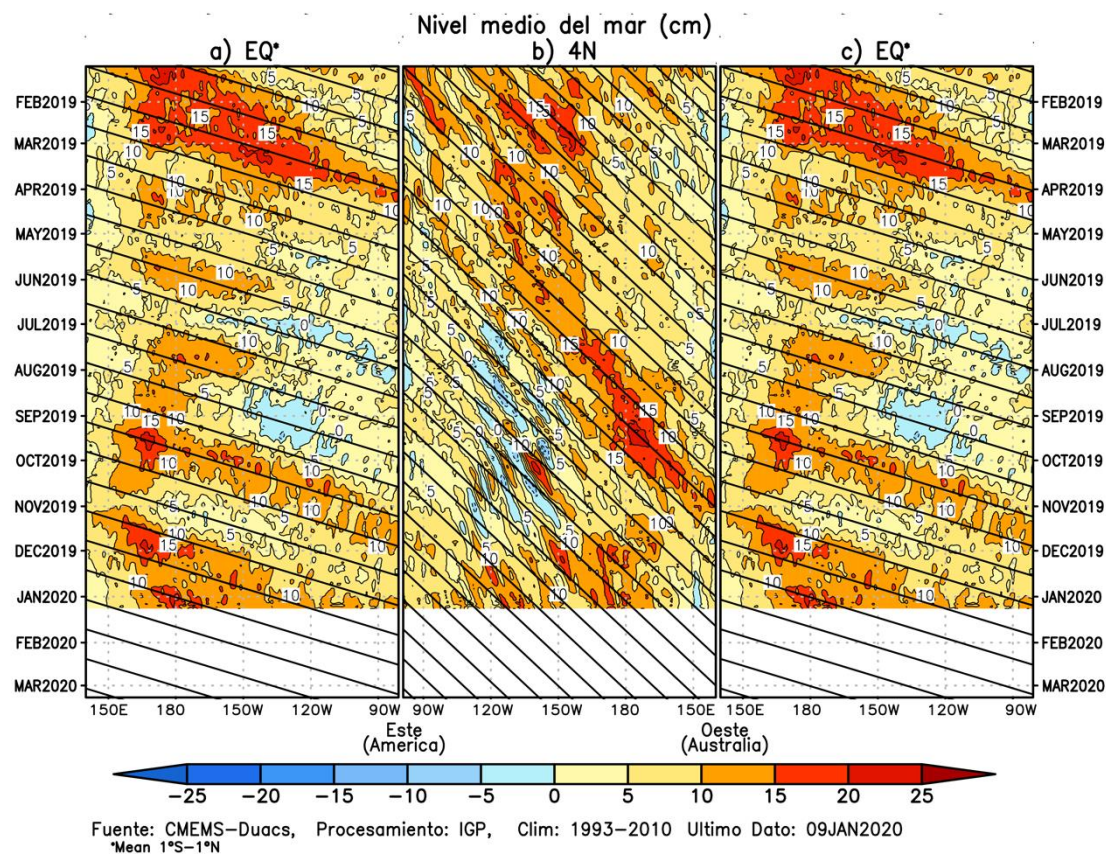


Figura 4. Diagramas longitud- tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacifico usando el producto DUACS. Las figuras (a) y (c) son las mismas y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial, mientras que (b) a lo largo de 4°N pero con el eje zonal de Este a Oeste. Las líneas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

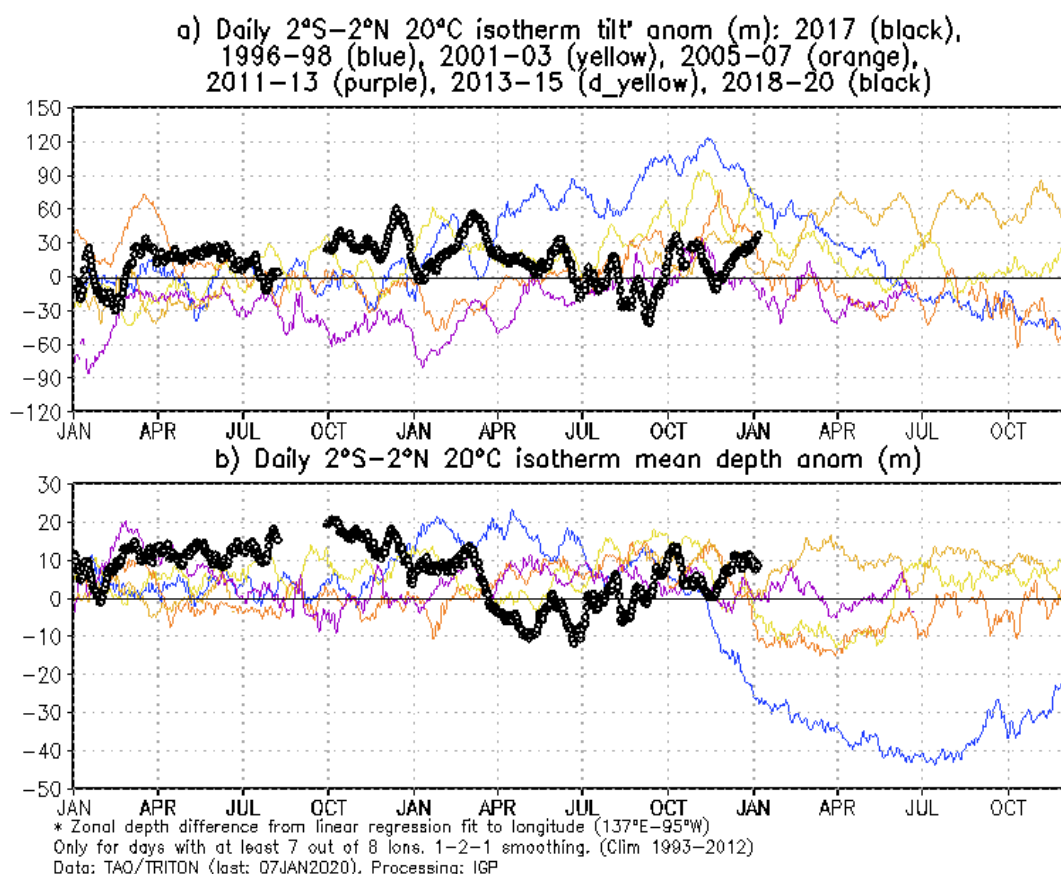


Figura 5 a) Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores. Elaboración: IGP.

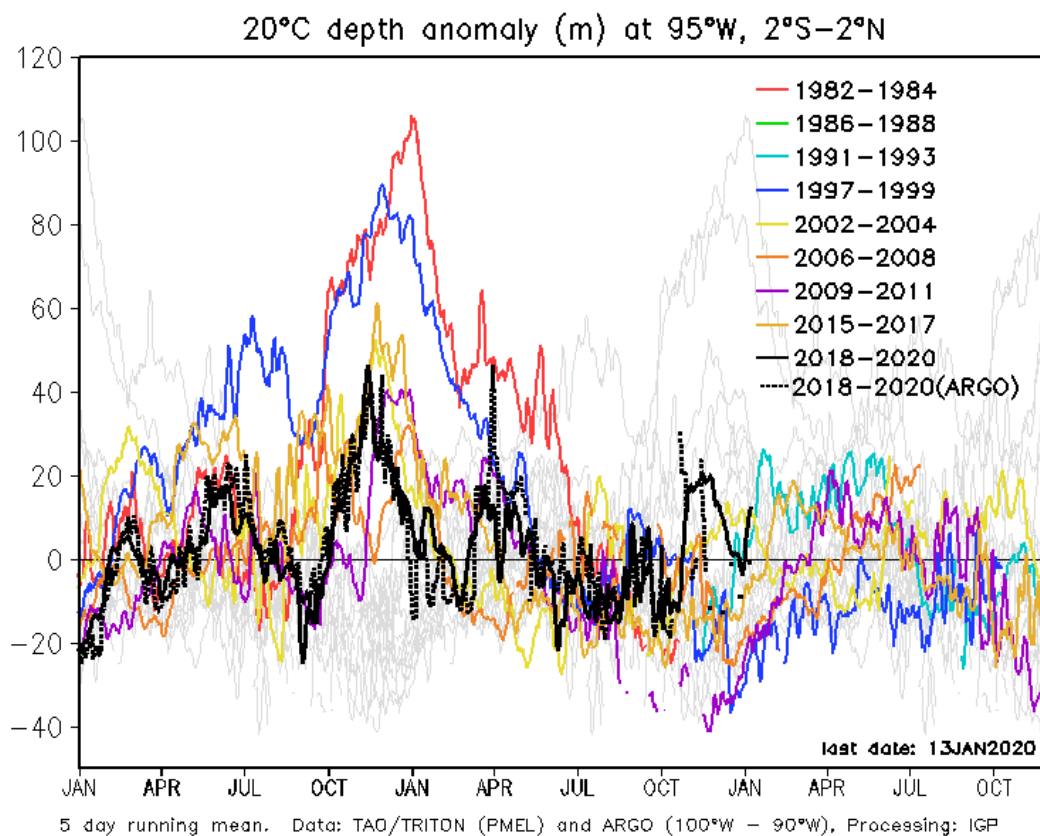


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W ,2°S-2°N, con datos de ARGO y TAO. Elaboración: IGP.

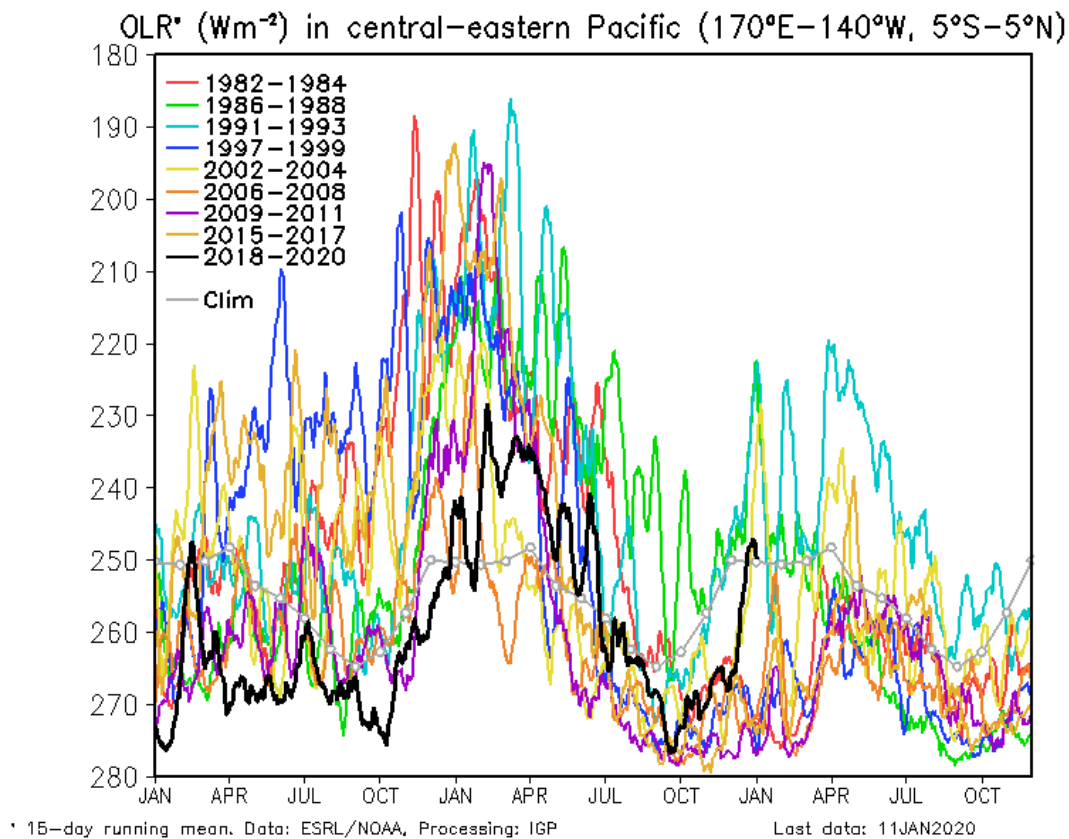


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}E-140^{\circ}W$ y $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP

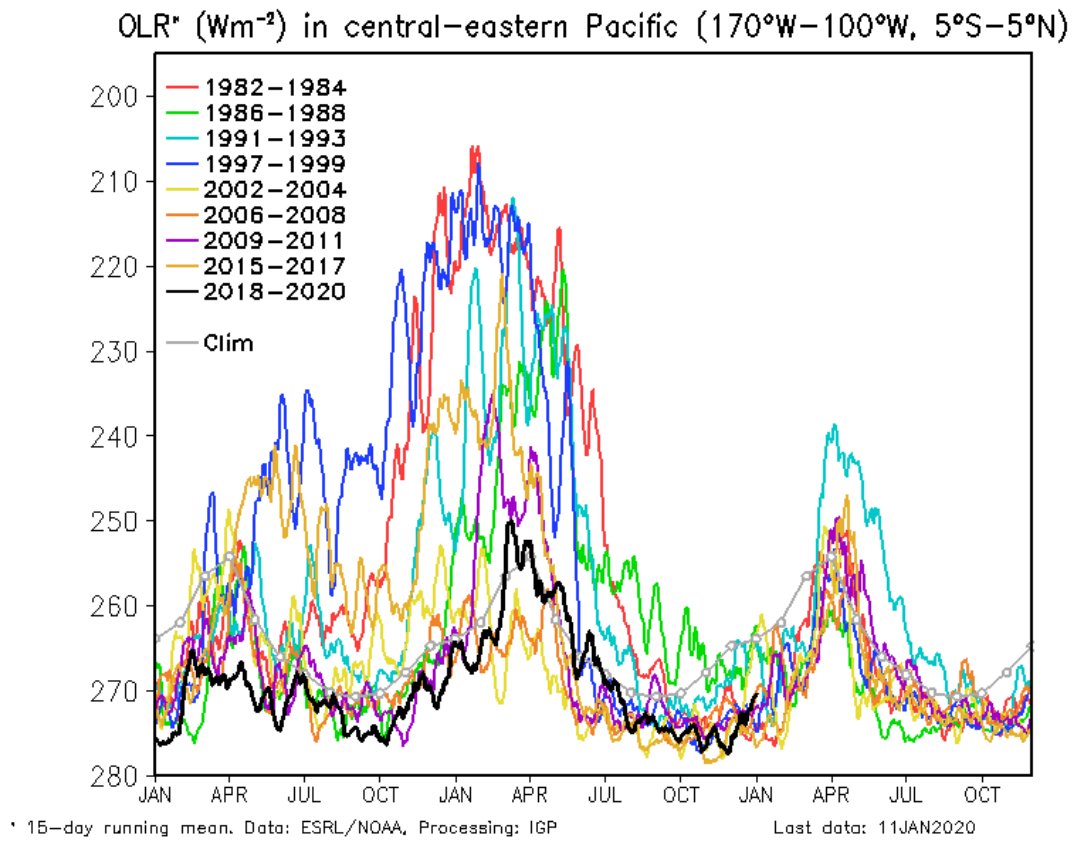


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ($170^{\circ}W-100^{\circ}W$ y $5^{\circ}S-5^{\circ}N$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.

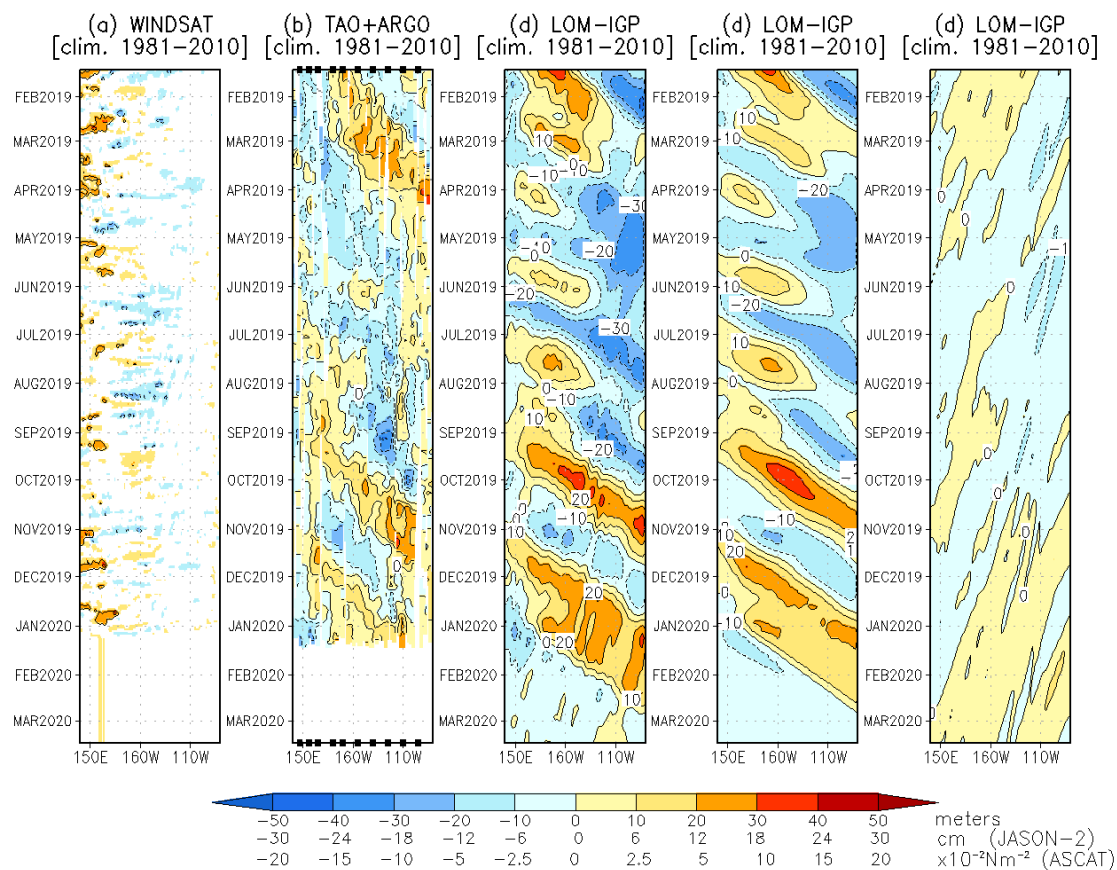


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente diagrama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

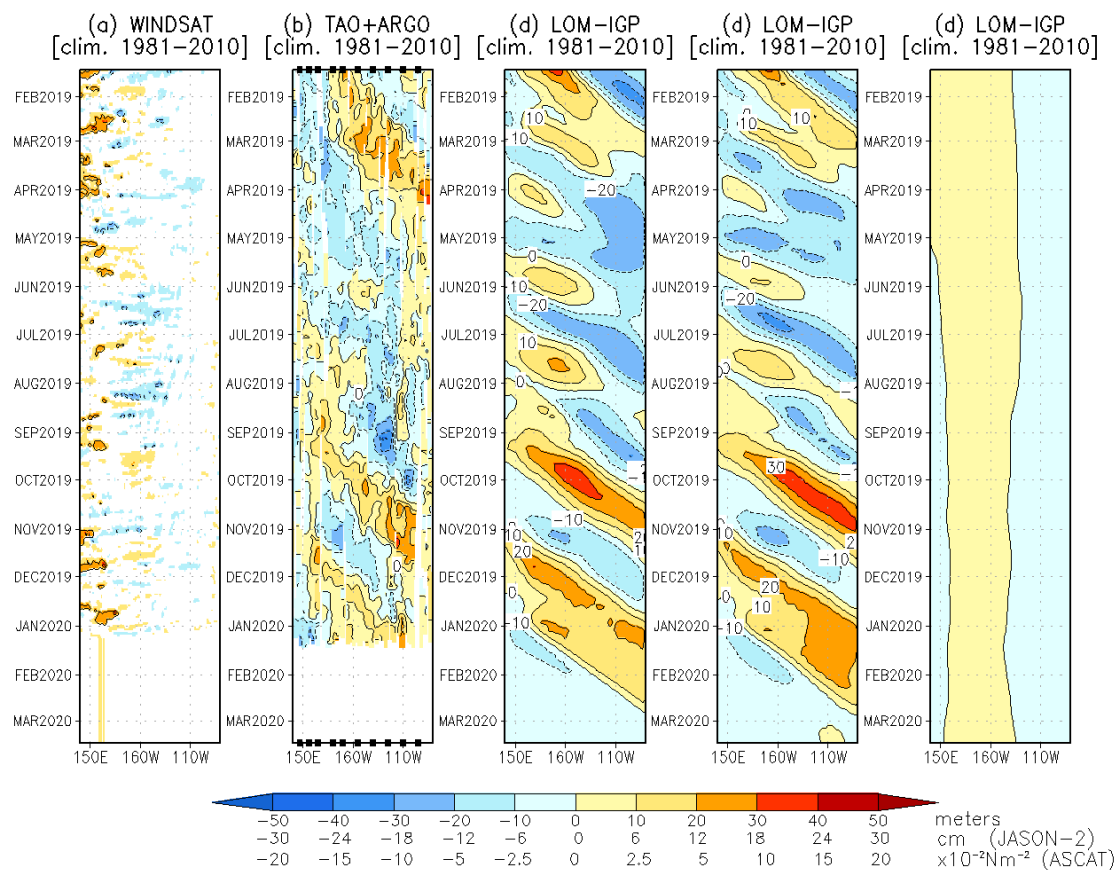


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARG0 (segundo panel); onda Kelvin (tercer panel), onda Kelvin intraestacional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

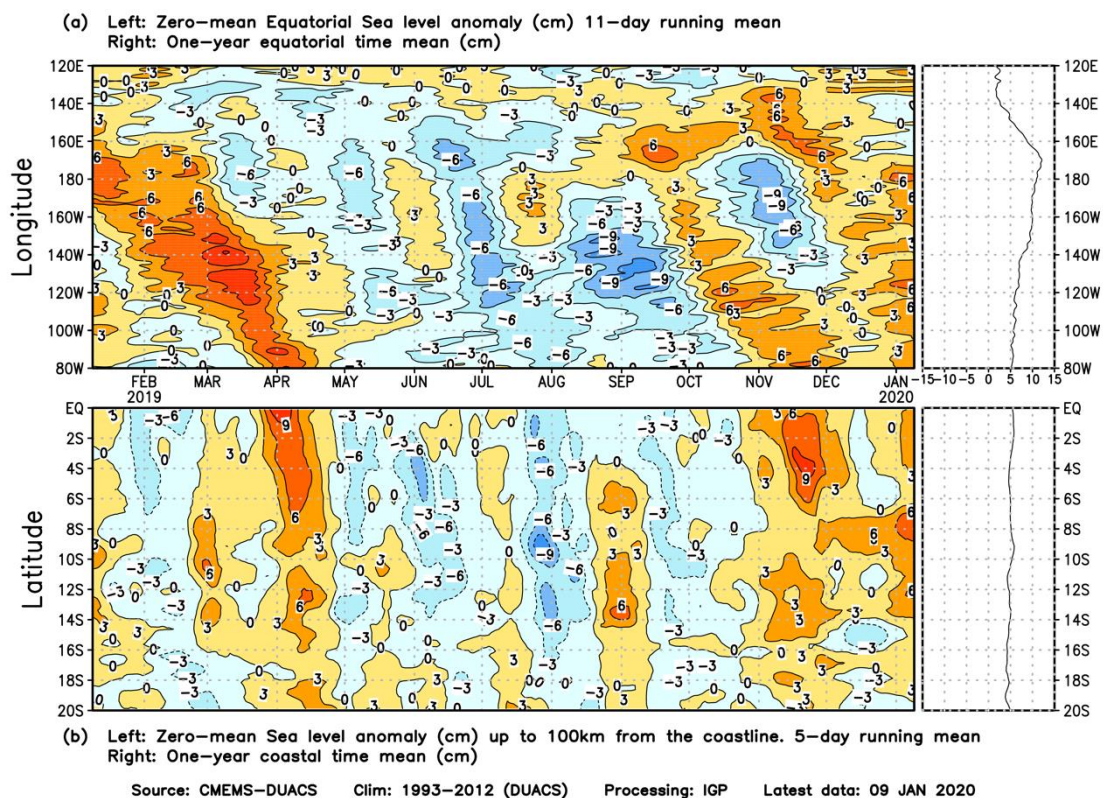


Figura 11. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

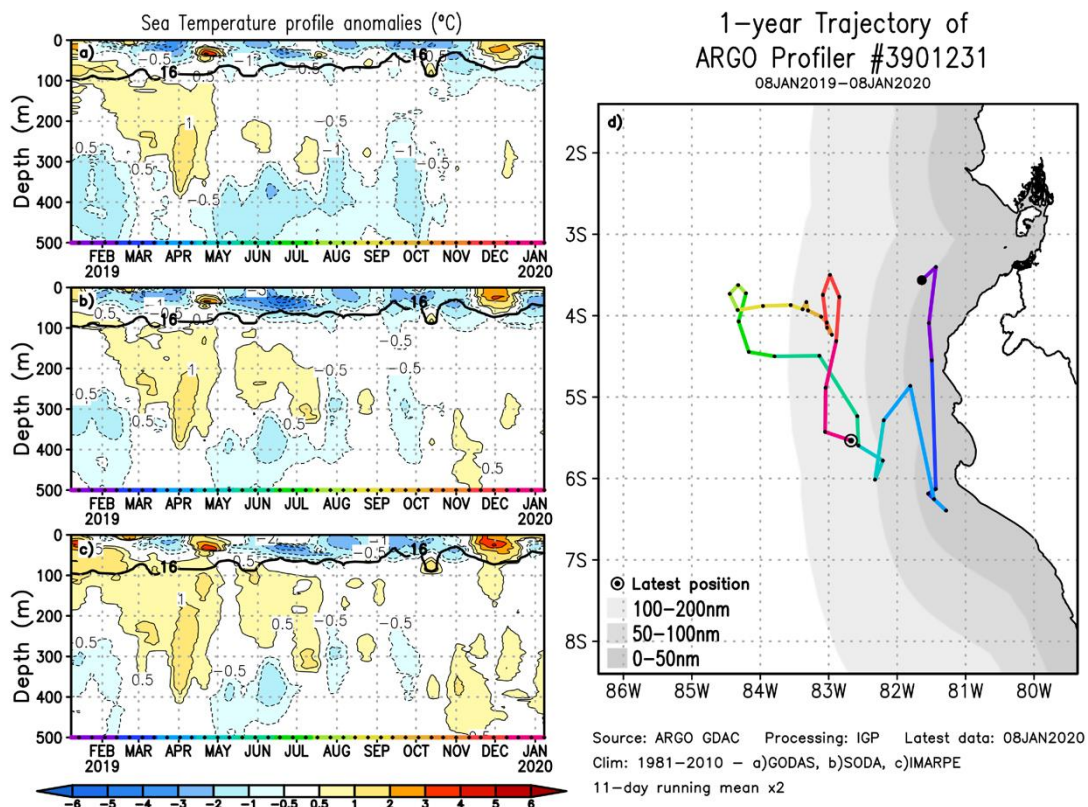


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria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

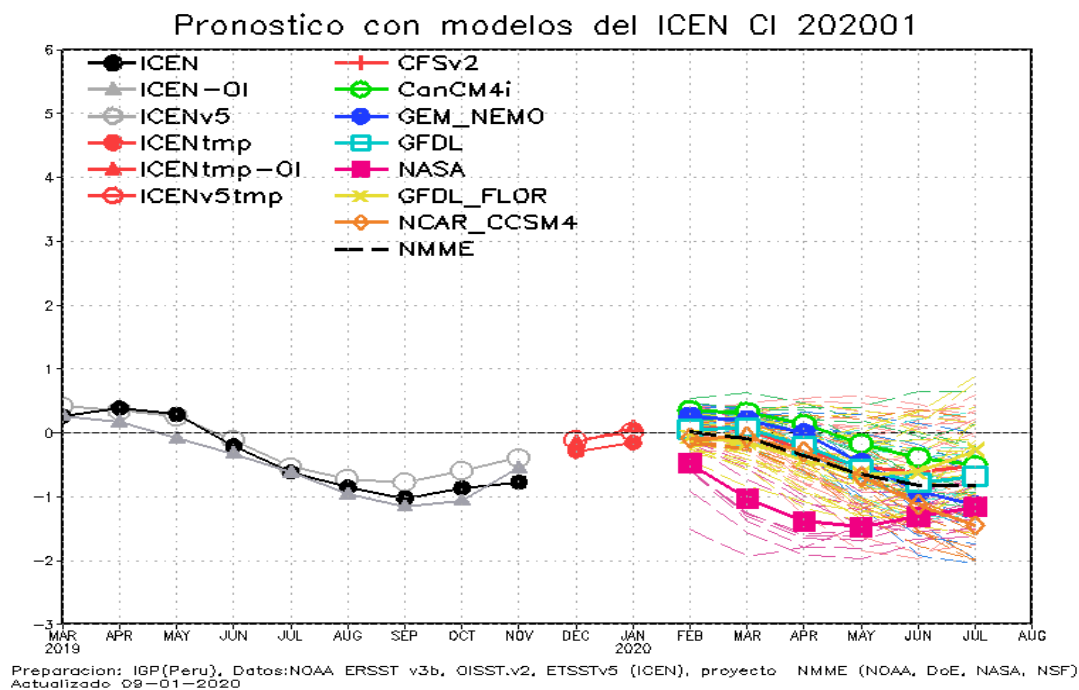


Figura 13. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv3; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2; ICEN gris con círculos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno, ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos, ICENv5tmp, rojo con círculo). Además, 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, CanCM4i, GEM_NEMO, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de enero de 2020. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

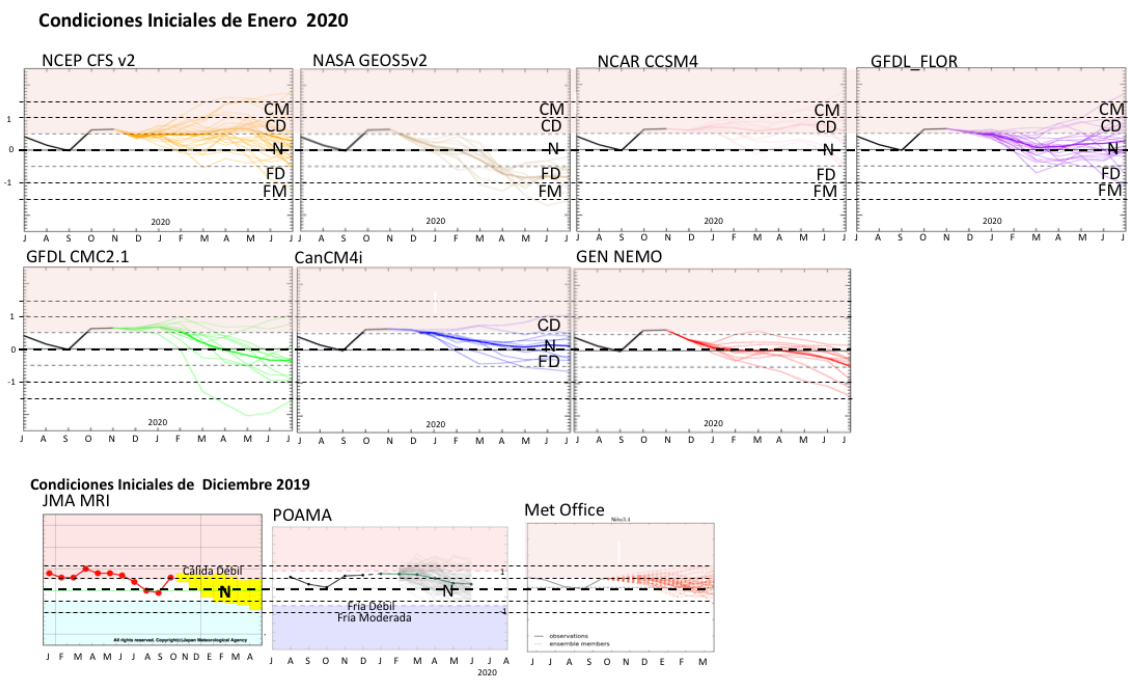


Figura 14. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.