

**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/2019-10

13/11/2019

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

Para el mes de setiembre de 2019, los valores del Índice Costero El Niño (ICEN), basado tanto en los datos de ERSSTv3b (ICENV3) y OISSTv2 (ICENOI) indican la condición Fría Débil con valores de -1.03 y -1.16, respectivamente; sin embargo, el ICEN estimado con datos de ERSSTv5 (ICENV5) indica condiciones Neutras (-0.78). Los valores temporales del ICEN (ICENTmp), de ERSSTv3 y ERSSTv5 para el mes de octubre, coinciden en indicar condiciones Neutras, mientras que el estimado con IOISSTv2 muestra condiciones Frías Débiles; el ICENTmp para el mes de noviembre, las tres fuentes coinciden en indicar condiciones Neutras. Con respecto al Pacífico Central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) indica condiciones Neutras para el mes de setiembre (0.14°C) y, según la información de los valores temporales, se esperaría las mismas condiciones para los meses de octubre y noviembre.

En base a los datos de altimetría satelital (producto DUACS), la señal de la onda Kelvin cálida, indicada en el informe anterior, inició su arribó a la costa peruana desde fines de octubre. Por otro lado, la onda Kelvin fría, localizada entre 160°E y 160°W, llegaría a la costa peruana a fines de diciembre.

Según el promedio de los siete modelos numéricos climáticos de NMME, inicializados con condiciones oceánicas y atmosféricas del mes de noviembre de 2019, se tendrían condiciones Neutras para el periodo que va de noviembre de 2019 a mayo 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 octubre 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 setiembre de 2019 y cuyos valores se muestran en la Tabla 1 (columnas 3 y 4), en donde el valor para el mes de setiembre corresponde a una condición Fría Débil. Los valores del ICEN, usando ERSST v3b, se pueden obtener del siguiente link: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>.

Los valores del ICENOI, calculado de la misma forma que el ICEN pero usando los datos mensuales de OISST v2 y las climatologías de ERSST v3b, las cuales se pueden obtener del siguiente link: <http://www.met.igp.gob.pe/datos/climNino12.txt>, se muestran en la columna 5 y 6 de la Tabla 1. Estos también indican condiciones Frías Débiles para el mes de setiembre.

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 setiembre.

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	Junio	-0.21	Neutra	-0.33	Neutra	-0.12	Neutra
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

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

Valores del Índice Costero El Niño temporales (ICENTmp)							
Año	Mes	ICENV3	Categoría	ICENOI	Categoría	ICENV5	Categoría
2019	Octubre	-0.92	Neutra	-1.01	Fría Débil	-0.66	Neutra
2019	Noviembre	-0.66	Neutra	-0.58	Neutra	-0.46	Neutra

Según los valores del ICENTmp para el mes de octubre se estima que dos fuentes de datos indican condiciones Neutras y una indica condiciones Frías Débiles, las condiciones climáticas estimadas para el mes de noviembre serían del rango Neutral. Esto se confirmarán en los siguientes meses.

Índice Oceánico Niño (ONI)

Por otro lado, para el Pacífico Central (Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>), actualizado por la NOAA al mes de setiembre de 2019, es de 0.14 °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	Junio	0.54	Cálida Débil
2019	Julio	0.32	Neutro
2019	Agosto	0.10	Neutro
2019	Setiembre	0.14	Neutro

Los valores estimados (ONItmp), combinando observaciones y pronósticos de NMME, de setiembre y octubre, indican condiciones Neutras.(ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales

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).

Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2019	Octubre	0.32	Neutro
2019	Noviembre	0.44	Neutro

Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Las anomalías de la TSM diaria durante el mes de octubre, según los datos observados (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 (0.8 y 0.7 °C) en la tercera y cuarta semana. (ver Figura 1a). Para la región Niño 1+2, la ATSM continuó mostrando valores principalmente negativos, con un máximo negativo de hasta -1.7 °C en la primera semana del mes, sin embargo, para finales de mes mostró una tendencia de reducir sus anomalías negativas. 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 octubre, se mantienen los vientos anómalos del este (oeste) al este (oeste) de 160°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 180° con un máximo al este de 120°W.. En lo que respecta a la ATSM se mantienen positivas al oeste de 120°W, y el máximo valor observado se localiza en la zona occidental, entre 160°E a 180°.(ver Figura 2).

En la primera semana de octubre, según la información de WindSat, se observaron anomalías positivas de poca intensidad entre 130° y 155°E, y en la segunda semana entre 140° y 160°E, también se observaron pequeños pulsos de vientos del este entre 160° y 170°E. En la primera semana de noviembre se observa un pulso intenso del oeste entre 135° y 155°E (ver Figura 3).

Según los datos de TAO, la profundidad de la termoclina estuvo menos inclinada de lo normal durante todo octubre, esto como consecuencia posiblemente del paso de la onda Kelvin cálida. El contenido de calor osciló dentro de sus valores normales (ver Figura 5). La boya ubicada en la región oriental (95°W) indica anomalías positivas de la profundidad de la isoterma de 20°C (Figura 6).

La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) 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 escasa precipitación en dichas regiones

Según los resultados de los modelos numéricos (Figura 9 y 10) y el análisis de la información satelital del nivel del mar (Figura 4a), la señal de la onda Kelvin cálida, mencionada en el informe anterior, habría iniciado su arribo a la costa americana desde fines del mes de octubre. Se observa la presencia de una onda Kelvin fría entre 160°E y 160°W desplazándose hacia la costa americana (ver Figura 11). Por otro lado, los datos observados (Figura 4) muestran una anomalía positiva de la profundidad de la termoclina al oeste de los 160°E, y según los modelos numéricos simples esta sería la señal de una nueva onda Kelvin cálida, la cual se formó, posiblemente, como consecuencia de la reflexión de una onda Rossby (Figura 4b) y el pulso de viento del oeste que se dio a inicios de noviembre (Figura 3).

Ondas Kelvin a lo largo de la costa peruana

A lo largo de la costa peruana, la información de DUACS (basada en altimetría satelital) muestra anomalías positivas del nivel del mar desde finales de octubre (Figura 11b), como consecuencia del arribo de la onda Kelvin cálida (Figura 11a). Sin embargo, según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó durante octubre y la primera semana de noviembre entre 84.5–82.9°W y 3.5–4.3°S (entre las 100 y 200 millas náuticas frente a la costa norte del Perú), no muestra anomalías positivas (usando climatología de SODA e IMARPE) en la parte superior de la columna de agua sino solo entre 300 y 500 metros de profundidad. En la parte superior solo se observa anomalías negativas aproximadamente 100 m (Figura 12).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Se espera que la onda Kelvin cálida continúe influyendo en las variables de nivel del mar durante las siguientes semanas y es posible que también afecte la TSM y del aire. En la actualidad se observa una onda Kelvin fría ubicada entre 160°E y 160°W, y según los modelos numéricos y las proyecciones teóricas, arribaría a la costa peruana a fines de diciembre (ver figura 9 y 10). Finalmente, la onda Kelvin cálida que se encuentra al oeste de los 160°E, de mantener su energía, arribaría a la costa sudamericana en enero de 2020.

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 noviembre de 2019, se esperan en promedio condiciones Neutras entre los meses de noviembre y mayo de 2020, el modelo NASA indica condiciones frías débiles entre los meses de marzo y mayo (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 en promedio condiciones Neutras de noviembre a mayo de 2020 (ver Tabla 6 y Fig. 14). Hay que resaltar que el modelo GFDL_FLOR indica condiciones cálidas débiles de noviembre a febrero de 2020, por otro lado el modelo de NASA indica condiciones frías débiles de marzo a mayo de 2020.

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

Modelo	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ
CFS2		-0.60	-0.01	0.23	0.17	-0.04	-0.44	-0.79
CanCM4i		-0.50	0.04	0.21	0.25	0.26	0.25	0.23
GEM_NEMO		-0.50	0.09	0.27	0.26	0.11	-0.13	-0.38
GFDL		-0.91	-0.50	-0.22	0.05	0.13	0.07	0.08
NASA		-0.69	-0.47	-0.63	-0.94	-1.06	-1.09	-1.04
GFDL_FLOR		-0.73	-0.19	0.05	0.21	0.16	0.01	-0.07
NCAR_CCSM4		-0.67	-0.19	-0.05	-0.19	-0.33	-0.50	-0.60
NMME		-0.66	-0.18	-0.02	-0.03	-0.11	-0.26	-0.37

ICENtmp	-0.92							
----------------	-------	--	--	--	--	--	--	--

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

	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ
CFS2		0.43	0.35	0.21	0.13	0.11	0.12	0.07
CanCM4i		0.49	0.46	0.42	0.44	0.44	0.33	0.28
GEM_NEMO		0.17	-0.14	-0.37	-0.43	-0.46	-0.55	-0.61
GFDL		0.47	0.42	0.32	0.30	0.34	0.37	0.40
NASA		0.40	0.19	-0.12	-0.38	-0.67	-0.85	-0.78
GFDL_FLOR		0.58	0.63	0.61	0.55	0.50	0.47	0.47
NCAR_CCSM4		0.53	0.38	0.10	-0.08	-0.05	0.05	0.04
NMME		0.44	0.33	0.17	0.08	0.03	-0.01	-0.02
ONItmp	0.32							

Conclusiones:

1. El ICEN (SSTOI) para setiembre de 2019 fue de -1.16 (Fría débil), los ICENtmp para octubre y noviembre corresponde a condiciones frías débiles y neutras: -1.01 y -0.58, respectivamente. Usando ERSSTv3 mensual para el cálculo del ICEN, los valores correspondientes son -1.03 (Fría Débil), y los temporales para octubre y noviembre son Neutros, -0.92 y -0.66 respectivamente. El ICEN calculado con la versión 5 de ERSST para setiembre es -0.78 (Neutro) y los temporales también se encuentran en el rango de Neutro para los meses de octubre y noviembre, -0.66 y -0.46.
2. En el Pacífico central, el ONI de setiembre (ASO) es 0.14 y corresponde a condiciones Neutras y el estimado para octubre y noviembre también 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 superiores a su climatología, es decir existe poca o escasa precipitación.
4. Según la información de TAO en la franja ecuatorial, en el mes octubre, se mantienen los vientos anómalos del este (oeste) al este (oeste) de 160°W. Los vientos del oeste se han disminuido en intensidad con respecto al mes anterior. La profundidad de la termoclina en promedio se mantiene positiva al este de 180° con un máximo al este de 120°W. Las anomalías de la TSM se mantienen positivas al oeste 120°W, y el máximo valor observado se localiza en la zona occidental, entre 160°E a 180°.
5. A inicios de noviembre, según la información satelital y de reanalysis, se desarrolló un pulso de viento del oeste entre 150°W y la línea de cambio de fecha. Por otro lado, el

producto satelital mostró un pulso de viento del oeste al oeste de 150°W.

6. Basado en los datos de TAO, la termoclina estuvo ligeramente menos inclinada de lo normal durante todo el mes de octubre, esto como consecuencia, posiblemente, del paso de la onda Kelvin cálida. Por otro lado, el contenido de calor osciló dentro de sus valores normales.
7. Según la información de los flotadores ARGO localizados alrededor de 105°W, se mantienen las anomalías negativas en los primeros 100 metros de profundidad.
8. 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 octubre, usando la climatología de IMARPE, condiciones frías por encima de los 100 metros. El flotador ubicado frente a Paíta mostró una anomalía positiva desde noviembre por debajo de los 300 m de profundidad. Se especula que podría ser parte de la señal de la onda Kelvin cálida.
9. Según los datos observados, la onda Kelvin cálida ya habría iniciado su arribo a la costa americana desde inicios de octubre. La señal del nivel del mar satelital a lo largo de la costa peruana también muestra el incremento de esta variable durante este mismo periodo. Según la data observada y algunas simulaciones numéricas, es posible que la onda Kelvin cálida haya perdido algo de su energía como onda Rossby reflejada como consecuencia de la inclinación de la termoclina (hipótesis).
10. Los datos observados muestran una señal de onda Kelvin fría entre 160°E y 160°W.
11. Los datos observados muestran una anomalía positiva de la profundidad de la termoclina al oeste de 160°E y los modelos numéricos simples determinan que sería la señal de onda Kelvin cálida. Esta se podría haber generado por el pulso de viento del oeste que se dio a inicios de noviembre y, también, a la reflexión de la onda Rossby.
12. Se espera que la señal de la onda Kelvin cálida se observe en la costa peruana. Por otro lado, la onda Kelvin fría debería arribar a fines de diciembre, mientras que otra onda Kelvin cálida, de mantener su energía, podría arribar en enero de 2020.
13. Para el Pacífico Oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de noviembre, indican en promedio condiciones Neutras entre los meses de noviembre y mayo de 2020.
14. Para el Pacífico central (Región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indica condiciones Neutras entre los meses de noviembre y mayo 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.

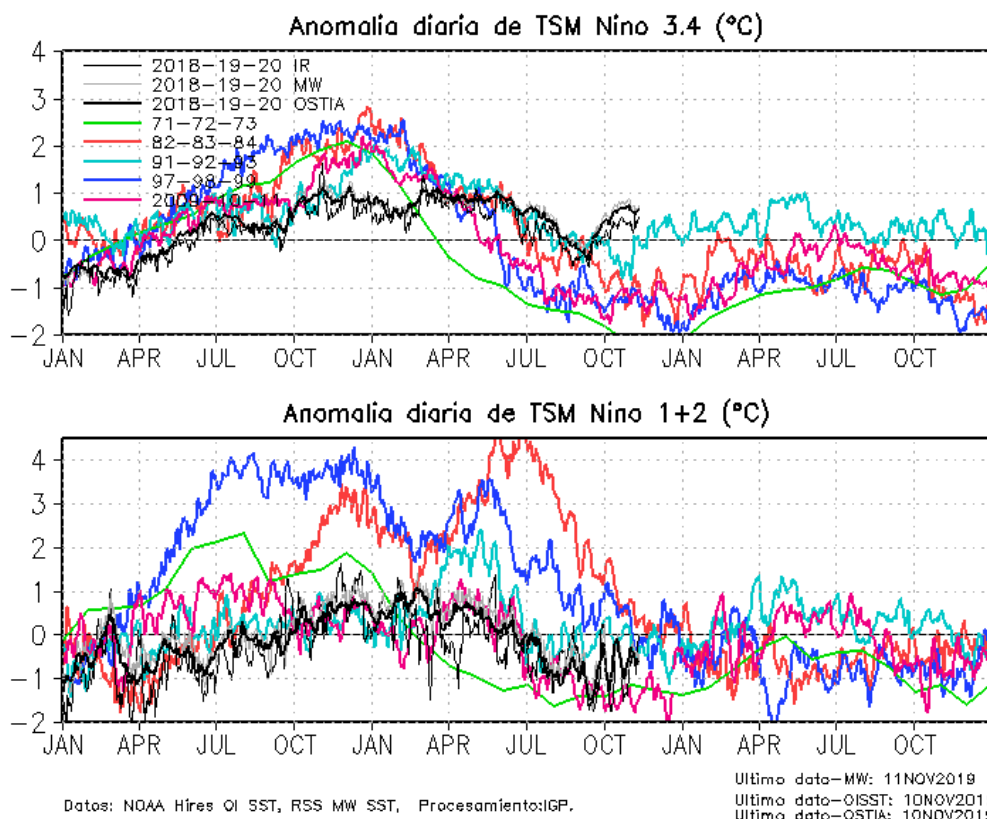


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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

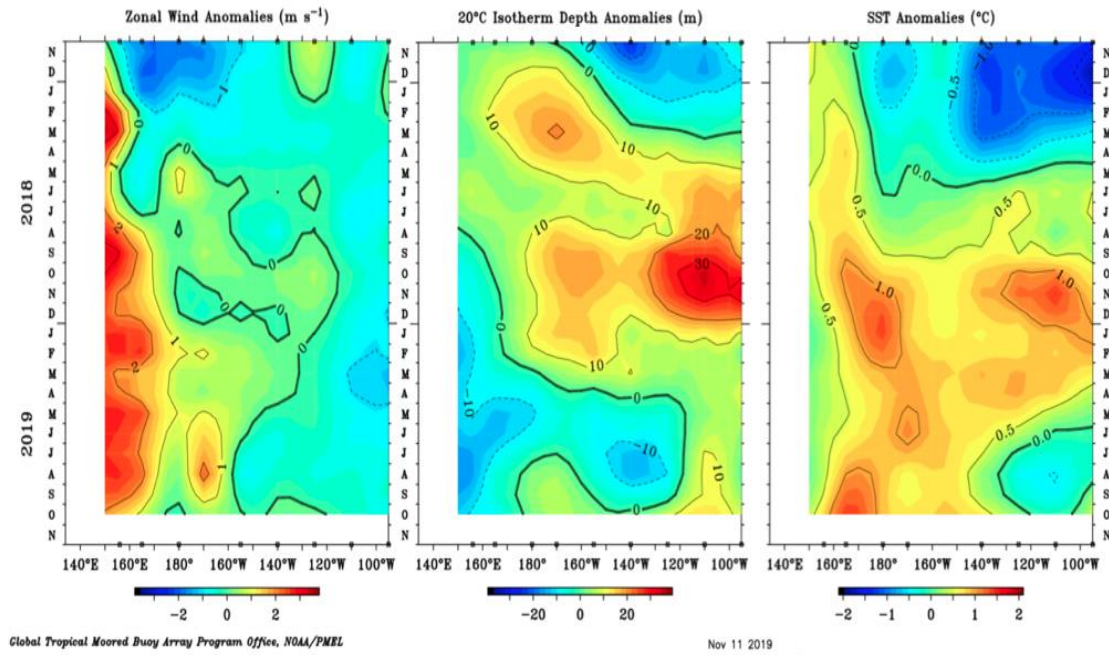


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía de: (a) el viento zonal, (b) la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) y (c) la tempera superficial del mar; a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-1°N) . Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

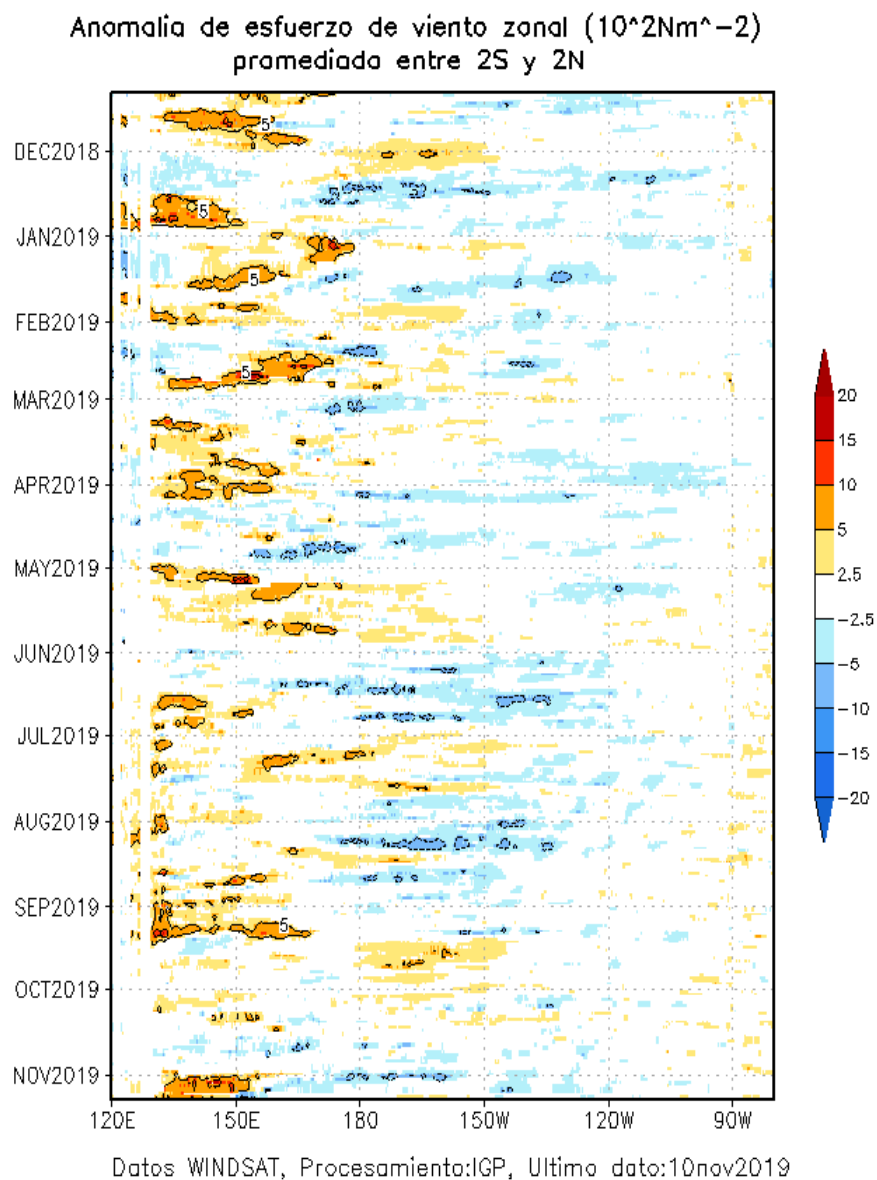


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto WINDSAT hasta el 10 de noviembre de 2019. Elaboración: IGP.

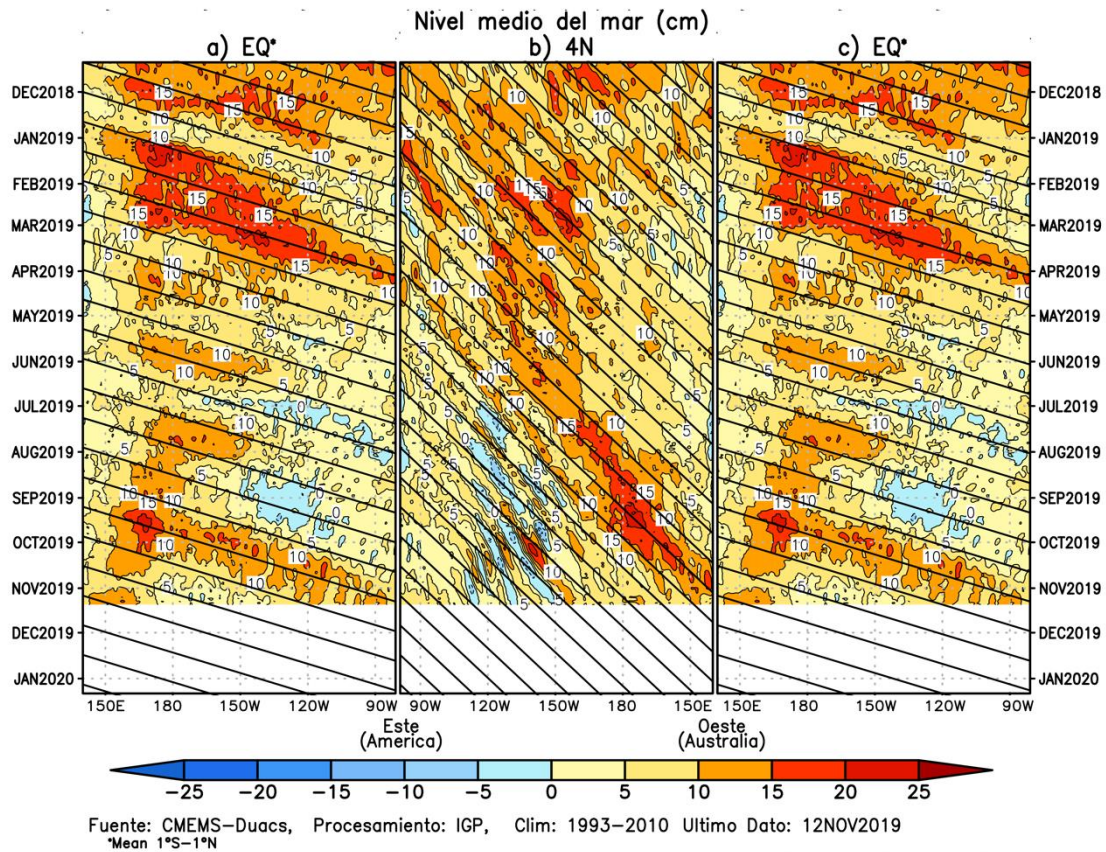


Figura 4. Diagramas longitudin- tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico usando el producto DUACS. Las figuras (a) y (c) son las mismas y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial, mientras que (b) a lo largo de 4°N pero con el eje zonal de Este a Oeste. Las líneas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

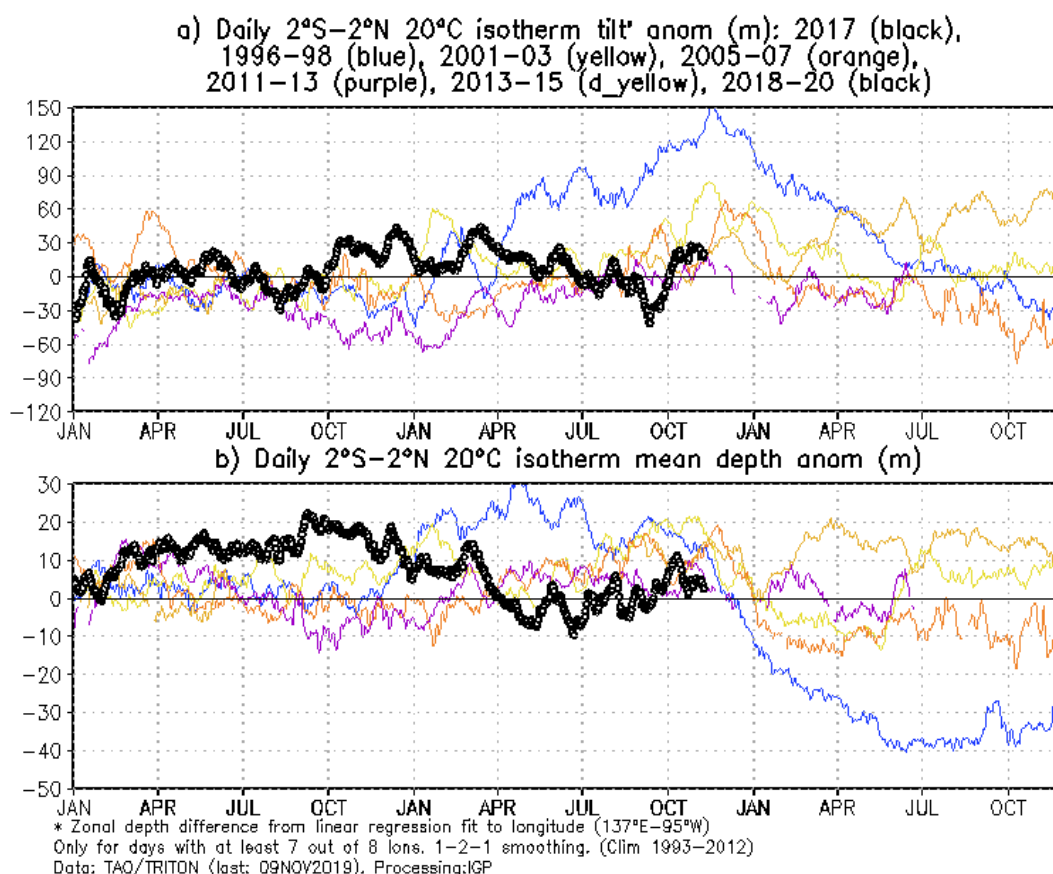


Figura 5 a) Inclínación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores. Elaboración: IGP.

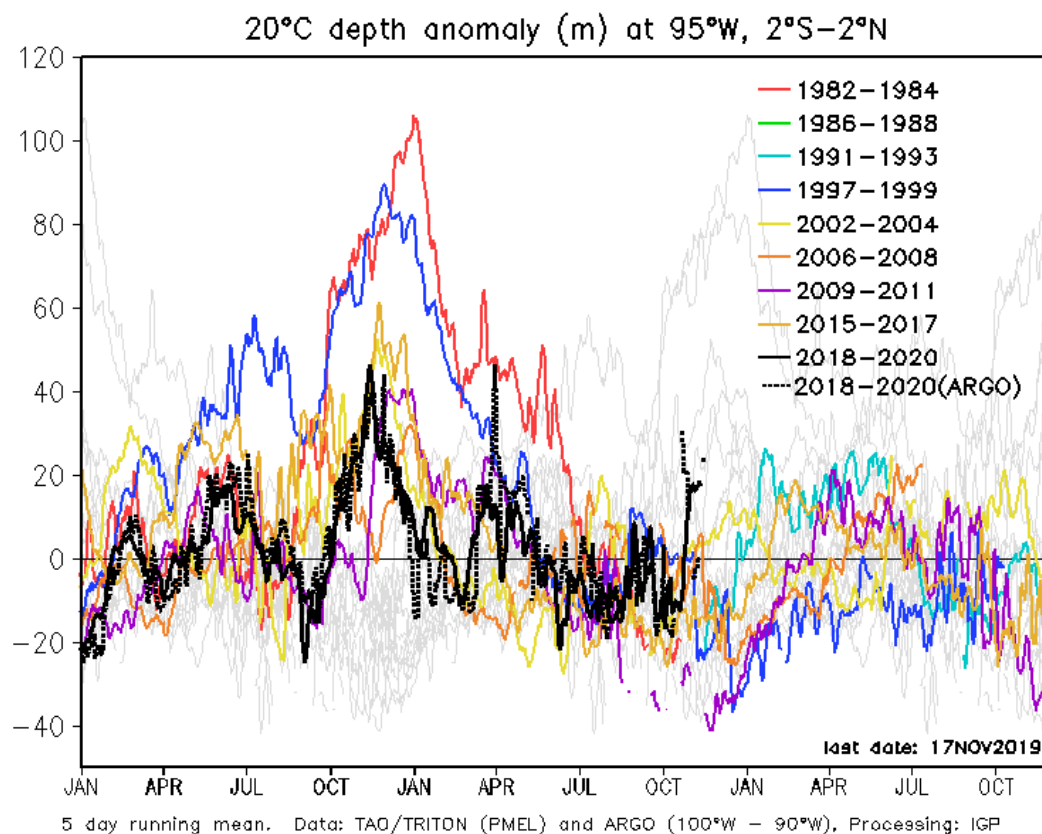


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W ,2°S-2°N, con datos de ARGO y TAO. Elaboración: IGP.

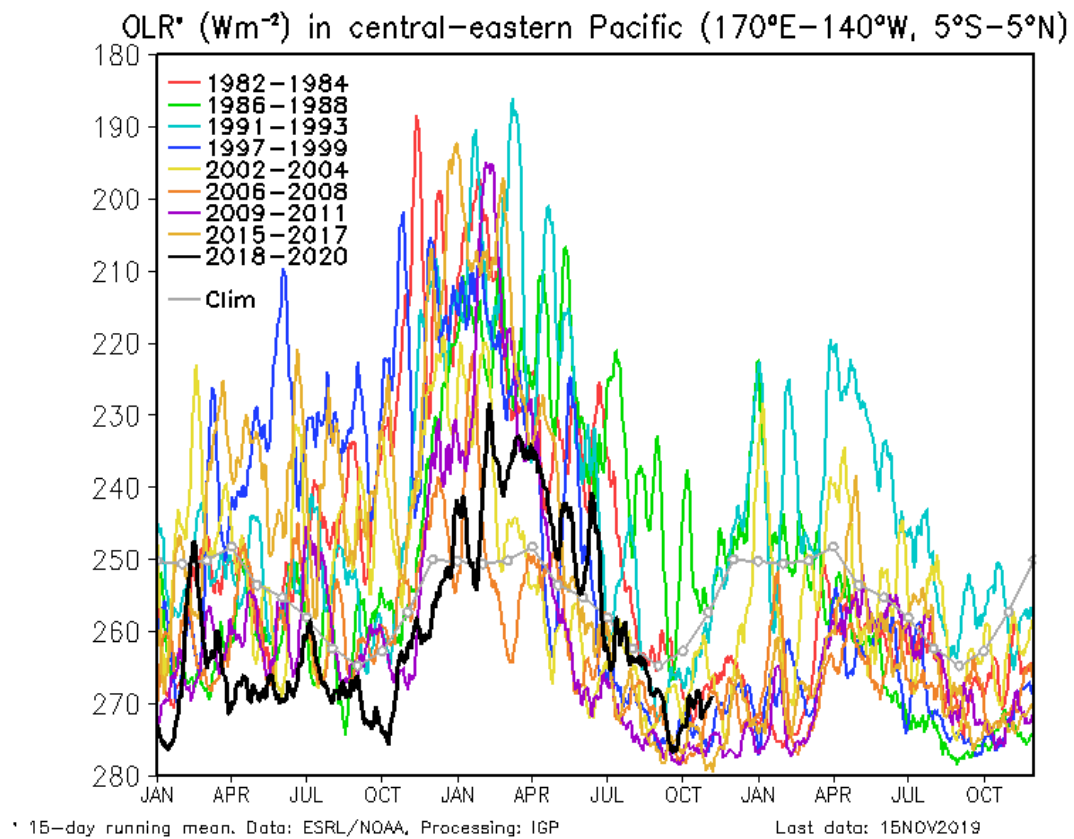


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°E – 140°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP

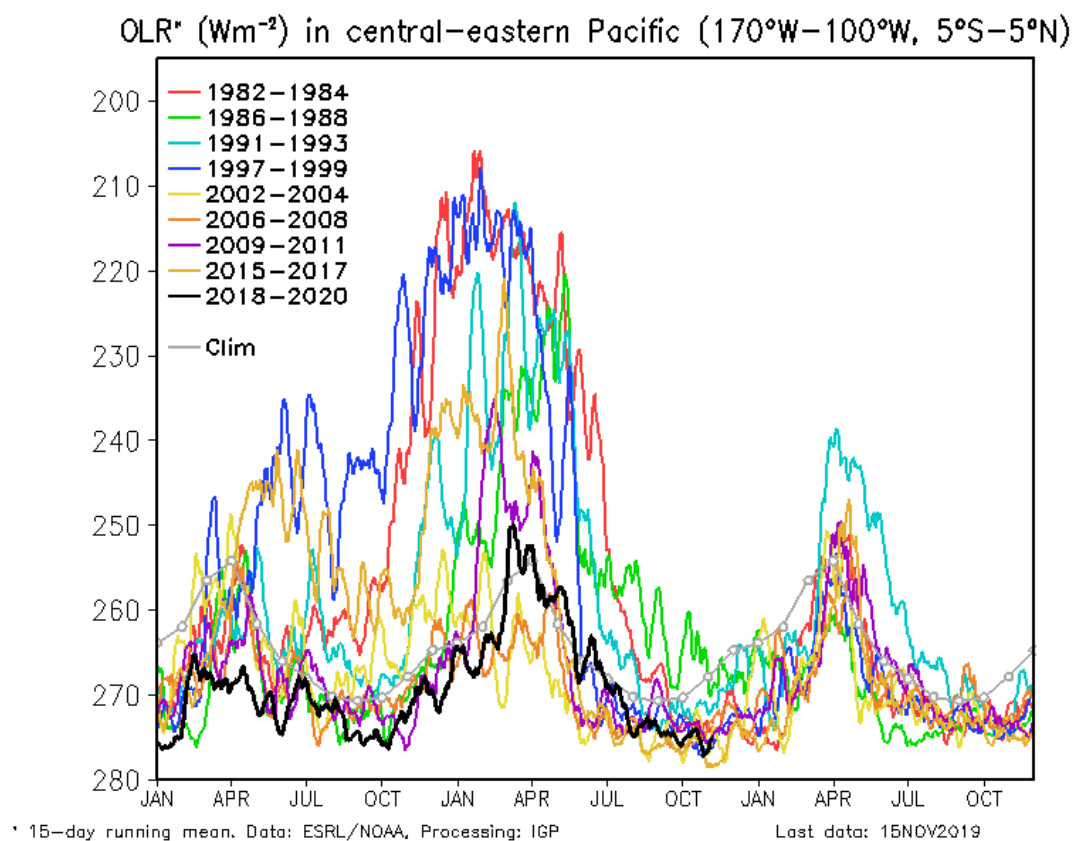


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.

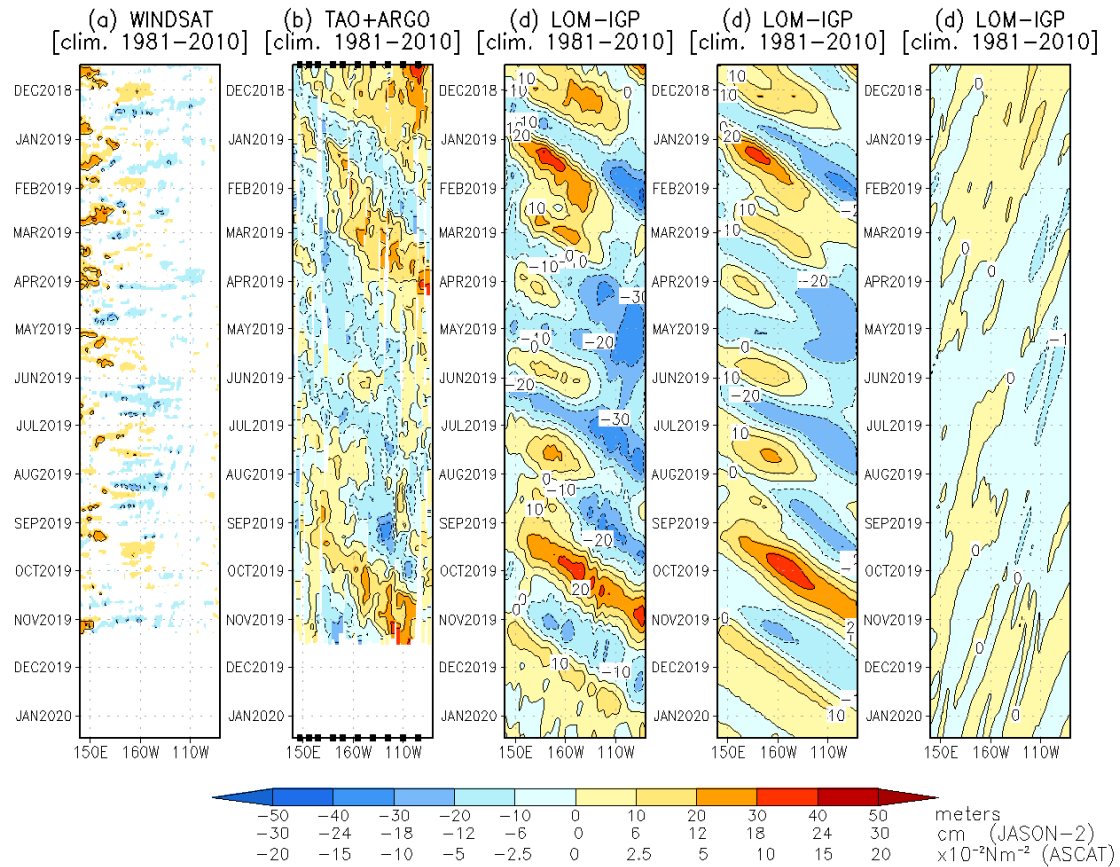


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARG0 (b) , diagrama de la onda Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda Kelvin (d) y finalmente 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.

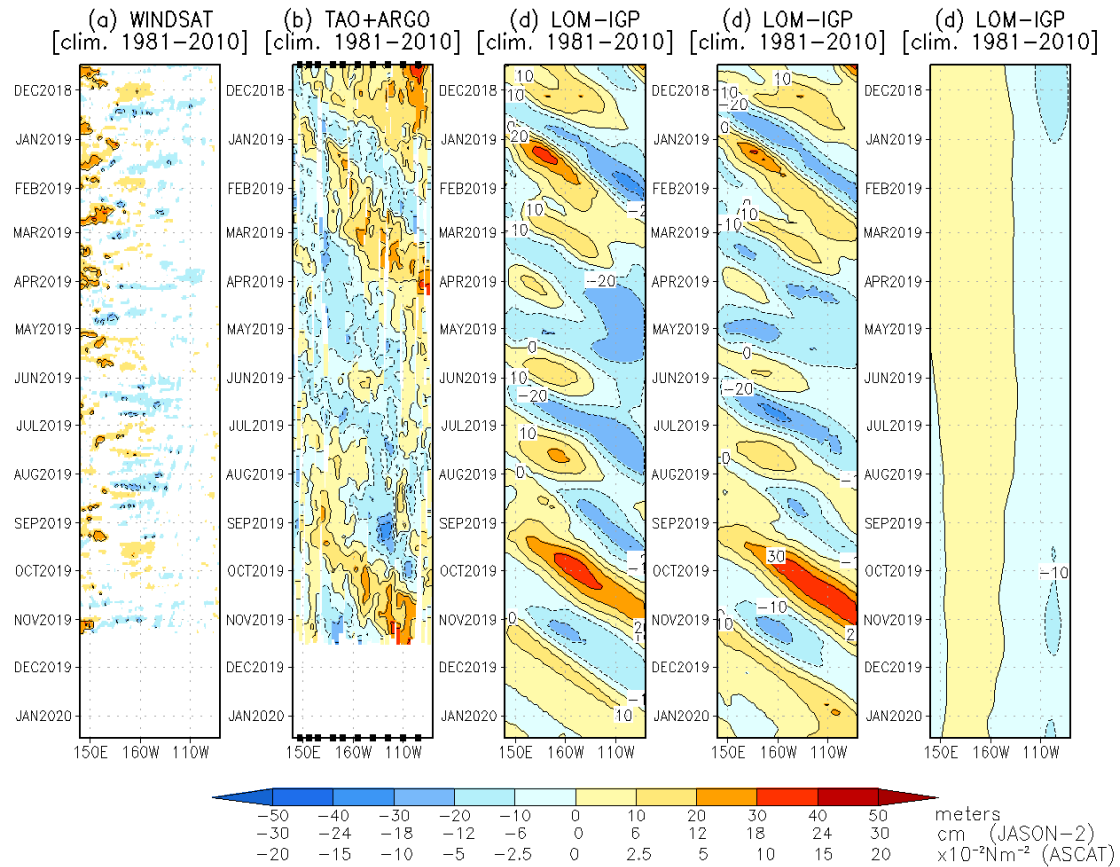


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de WINDSAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda Kelvin (tercer panel), onda Kelvin intraestacional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

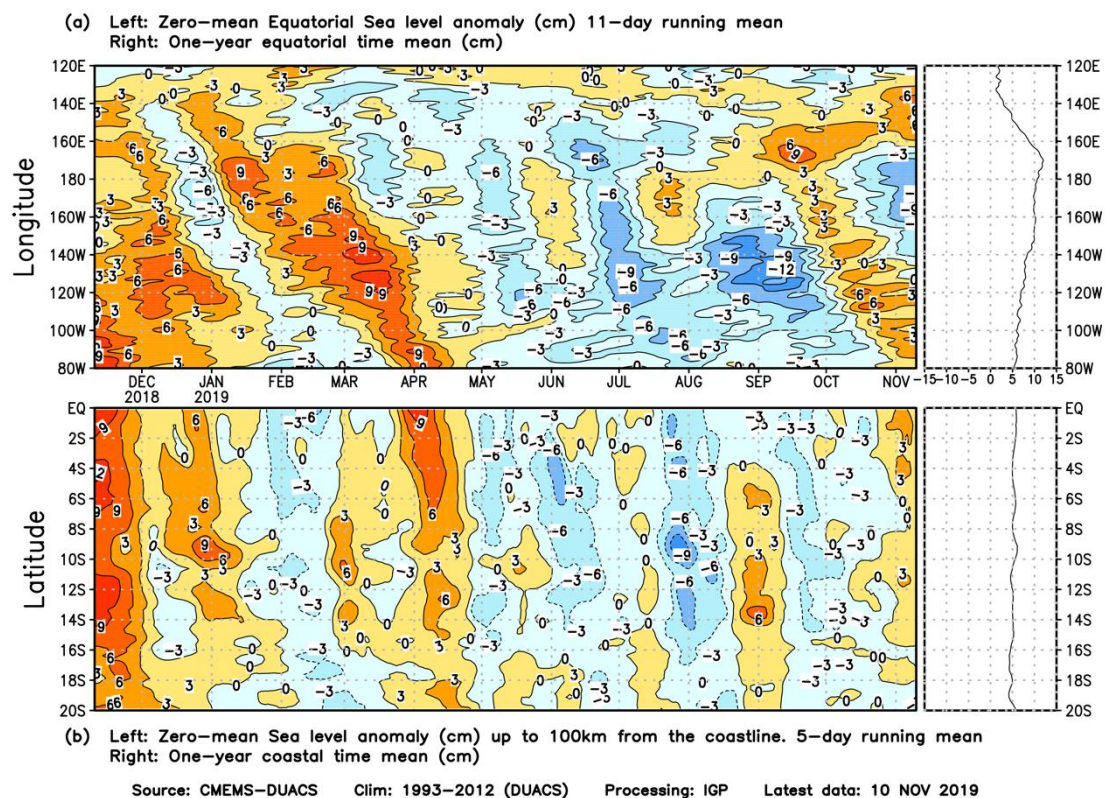


Figura 11. Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

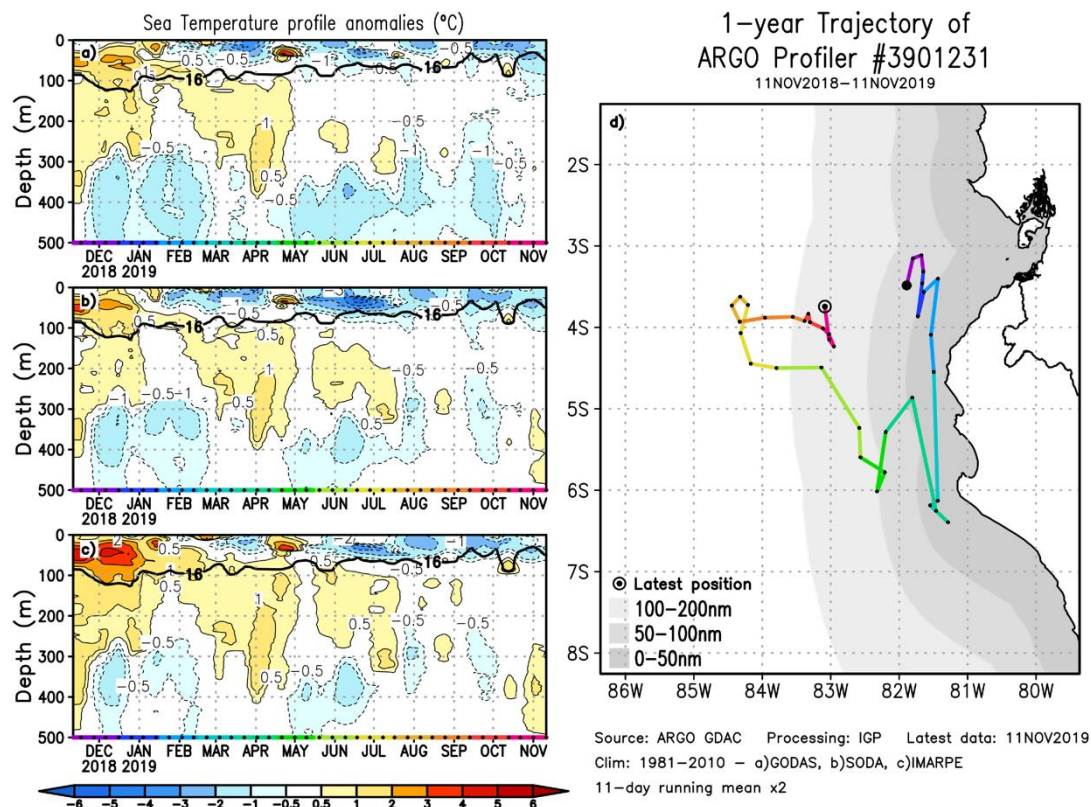


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria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

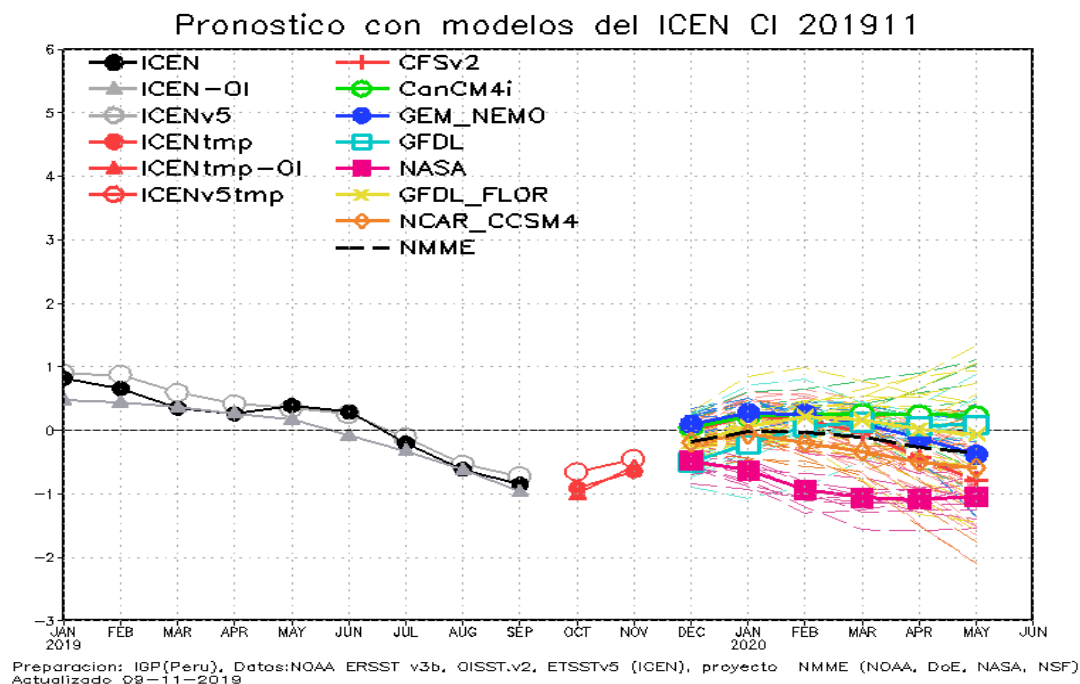


Figura 13. Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv3; ICEN gris con triángulos, fuente OISSTv2; ICEN gris con círculos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENtmp, rojo con círculo lleno, ICENtmp-OI, rojo con triángulos llenos, ICENv5tmp, rojo con círculo). Además,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

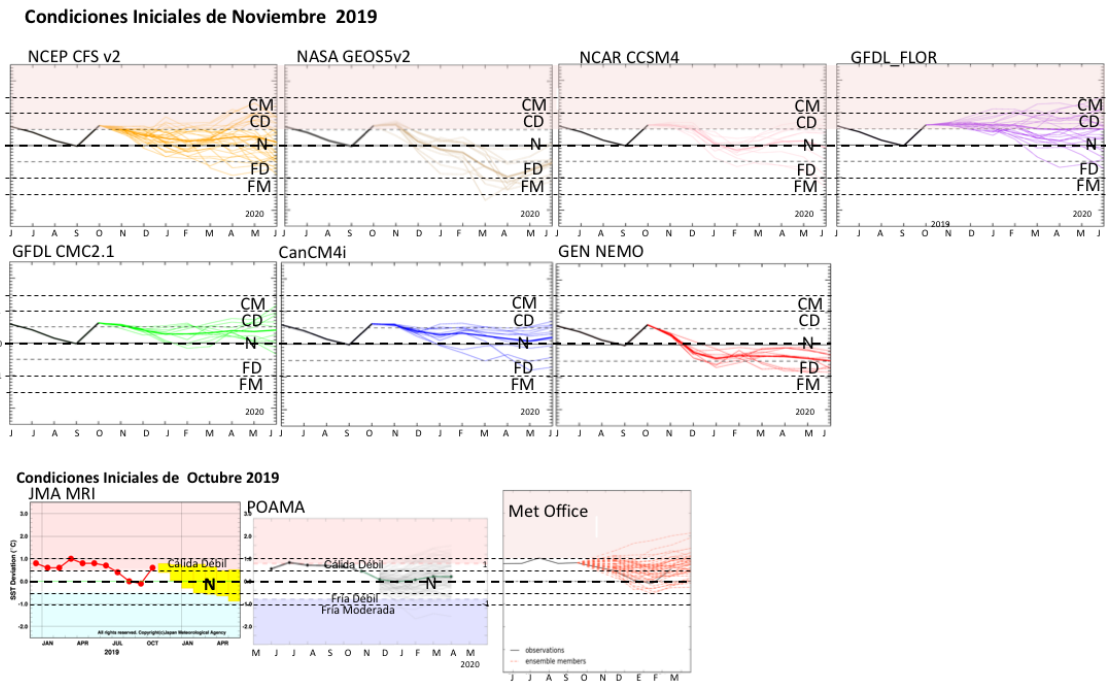


Figura 14. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros.