

**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/El Niño-IGP/2019-11
13/12/2019**

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

Según los valores del Índice Costero El Niño (ICEN), basado tanto en los datos de ERSSTv3b (ICENV3) y ERSSTv5 (ICENV5) indican la condición climática Neutra frente a la costa peruana con valores de -0.87 y -0.60, respectivamente; sin embargo, el ICEN estimado con datos de OISSTv2 (ICENOI) indica condiciones Frías Débiles (-1.07). Los valores temporales del ICEN (ICENTmp), de ERSSTv3, ERSSTv5 y OISSTv2 para los meses de noviembre y diciembre, coinciden en indicar 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 octubre (0.30°C) y, según la información de los valores temporales, se esperaría condiciones cálidas débiles para los meses de noviembre y diciembre.

En base a los datos de altimetría satelital (producto DUACS), la onda Kelvin fría, llegaría a la costa peruana en el mes de diciembre y, por otro lado, según los modelos simples y el análisis de la data observada, una onda Kelvin cálida debería arribar a la costa americana entre los meses de enero y febrero del 2020.

Según el promedio de los siete modelos numéricos climáticos de NMME, inicializados con condiciones oceánicas y atmosféricas del mes de diciembre de 2019, se mantendrían las condiciones Neutras para el periodo que va de enero a junio de 2020, tanto para el Pacífico central como oriental.

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 noviembre 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 octubre de 2019 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1 (columnas 3 y 4), en donde el valor para el mes de octubre 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 corresponde a condiciones Frías Débiles.

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 indica condiciones Neutras para el mes de octubre.

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	Julio	-0.62	Neutra	-0.63	Neutra	-0.54	Neutra
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

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 noviembre y diciembre 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 noviembre (diciembre) se calcula usando la información del promedio de los valores pronosticados de ATSM de noviembre (diciembre y enero) de NMME.

Valores del Índice Costero El Niño temporales (ICENtmp)							
Año	Mes	ICENV3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICENV5	Categoría
2019	Noviembre	-0.47	Neutra	-0.50	Neutra	-0.26	Neutra
2010	Diciembre	0.13	Neutra	0.03	Neutra	0.14	Neutra

Según los valores del ICENtmp para los meses de noviembre y diciembre 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 octubre de 2019, es de 0.30 °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	Julio	0.32	Neutro
2019	Agosto	0.10	Neutro
2019	Setiembre	0.14	Neutro
2019	Octubre	0.30	Neutro

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

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2019	Noviembre	0.51	Cálida Débil
2019	Diciembre	0.51	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

En el mes de noviembre las anomalías de la TSM diaria observada según los datos (IR, MW, OSTIA), en la región Niño 3.4 indicaron condiciones alrededor de lo normal, observándose anomalías positivas en todo el mes, siendo las máximas (0.9 y 0.7 °C) en la segunda y tercera semana (ver Figura 1a). Para la región Niño 1+2, la ATSM mostró anomalías cercanas a cero en los primeros días del mes, sin embargo, terminando este se observó un incremento de las anomalías que alcanzaron 1°C. En promedio, 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 noviembre, se mantienen los vientos anómalos del este al oeste de 140°W. Los vientos del oeste han disminuido en intensidad con respecto al mes anterior (Figura 2). La profundidad de la termoclina en promedio se mantiene positiva al este de 140°W. En lo que respecta a la ATSM, se observan anomalías positivas en toda la franja ecuatorial y con un máximo al oeste de la línea de cambio de fecha.(ver Figura 2).

En la información del esfuerzo de viento zonal ecuatorial, tanto del producto WindSat como el de reanalysis de NCEP, se observó un pulso de viento del oeste a fines de noviembre, el cual se localizó entre 130° y 170°E. (ver Figura 3).

Basado en los datos de TAO, la inclinación de la termoclina y el contenido de calor en la franja ecuatoriales mostraron, en promedio, valores alrededor de su climatológicos durante todo el mes de noviembre. Solo a fines de noviembre se observó el incremento del contenido de calor, como consecuencia de la presencia de una onda Kelvin cálida (ver Figura 5). La boya ubicada en la región oriental (95°W) indica anomalías positivas de la profundidad de la isoterma de 20°C que alcanzaron el valor de 20m (Figura 6).

La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) para el mes de noviembre en la zona A (170°E – 140°W, 5°S-5°N) y B (170°W – 100°W, 5°S-5°N), que se muestran en la Figura 7 y 8, respectivamente, continúa indicando valores superiores a su climatología, lo cual está relacionado con deficiencia de precipitación en dichas regiones.

La actividad de las onda Kelvin, tanto cálidas como frías, aún se observa a lo largo de la costa americana. Según los datos observados del nivel del mar (Figura 4a) e información in situ, la onda Kelvin fría estaría cerca a la costa, mientras que la cálida está localizada, 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 ya habría pasado por la costa peruana aunque aún se observa la influencia de su señal a lo largo de la costa (Figura 11b). Según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó durante noviembre entre 83.3–82.8°W y 3.5–4.3°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 la primera se aprecian anomalías de hasta de 2°C, dentro de los 50 metros de profundidad y después de la quincena del mes de noviembre. Por otro lado, debajo de la superficie la anomalías positivas se observaron desde los 300 y 500 metros de profundidad (ver Figura 12c).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Se espera que la onda Kelvin fría, que arribaría a las costas peruanas en las siguientes semanas, contribuya a disminuir las condiciones cálidas observadas desde mediados de noviembre. Se espera que la onda Kelvin cálida arribe a la costa americana entre enero y febrero de 2020, con lo cual podrían volverse a observar condiciones cálidas anómalas de la temperatura superficial y subsuperficial 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 diciembre de 2019, se esperan en promedio condiciones Neutras entre los meses de diciembre y junio de 2020. Es importante señalar que los modelos CFS2, GFDL y NCAR_CCSM4 indican condiciones cálidas débiles para los meses de enero y febrero (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, a excepción de diciembre, condiciones Neutras hasta junio de 2020 (ver Tabla 6 y Fig. 14). Viendo en detalle, los modelos CanCM4i, GFDL y NCAR_CCSM4 indica condiciones cálidas débiles para los meses de enero y febrero, aunque el último modelo mencionado muestra condiciones cálidas débiles hasta el mes de junio de 2020.

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

Modelo	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2		0.28	0.56	0.44	0.35	0.15	0.05	0.02
CanCM4i		0.08	0.31	0.34	0.25	0.13	-0.03	-0.12
GEM_NEMO		0.11	0.35	0.42	0.29	0.01	-0.34	-0.70
GFDL		0.33	0.55	0.47	0.24	0.07	-0.16	-0.26
NASA		-0.15	-0.24	-0.63	-0.92	-1.14	-1.29	-1.32
GFDL_FLOR		0.07	0.24	0.20	0.05	-0.32	-0.54	-0.50
NCAR_CCSM4		0.20	0.57	0.62	0.60	0.40	0.25	0.12
NMME		0.13	0.33	0.27	0.12	-0.10	-0.29	-0.39
ICENTmp	-0.47							

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

Modelo	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2		0.51	0.46	0.46	0.49	0.54	0.54	0.43
CanCM4i		0.60	0.56	0.51	0.42	0.30	0.23	0.20
GEM_NEMO		0.34	0.14	0.03	0.00	-0.05	-0.15	-0.34
GFDL		0.64	0.62	0.48	0.23	-0.02	-0.21	-0.32
NASA		0.32	0.11	-0.11	-0.39	-0.67	-0.82	-0.83
GFDL_FLOR		0.54	0.42	0.26	0.12	0.09	0.15	0.21

NCAR_CCSM4		0.63	0.66	0.65	0.63	0.67	0.74	0.70
NMME		0.51	0.42	0.33	0.21	0.12	0.07	0.01
ONItmp	0.51							

Conclusiones:

1. El ICEN (SSTOI) para octubre de 2019 fue de -1.07 (Fría débil), los ICENtmp para noviembre y diciembre corresponde a condiciones neutras: -0.50 y -0.03, respectivamente. Usando ERSSTv3 mensual para el cálculo del ICEN, los valores correspondientes son -0.87 (Neutro) , y los temporales para noviembre y diciembre también son Neutros, -0.47 y 0.13 respectivamente. El ICEN calculado con la versión 5 de ERSST para octubre es -0.60 (Neutro) y los temporales también se encuentran en el rango de Neutro para los meses de noviembre y diciembre, -0.26 y -0.14, respectivamente.
2. En el Pacífico central, el ONI de setiembre (SON) es 0.30 y corresponde a condiciones Neutras y el estimado para noviembre y diciembre corresponde condiciones Cálidas Débiles.
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 superiores a su climatología, es decir existe poca o escasa precipitación.
4. Según la información de TAO en la franja ecuatorial, en el mes noviembre, se mantienen los vientos anómalos del este al oeste de la línea de cambio de fecha. La profundidad de la termoclina en promedio se mantiene positiva al este de 140°W. 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. A fines de noviembre, según la información satelital y de reanalysis, se desarrolló un pulso de viento del oeste entre 130°E y 170°E.
6. Basado en los datos de TAO, la inclinación de la termoclina y el contenido de calor en la franja ecuatoriales mostraron, en promedio , valores alrededor de su climatológicos durante todo el mes de noviembre. Solo a fines de de noviembre se observó el incremento del contenido de calor, como consecuencia de la presencia de una onda Kelvin cálida.
7. Los flotadores ARGO localizados entre las 100 y 200 mn de la costa y a lo largo de esta última, muestran en promedio para el mes de noviembre, usando la climatología de IMARPE, condiciones cálidas por encima de los 100 metros. El flotador ubicado frente a Paita mostró una anomalía positiva durante todo el mes de noviembre por debajo de los 300 m de profundidad. Esto podría deberse al paso de la onda Kelvin cálida.
8. En las siguientes semanas se espera el arribo de la onda Kelvin fría. Por otro lado, una onda Kelvin cálida debería arribar ,según los modelos simples y el análisis de la data observada, a la costa americana durante el mes de enero.
9. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de diciembre, indican en promedio condiciones NEUTRAS entre los meses de diciembre de 2019 y junio de 2020, los modelos CFSv2, GFDL y NCAR CCSM4 indican condiciones cálidas debiles para los meses de enero y febrero de 2020.
10. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME

indica condiciones Neutras entre los meses de enero y junio de 2020, los modelos CanCM4i , GFDL , GFDL_FLOR y el NCAR CCSM4 indicant condiciones cálidas débiles para los meses de diciembre y enero. Además el modelo NCAR CCSM4 indica condiciones cálidas débiles hasta junio 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
- **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.

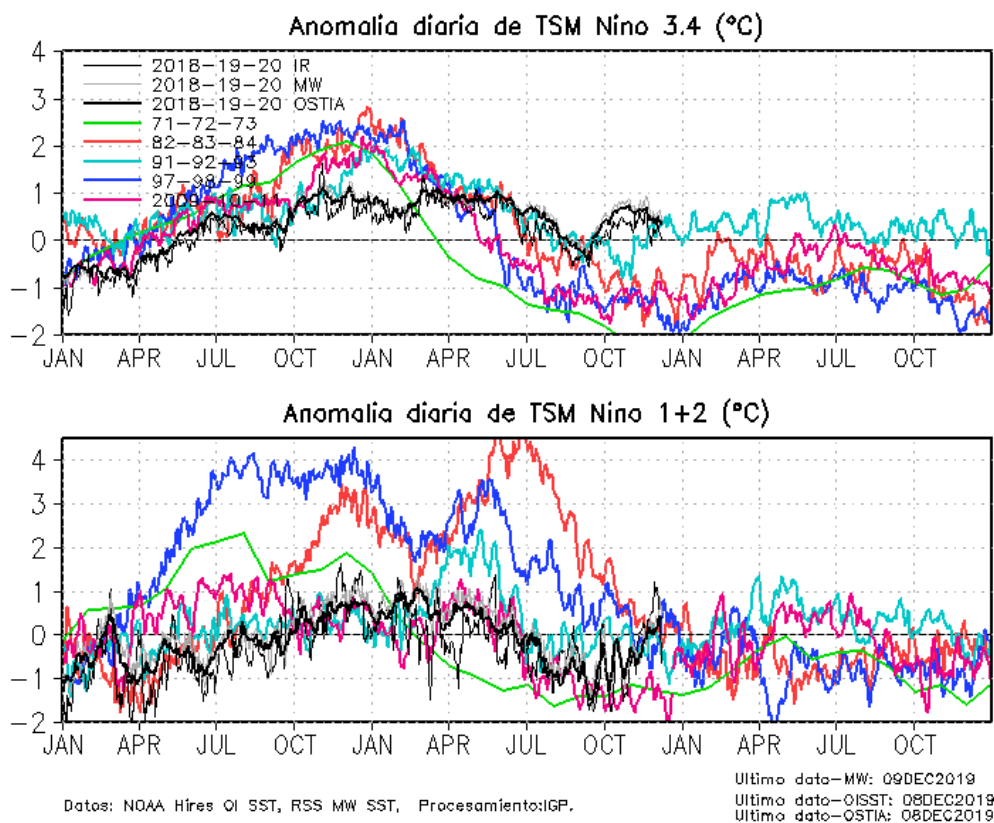


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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

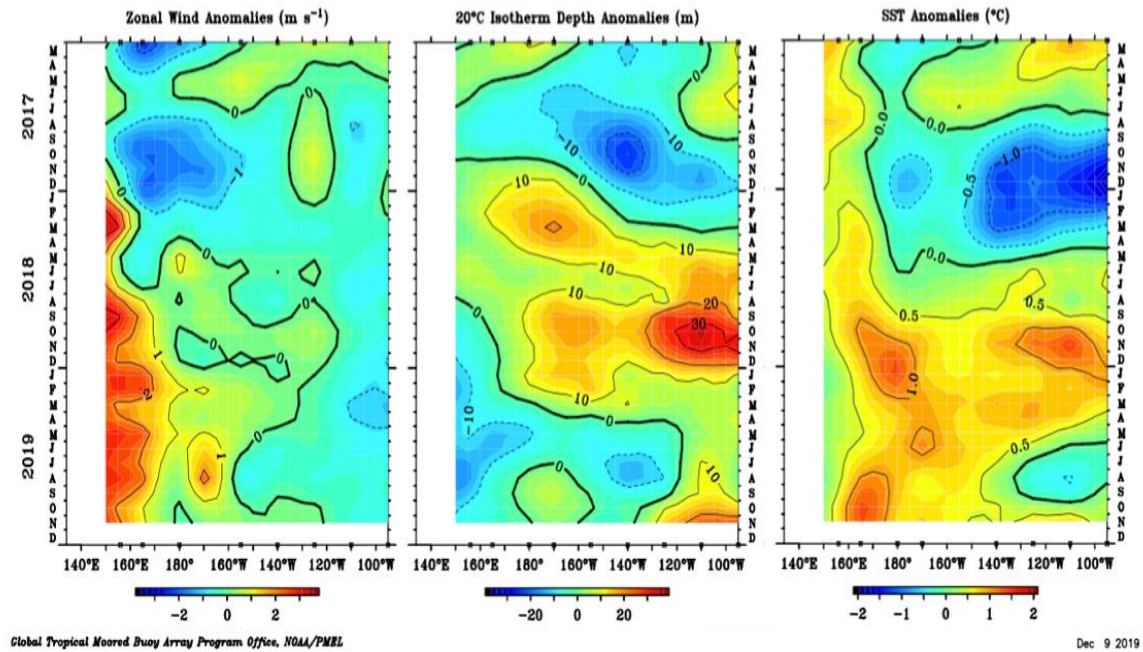


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía de: (a) el viento zonal, (b) la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) y (c) la temperatura superficial del mar; a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-1°N) . Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

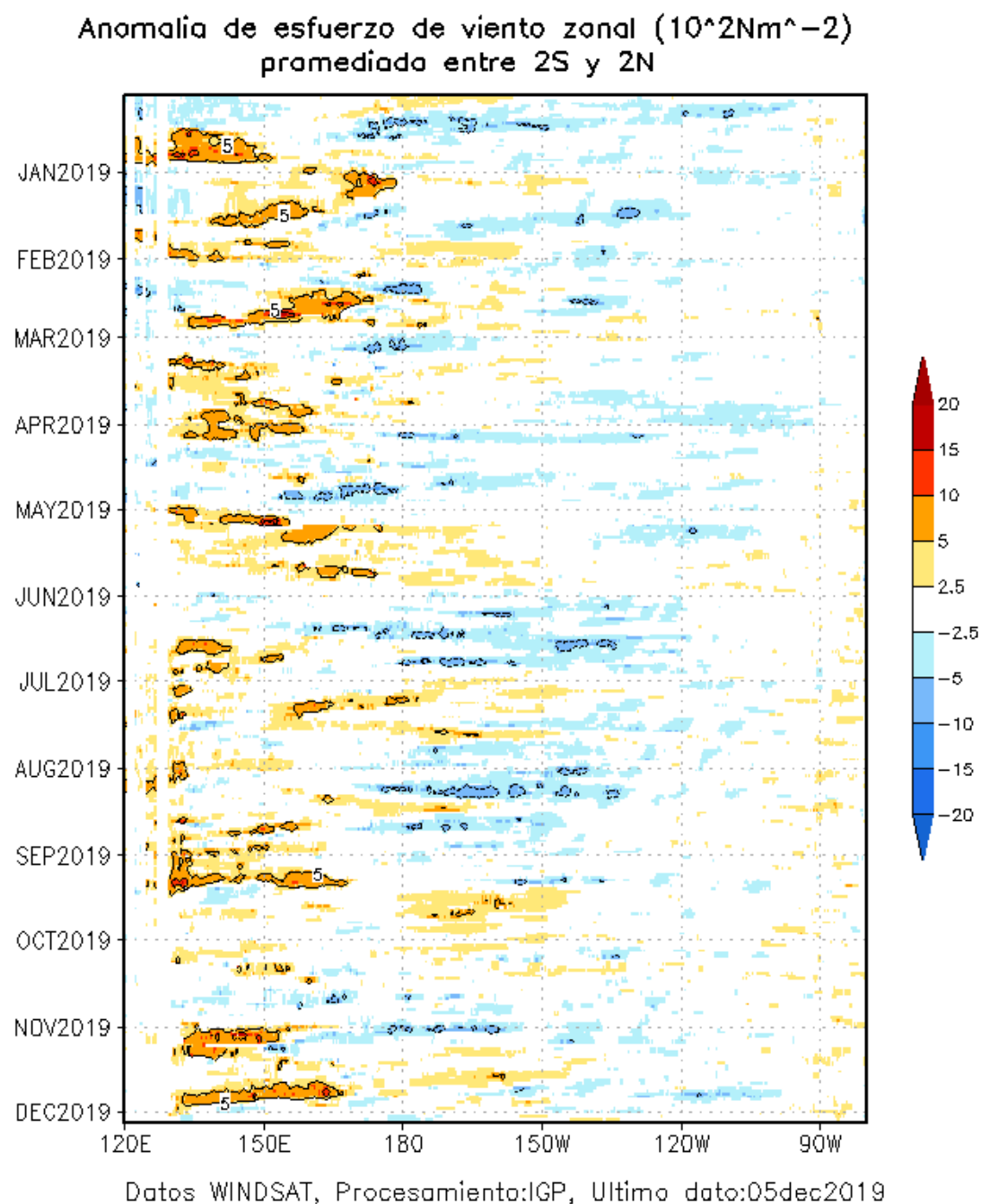


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT hasta el 05 de diciembre 2019. Elaboración: IGP.

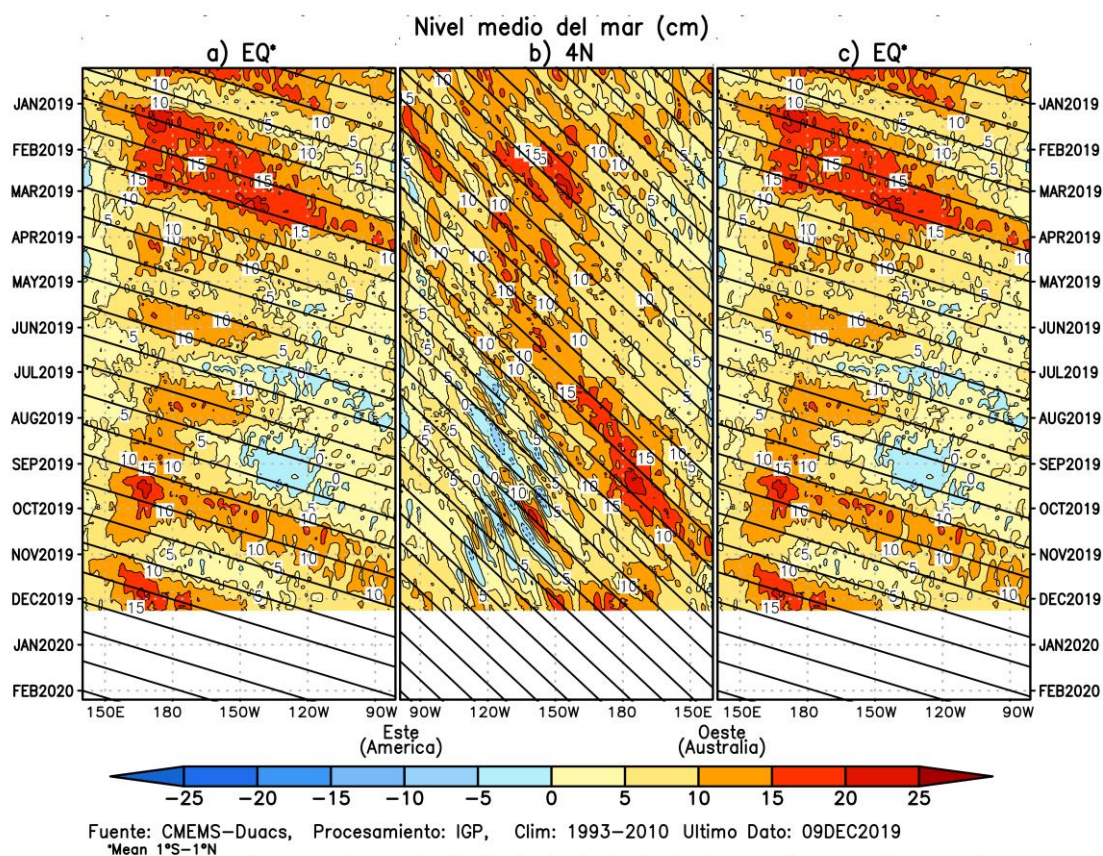


Figura 4. Diagramas longitud- tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico usando el producto DUACS. Las figuras (a) y (c) son las mismas y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial, mientras que (b) a lo largo de 4°N pero con el eje zonal de Este a Oeste. Las líneas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

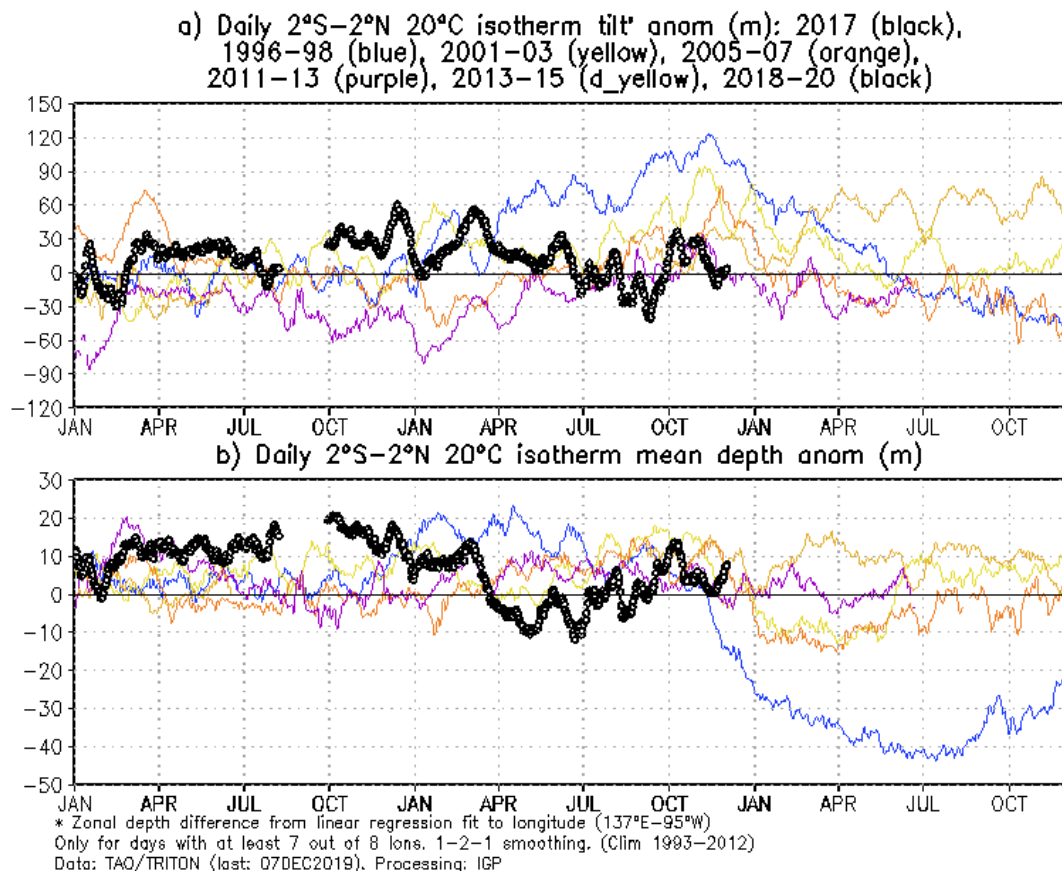


Figura 5 a) Inclínación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores. Elaboración: IGP.

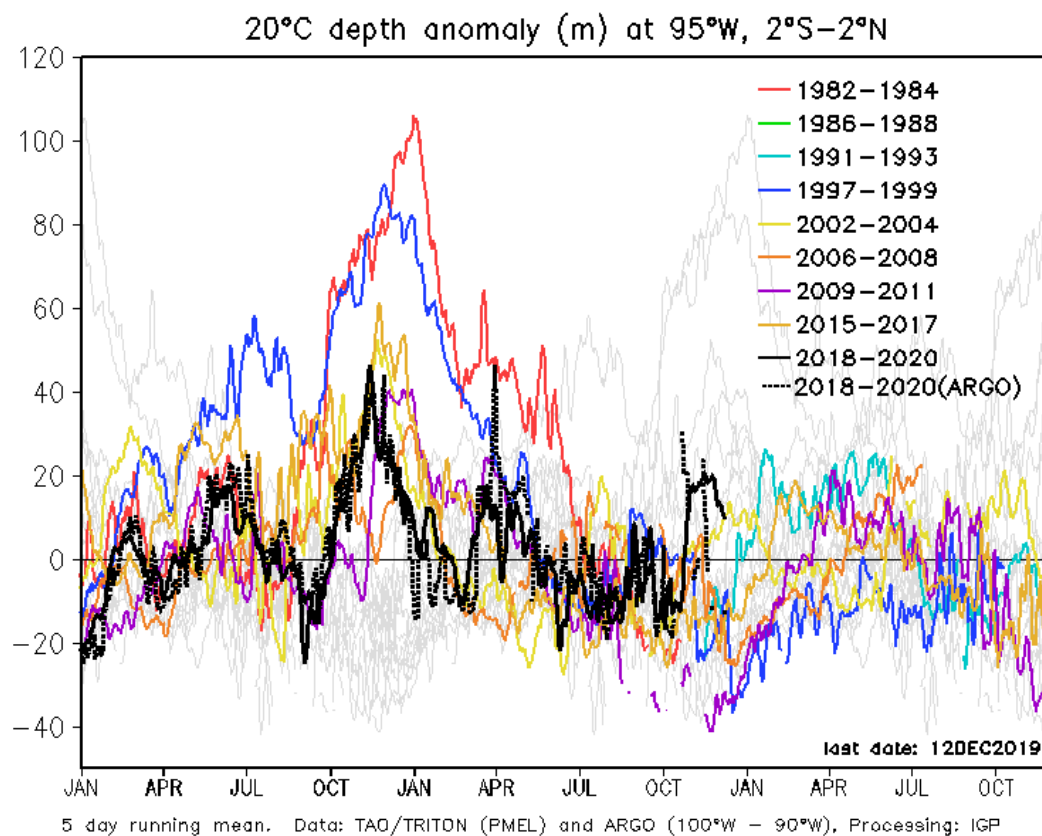


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W ,2°S-2°N, con datos de ARGO y TAO. Elaboración: IGP.

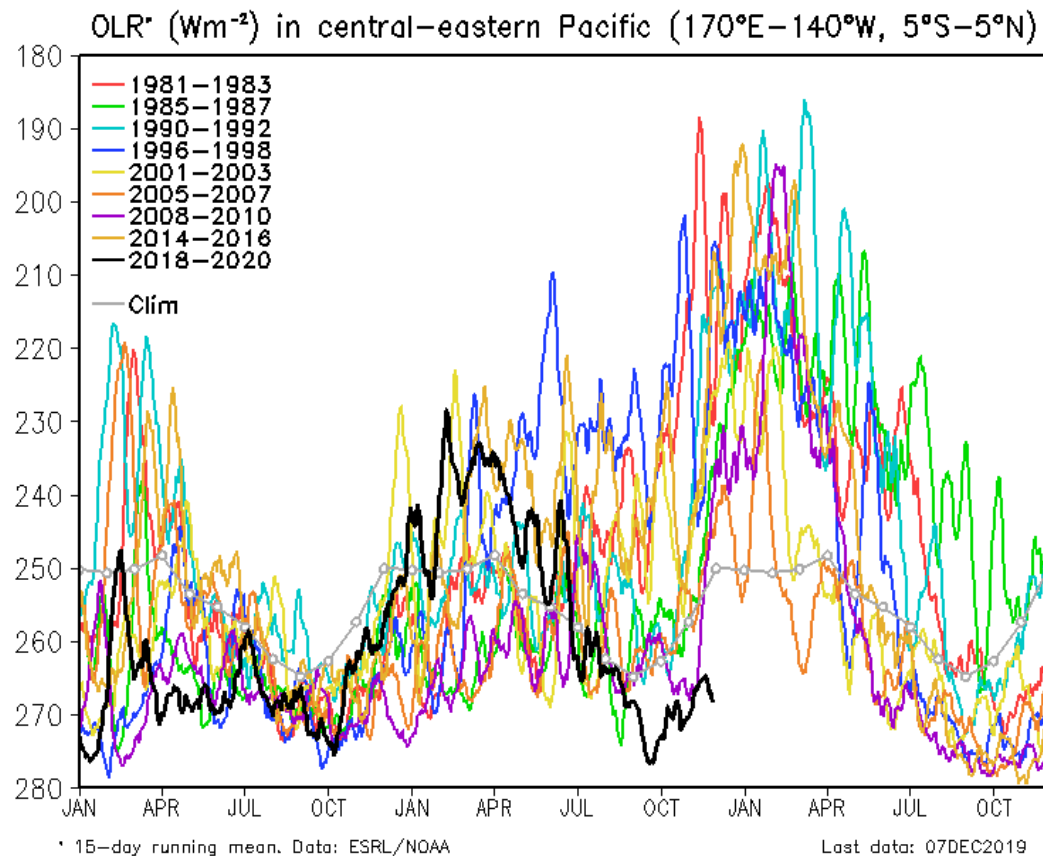


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°E – 140°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP

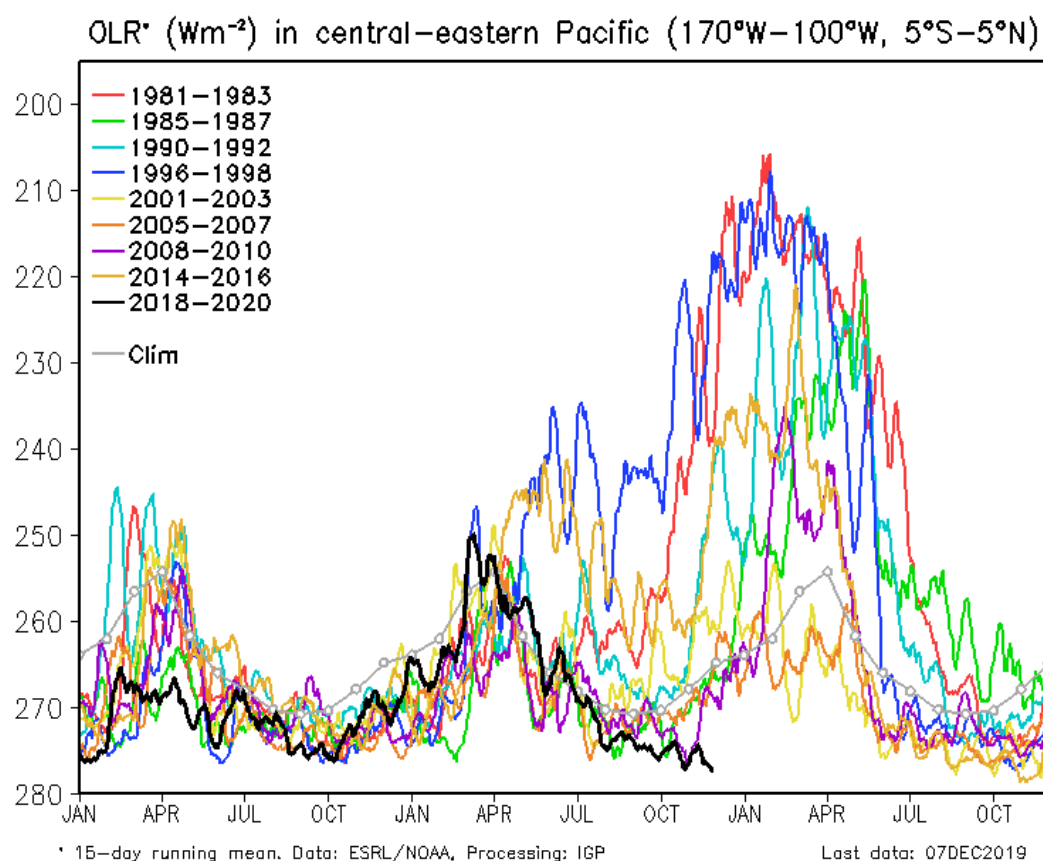


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.

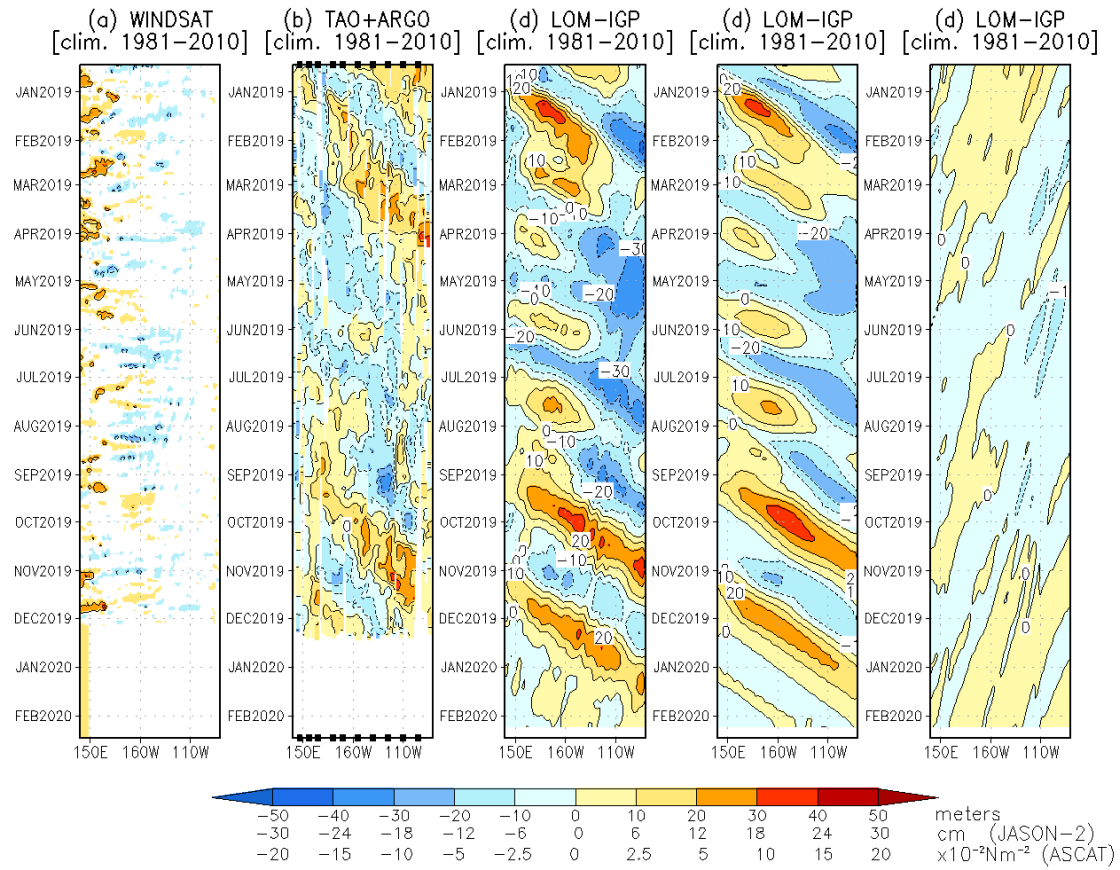


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b) , diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente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

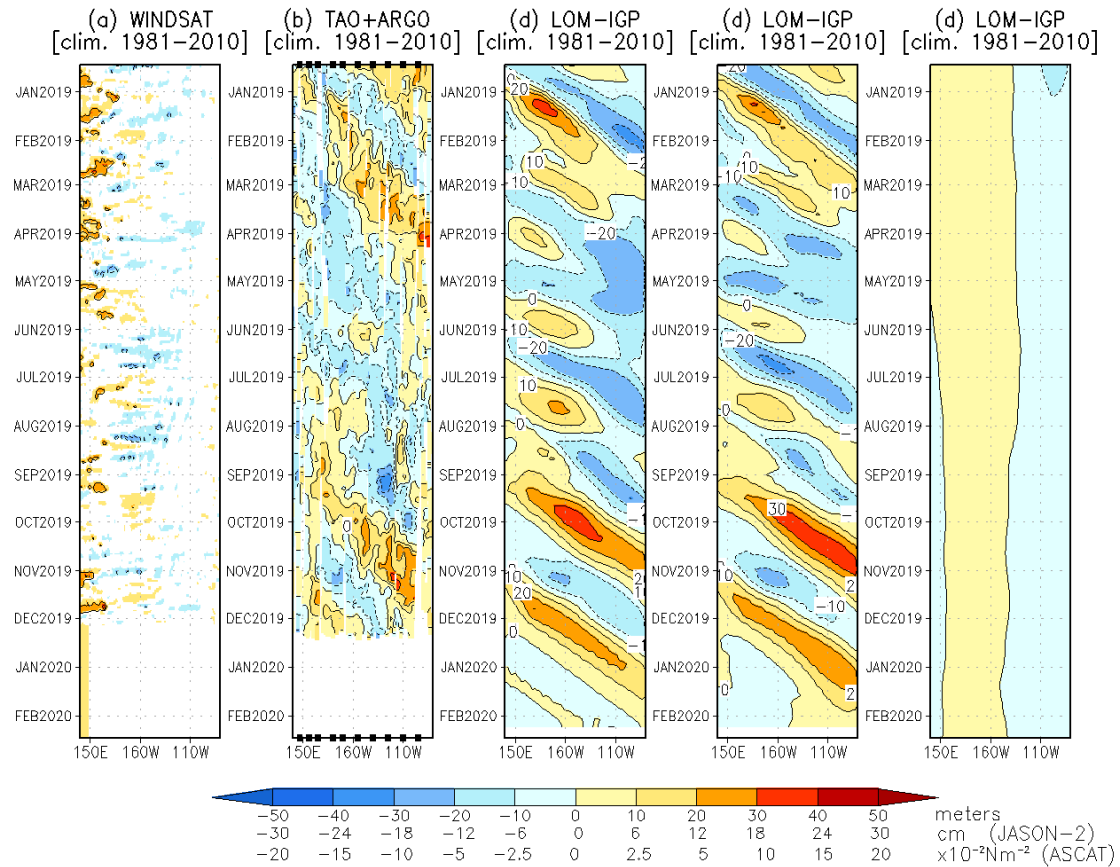


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda Kelvin (tercer panel), onda Kelvin intraestacional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

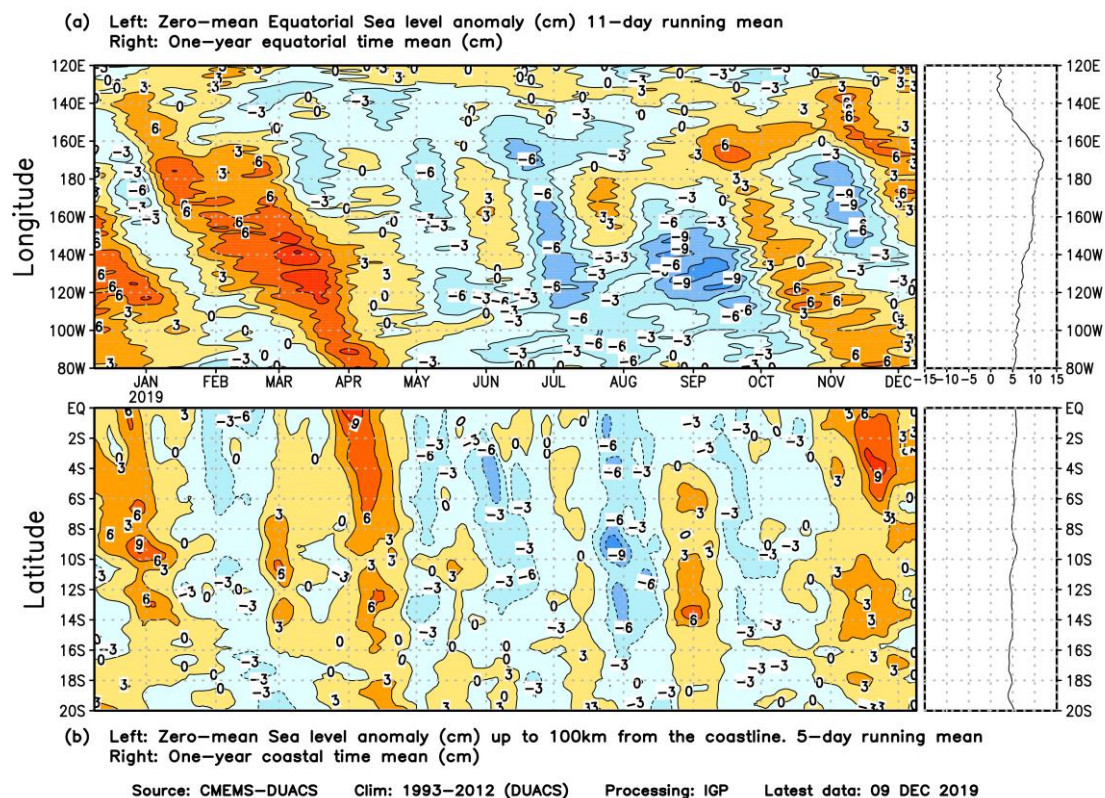


Figura 11. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

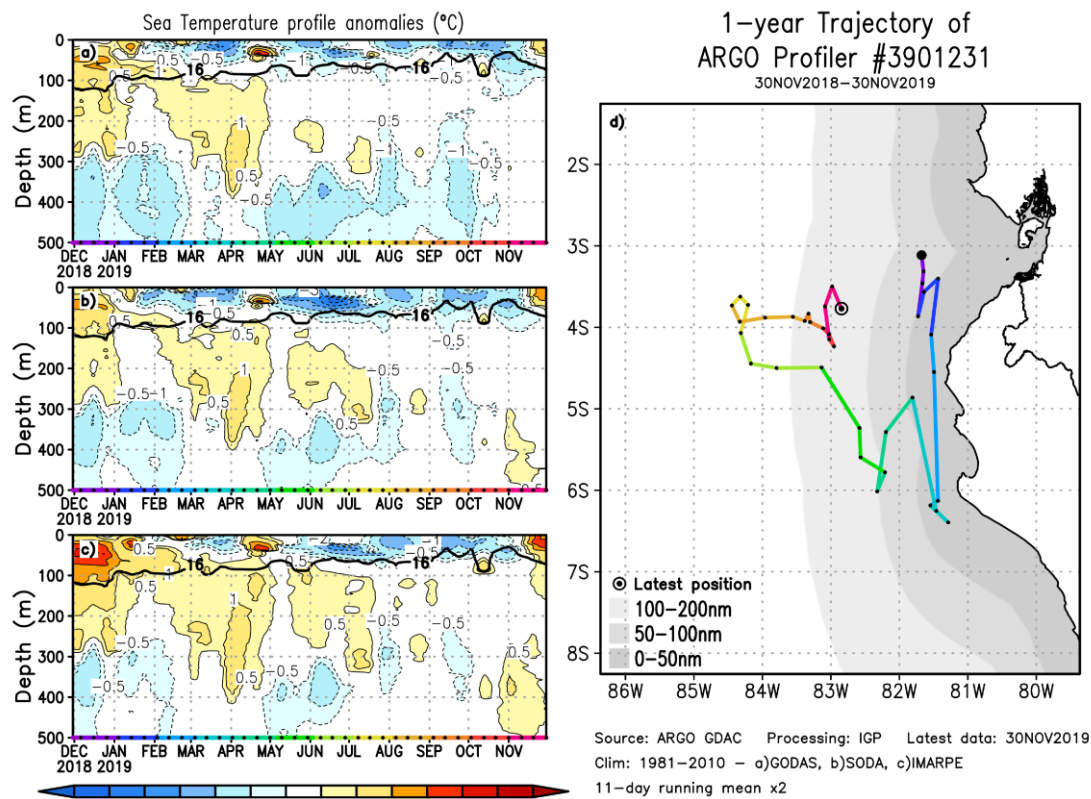


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria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

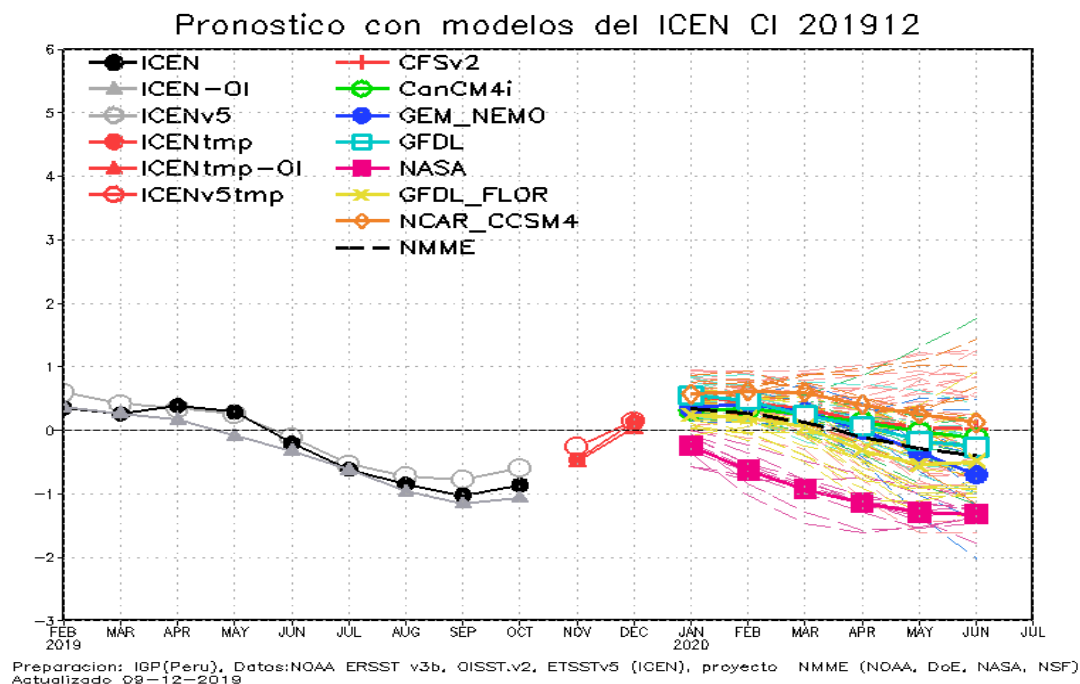


Figura 13. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv3; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2; ICEN gris con círculos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno, ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos, ICENv5tmp, rojo con círculo). Además, 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, CanCM4i, GEM_NEMO, GFDL, NASA, GFDL_FLOR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de diciembre de 2019. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

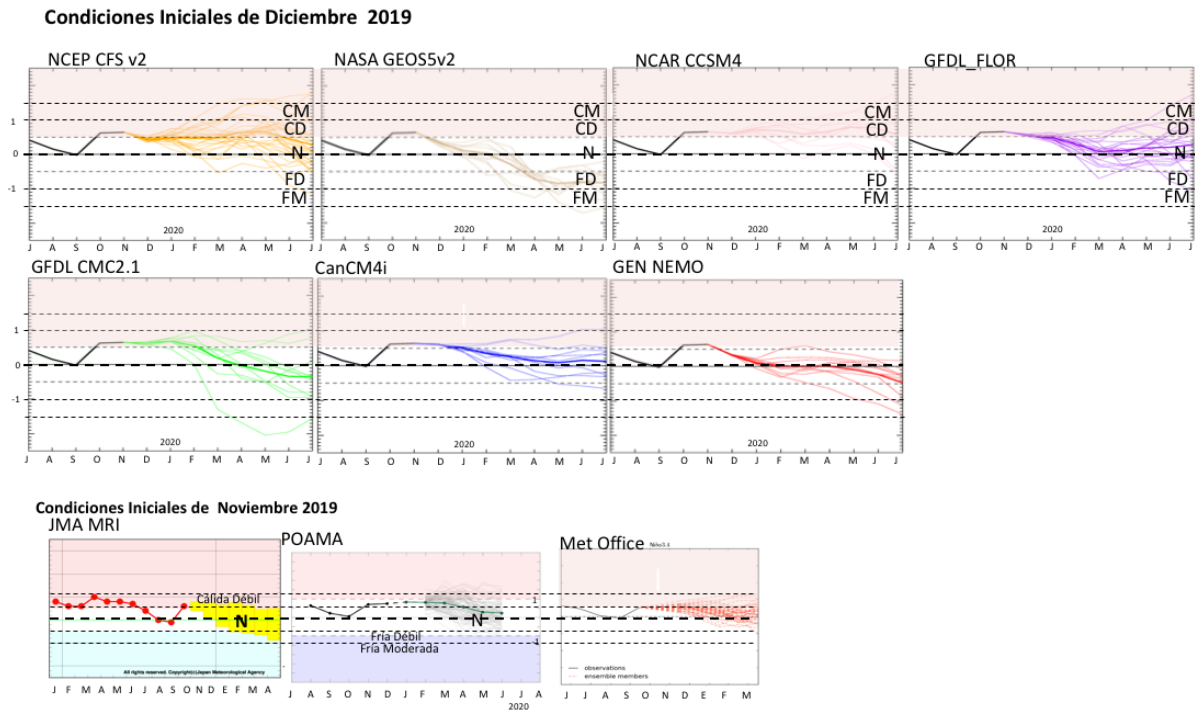


Figura 14. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.