

**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/2020-10**

**16/11/2020**

**Advertencia:** El presente informe sirve como insumo para la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño" (ENFEN). El pronunciamiento colegiado de la comisión multisectorial del ENFEN es la información oficial definitiva. La presente información podrá ser utilizada bajo su propia responsabilidad.

### **Resumen**

Según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), basado en la fuente de datos ERSSTv5 (ICENv5), la condición climática es neutra ( $-1.00^{\circ}\text{C}$ ). Los valores temporales del ICEN (ICENtmp) para el mes de octubre y noviembre de 2020 indican condición fría débil y neutra, respectivamente. Con respecto al Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) para el mes de setiembre muestra una condición fría débil ( $-0.95^{\circ}\text{C}$ ). Asimismo, los valores temporales del ONI para los meses de octubre y noviembre indican una condición fría moderada y fría fuerte, respectivamente.

Se espera que la onda de Kelvin fría que se generó a mediados de setiembre y posiblemente se reforzó por los pulsos de viento de inicios de octubre, mantenga su presencia en la costa peruana en el mes de noviembre e inicios de diciembre. Durante la quincena de octubre, según productos satelitales y los resultados de un modelo de ondas, una onda de Kelvin cálida muy débil habría arribado a la costa americana. Esta onda podría ser el resultado de la reflexión de una onda Rossby en el extremo occidental, la cual fue descrita en los informes anteriores..

Cabe resaltar que; según la data observada, satelital e in situ; las ondas de Kelvin frías en su trayectoria hacia la costa americana continúan perdiendo energía antes de alcanzar la costa americana.

Las predicciones numéricas de los siete modelos climáticos de NMME, inicializados con la información oceánica y atmosférica del mes de noviembre de 2020, continúan indicando, en promedio y hasta mayo de 2021, valores por debajo de su normal, pero sin llegar al rango de condiciones frías débiles frente a la costa peruana. En el Pacífico central, según los valores observados, se habría iniciado el evento La Niña desde el mes de setiembre de 2020, y, conforme a los valores pronosticados por los modelos de NMME, tendría un máximo en diciembre y duraría hasta el mes de abril de 2021.

### **Introducción**

Empezando el año 2016, en el marco del programa presupuestal 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres", algunas instituciones que conforman

la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN), bajo la coordinación del IMARPE, participan en el producto "Estudios para la estimación de los riesgos de desastres", en el cual el IGP contribuye con la actividad denominada "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño". El presente informe técnico es generado en el marco de esta actividad, el cual es entregado al IMARPE, como coordinador de la actividad y presidencia de la comisión multisectorial del ENFEN, para ser utilizado como insumo en la evaluación periódica que dicha comisión realiza. El informe técnico generado posteriormente por la comisión multisectorial del 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 versión 5 de la información reconstruida extendida de la TSM (ERSSTv5), se calculó el ICEN para el mes de setiembre, el cual indica una condición neutra (ver Tabla 1). Hay que señalar que para calcular el ICEN, se utilizan los datos que son denominados 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 (columnas 3 y 4).

Año	Mes	ICEN	Categoría
2020	Junio	-0.51	Neutra
2020	Julio	-0.93	Neutra
2020	Agosto	-1.14	Fría Débil
2020	Setiembre	-1.00	Neutra

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

**Tabla 2.** ICEN temporales (ICENtmp) para octubre y noviembre son obtenidos de ERSST v5 (columnas 3 y 4). El ICENtmp para octubre (noviembre) se calcula usando la información del promedio de los valores pronosticados de anomalía de la TSM de setiembre( noviembre y diciembre) de NMME.

Año	Mes	ICEN	Categoría
2020	Octubre	-1.01	Fría Débil
2020	Noviembre	-0.92	Neutro

Según los valores del ICENtmp de ERSSTv5 para el mes de octubre y noviembre se esperarían condiciones frías débiles y neutras, respectivamente. Estos resultados serían confirmados 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 2020, es de  $-0,95\text{ }^{\circ}\text{C}$ , correspondiente a una condición fría débil<sup>1</sup>.

Tabla 3. Valores recientes del ONI. Descarga: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>  
(se trabaja solo con los últimos datos en tiempo real, por lo que puede haber discrepancias para los meses anteriores)

Índice Oceánico Niño			
Año	Mes	ONI (°C)	Categoría
2020	Junio	-0.23	Neutra
2020	Julio	-0.38	Neutra
2020	Agosto	-0.59	Fría débil
2020	Setiembre	-0.95	Fría débil

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de octubre y noviembre de 2020, combinando observaciones y pronósticos de NMME, indican condiciones frías moderadas y frías fuertes (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2020	Octubre	-1.20	Fría Moderada
2020	Noviembre	-1.52	Fría Fuerte

## Diagnóstico del Pacífico Ecuatorial

Durante el mes de octubre, según los datos observados diarios (IR, MW y OSTIA) en las regiones Niño 3.4 y Niño 1+2, las anomalías de la TSM fueron negativas; alcanzando las condiciones frías fuertes en el Pacífico central y entre neutras y frías débiles en la región Niño 1+2. La anomalía máxima registrada en el Pacífico central osciló entre  $-0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , valores que se alcanzaron en la primera y cuarta semana del mes, respectivamente (Figura 1a). En lo que respecta a la región Niño 1+2, la anomalía mínima fue de  $-1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la máxima de  $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  en la primera y segunda semana del mes, respectivamente (Figura 1b).

Conforme a la información de las boyas instaladas a lo largo del Pacífico ecuatorial del proyecto TAO, las anomalías negativas del viento disminuyeron en la zona central-oriental (Figura 2a). En relación a la anomalía de la TSM, aún se observan valores negativos en gran parte de la región (Figura 2b). Finalmente, en cuanto a la profundidad de la isoterma de  $20^{\circ}\text{C}$ , esta mantiene anomalías negativas al este de  $160^{\circ}\text{W}$  (Figura 2c).

<sup>1</sup> Los umbrales para establecer la categoría de condiciones cálidas o frías débiles, moderadas, fuertes, y muy fuertes usando el ONI son  $\pm 0.50$ ,  $\pm 1.00$ ,  $\pm 1.50$ , y  $\pm 2.00$ , respectivamente (Nota Técnica ENFEN, 02-2015).

Según la información diaria del esfuerzo de viento zonal ecuatorial del producto ASCAT, se observaron, principalmente, pulsos de viento del este, siendo los más intensos en la segunda y cuarta semana del mes en las regiones 170°E-170°W y 155°W-140°W, respectivamente (ver Figura 3). Según la información de los datos de TAO, la inclinación de la termoclina se encuentra más inclinada de lo normal y el contenido de calor muestra una tendencia negativa (ver Figura 5). En lo relacionado a la profundidad de la isoterma de 20 °C, en la boya ubicada en la región oriental (95°W), se observaron anomalías negativas; sin embargo, para finales de mes fue próxima a su normal (Figura 6).

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

Según la información de los flotadores ARGO y de la altimetría satelital, la onda de Kelvin fría, formada por el pulso de viento a inicios de setiembre y posiblemente reforzada por los pulsos de viento a inicios de octubre, habría iniciado su arribo a la costa americana a principios de octubre; sin embargo, estas ondas habrían perdido intensidad en su propagación hacia el este, reflejándose en el poco impacto en el nivel del mar a lo largo de la costa peruana. La pérdida de energía podría deberse a la inclinación de la termoclina (mayor a su normal) en este periodo de La Niña en el Pacífico central (Figura 4 y 9b).

Cabe mencionar que durante la quincena de octubre, según productos satelitales y los resultados de un modelo de ondas, una onda de Kelvin cálida muy débil habría arribado a la costa americana (Figura 10). Esta onda podría ser el resultado de la reflexión de una onda Rossby en el extremo occidental, la cual fue descrita en los informes anteriores.

### **Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana**

Sin la tendencia promedio que se viene observando en el último año, la información de DUACS (basada en altimetría satelital) a lo largo de la costa peruana y para el mes de octubre muestra, en promedio, anomalías negativas (0°-7°S), y al sur de 15°S (Figura 11b).

Según la información del flotador ARGO (No. 3901231), el cual se localizó durante octubre entre 82.5° y 81.9°W y 5.5° y 6.1°S y a 100 mn frente a la costa norte del Perú, se observaron anomalías negativas que alcanzaron los 500 m de profundidad, siendo las más frías en la parte superficial, con anomalías de alrededor de -3 °C (ver Figura 12a y b). Utilizando la climatología de IMARPE, las anomalías habrían alcanzado los 80 m de profundidad y para finales de mes de octubre se observaron anomalías negativas entre los 200 y 380m (Figura 12a).

### **Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones**

Se espera que la onda Kelvin fría, formada por pulsos de viento del este a mediados de setiembre y posiblemente reforzada por los pulsos de viento de inicios de octubre, mantenga su presencia en la costa peruana durante el mes de noviembre e inicios de diciembre. Hay que tener en cuenta que el pulso de viento del oeste en la zona central oriental, que se observa según la información de TAO, podría contrarrestar el impacto de la onda Kelvin fría (ver figuras 9, 10 y 4).

### Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, según los 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 2020, se desarrollarían anomalías negativas mayores a  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  entre los meses de noviembre y mayo de 2021, no obstante, estos valores estarían dentro del rango normal y las anomalías serían mayores para los meses de abril y mayo (ver Tabla 5 y Fig. 13).

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los mismos modelos climáticos mencionados en el párrafo anterior, se esperan condiciones frías fuertes entre los meses de noviembre y enero 2021, fría moderada para febrero y marzo, finalmente condiciones débiles para abril y neutras para mayo de 2021. Por lo tanto, en base a estos pronósticos, se espera el desarrollo de el evento La Niña en el Pacífico central, iniciado en el mes de setiembre, se extienda hasta abril de 2021 (ver Tabla 6 y Fig. 14).

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

Modelo	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ
CFS2		-1.00	-1.12	-1.07	-1.07	-0.99	-0.86	-0.49
CanCM4i		-0.81	-0.70	-0.54	-0.47	-0.50	-0.45	-0.18
GEM_NEMO		-0.90	-0.84	-0.67	-0.52	-0.46	-0.40	-0.26
GFDL		-0.54	-0.40	-0.37	-0.35	-0.17	0.12	0.74
NASA		-1.31	-1.62	-1.69	-1.81	-1.80	-1.47	-0.88
GFDL_FLOR		-0.69	-0.65	-0.59	-0.43	-0.18	0.19	0.60
NCAR_CCSM4		-1.15	-1.21	-1.04	-0.98	-1.04	-1.07	-0.97
NMME		-0.91	-0.94	-0.85	-0.80	-0.73	-0.56	-0.20
ICENtmp	-1.01							

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

	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ
CFS2		-1.57	-1.99	-2.14	-1.91	-1.38	-0.96	-0.72
CanCM4i		-1.40	-1.48	-1.36	-1.10	-0.76	-0.51	-0.33
GEM_NEMO		-1.36	-1.47	-1.46	-1.33	-1.15	-1.00	-0.84
GFDL		-1.25	-1.10	-0.75	-0.33	0.10	0.50	0.86
NASA		-2.48	-3.08	-2.88	-2.30	-1.79	-1.47	-1.19
GFDL_FLOR		-1.30	-1.26	-1.03	-0.76	-0.40	-0.09	0.19
NCAR_CCSM4		-1.30	-1.54	-1.79	-1.90	-1.68	-1.33	-1.08
NMME		-1.52	-1.70	-1.63	-1.37	-1.01	-0.69	-0.45
ONItmp	-1.20							

### Conclusiones:

1. El ICEN para el mes de setiembre fue  $-1.00$  (neutra) y los valores temporales para octubre y noviembre son  $-1.01$  (fría débil) y  $-0.92$  (neutro), respectivamente.
2. En el Pacífico central, el ONI de agosto (ASO) es  $-0.95$ , el cual corresponde a condiciones frías débiles. Los ONI-tmp para los meses de octubre y noviembre son fría moderada ( $-1.20$ ) y fría fuerte ( $-1.52$ ), respectivamente.
3. La información de OLR, relacionada con la actividad convectiva, en las regiones ( $170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ ,  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) y ( $170^{\circ}\text{W}-100^{\circ}\text{W}$ ,  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) continúa mostrando valores superiores a su climatología.
4. Durante el mes de setiembre, las anomalías negativas del viento zonal, de la profundidad de la isoterma de  $20^{\circ}\text{C}$  y de la TSM se mantuvieron en casi todo el Pacífico ecuatorial.
5. Durante el mes de octubre, en la región del Pacífico ecuatorial, disminuyeron las anomalías negativas del viento en la zona central-oriental del Pacífico ecuatorial. La ATSM aún se mantiene con anomalías negativas en la mayor parte de esta región, mientras que la profundidad de la isoterma de  $20^{\circ}\text{C}$  mantiene anomalías negativas al este de  $160^{\circ}\text{W}$ .
6. A finales del mes de octubre, según los datos de las boyas TAO, se observa la presencia de anomalías positivas del viento en la zona del Pacífico ecuatorial central y oriental.
7. Basado en los datos de TAO, la termoclina se mantiene más inclinada de lo normal y el contenido de calor muestra una tendencia negativa.
8. La onda Kelvin fría, formada por el pulso de viento de inicios de setiembre y posiblemente reforzada por los pulsos de viento de inicios de octubre, según la data observada y de los resultados de los modelos numéricos, habría iniciado su arribo a la costa americana a inicios de noviembre.
9. Una onda de Kelvin cálida muy débil habría arribado a la costa americana (Figura 10). Esta onda podría ser el resultado de la reflexión de una onda Rossby en el extremo occidental, la cual fue descrita en los informes anteriores.
10. A lo largo de la costa peruana, según la información de altimetría satelital, los valores del nivel del mar se mantienen con ligeras anomalías negativas.
11. El pulso de viento del oeste en la zona central y oriental, que se observa en la información de TAO en la última semana de octubre y primera semana de noviembre, podría contribuir a disminuir el impacto de la onda Kelvin fría en la costa peruana.
12. Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los modelos de NMME con condiciones iniciales de noviembre de 2020, indican en promedio condiciones neutras entre los meses de noviembre de 2020 y mayo de 2021; sin embargo, sus anomalías son negativas en el mismo periodo, siendo menos frías en relación de la secuencia mensual.
13. Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el promedio de los modelos de NMME indica condiciones frías fuertes entre los meses de noviembre y enero de 2021, condiciones moderadas entre febrero y marzo, y condiciones de frías débiles y neutras para abril y

mayo, respectivamente.

## 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
- **Moreira, 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)

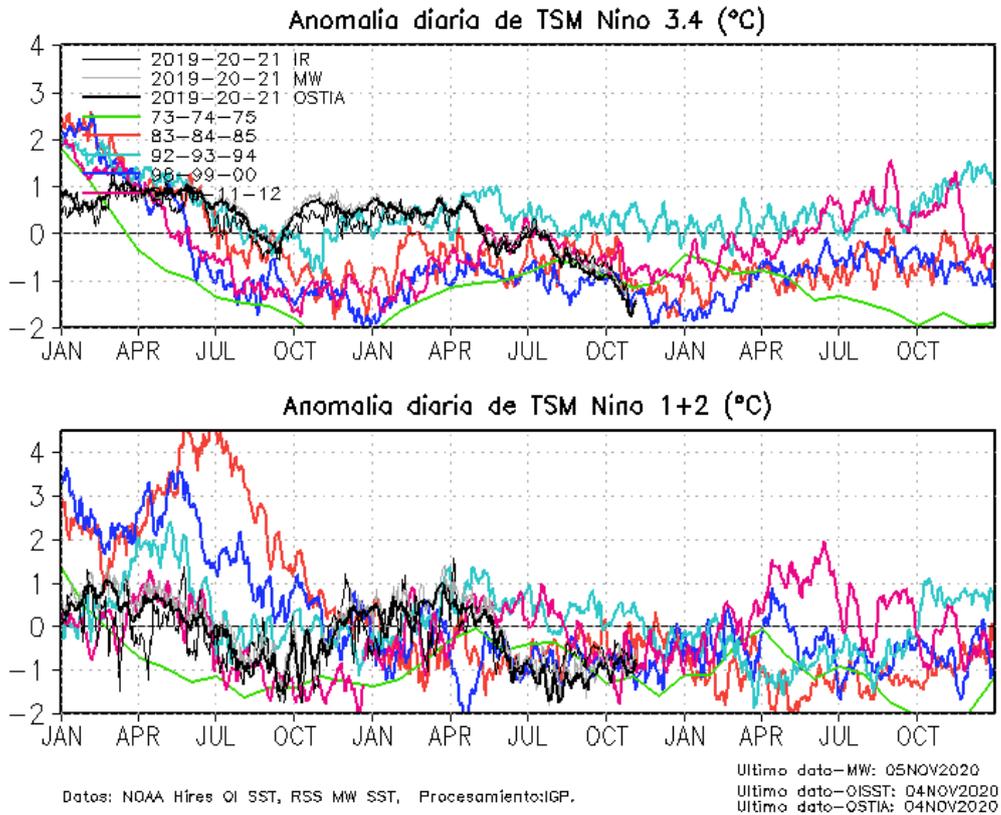
Jorge Reupo, Lic.

Gerardo Rivera, Bach.

### **Agradecimientos**

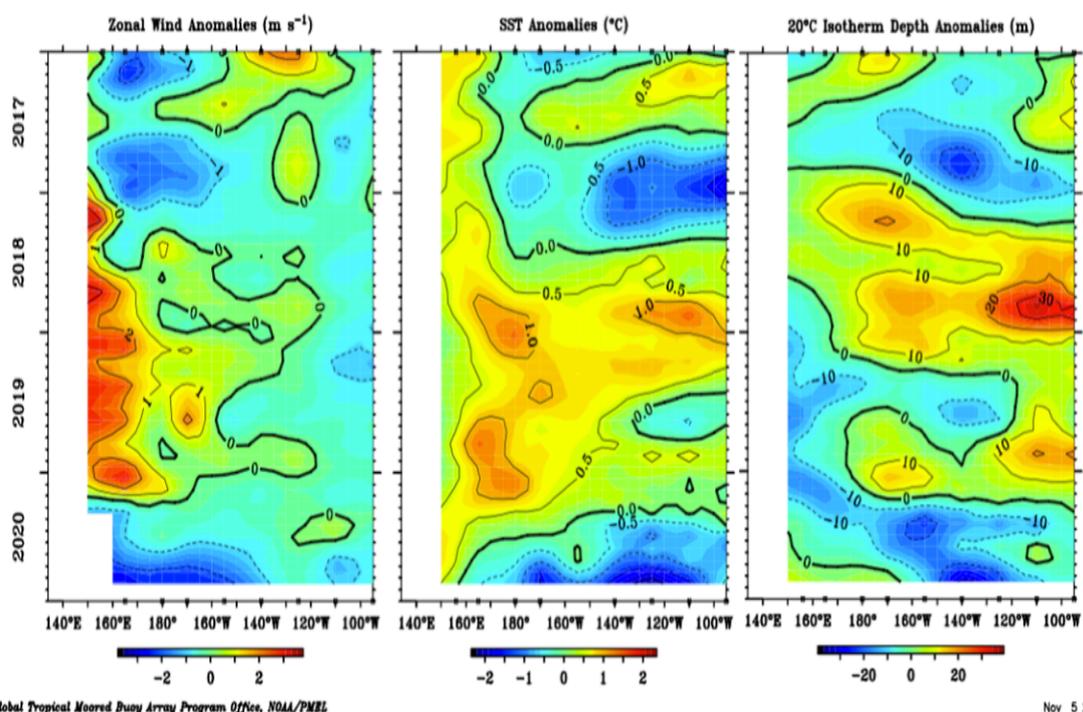
A la Dra. Emily Becker (NOAA) y al Dr. Ben Kirtman (RSMAS) por su apoyo con los datos del proyecto NMME.

**Figuras**



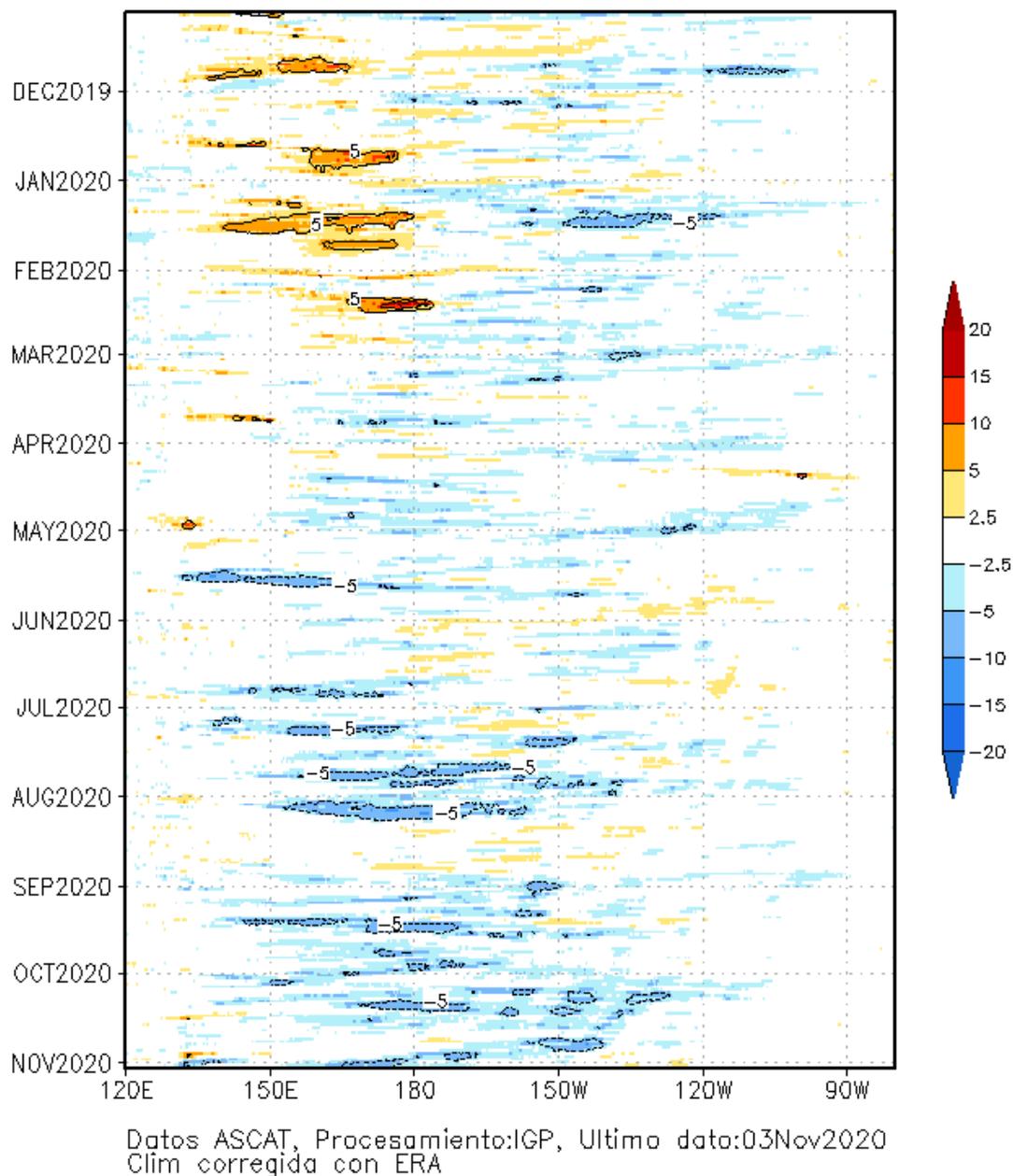
**Figura 1.** Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del producto OSTIA, respectivamente. Las líneas de color verde, rojo, celeste, azul y magenta indican la evolución de la anomalía de la TSM para los años 1973-1975, 1983-1985, 1992-1994, 1998-2000 y 2010-2012.

Elaboración: IGP.

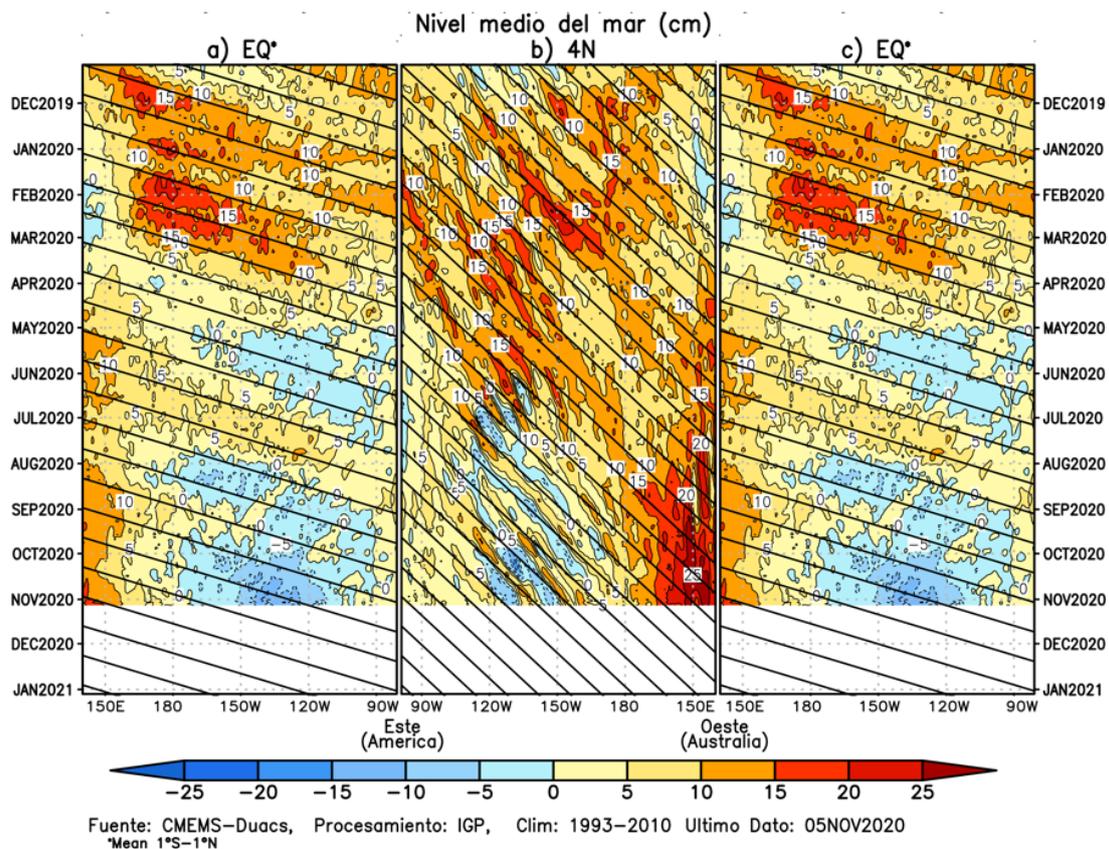


**Figura 2.** Promedio mensual de la anomalía de: (a) el viento zonal, (b) la profundidad de la isoterma de 20°C (termoclina) y (c) la temperatura superficial del mar; a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-1°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: [www.pmel.noaa.gov/tao](http://www.pmel.noaa.gov/tao).

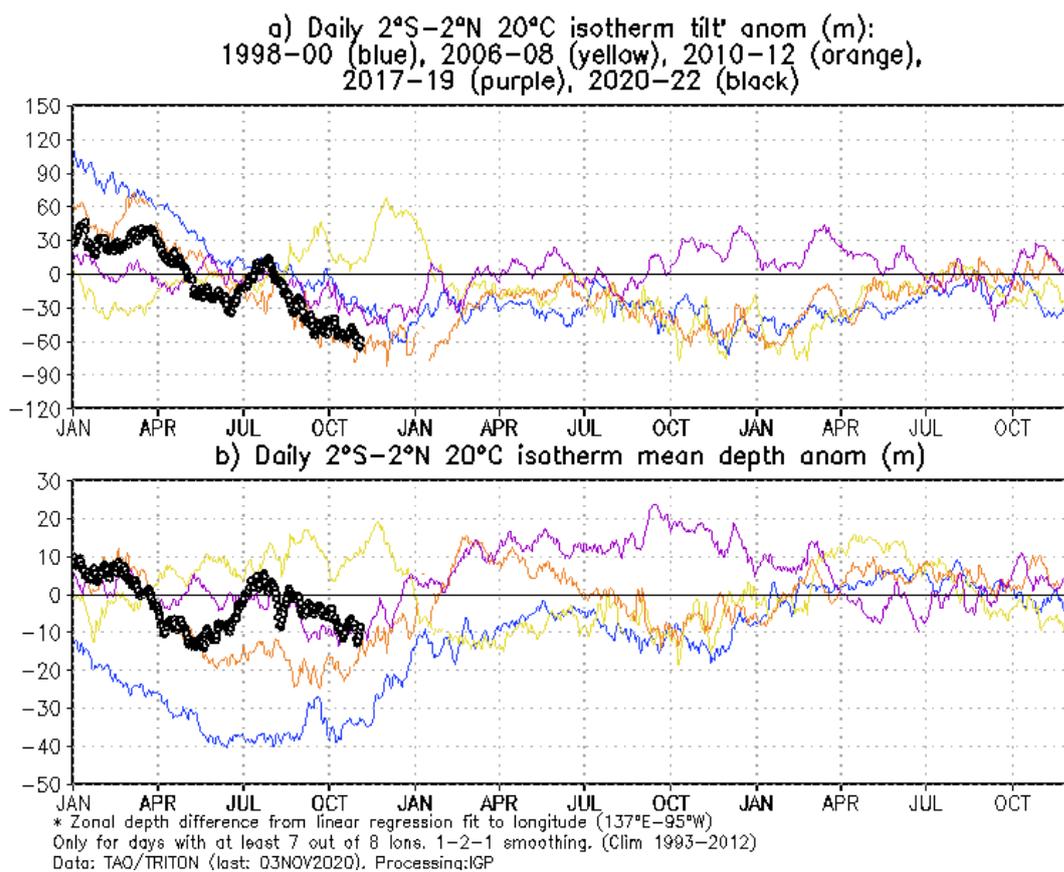
### Anomalia de esfuerzo de viento zonal ( $10^2 \text{Nm}^{-2}$ ) promediada entre 2S y 2N



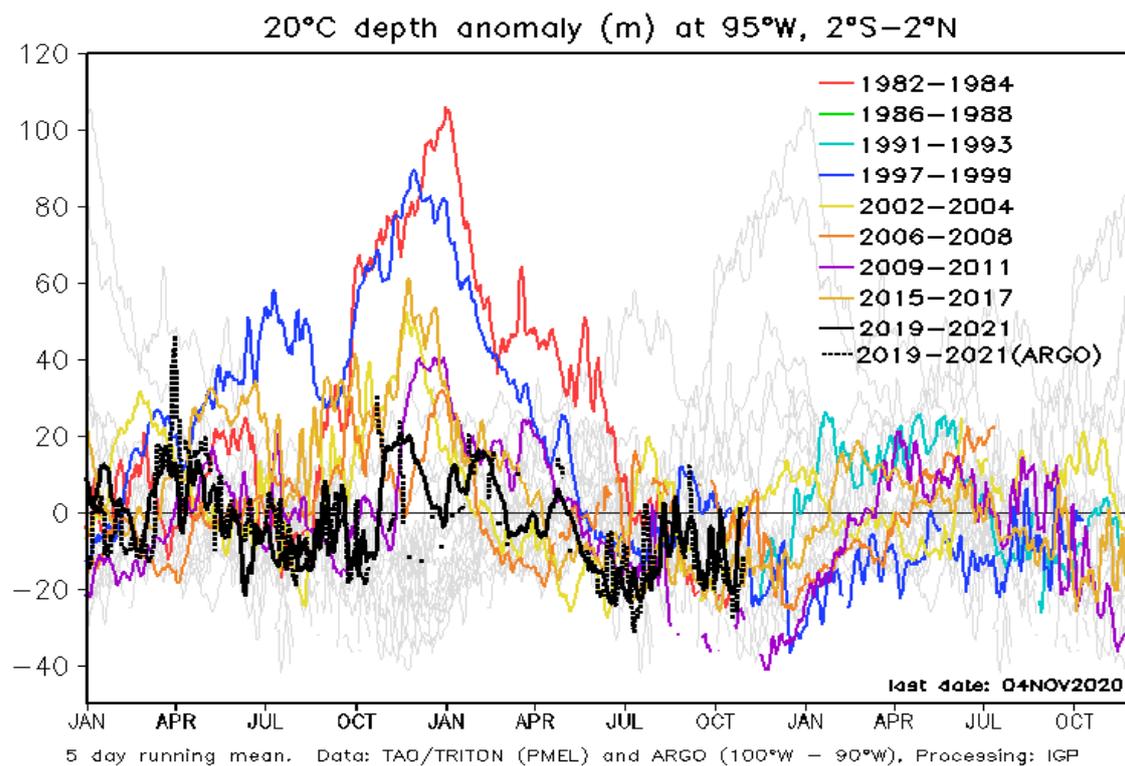
**Figura 3.** Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos del producto ASCAT hasta el 03 de noviembre 2020. Elaboración: IGP.



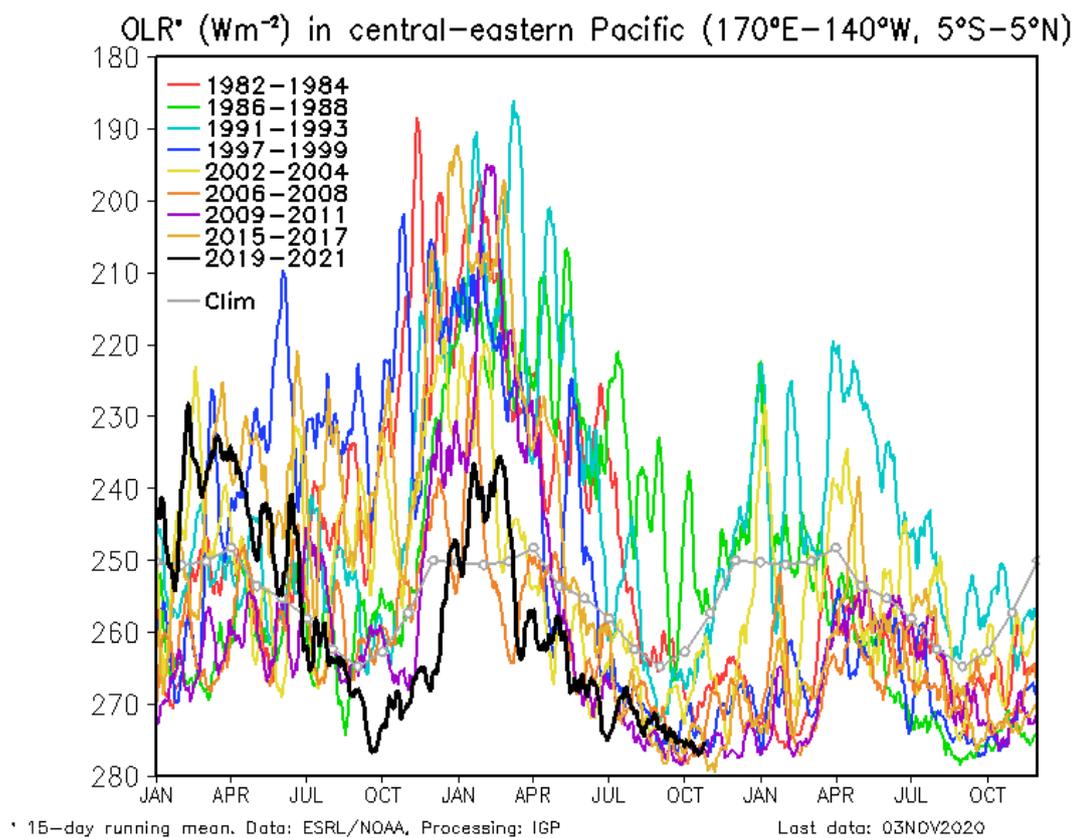
**Figura 4.** Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico usando el producto DUACS. Las figuras (a) y (c) son las mismas y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial, mientras que (b) a lo largo de 4°N pero con el eje zonal de Este a Oeste. Las líneas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



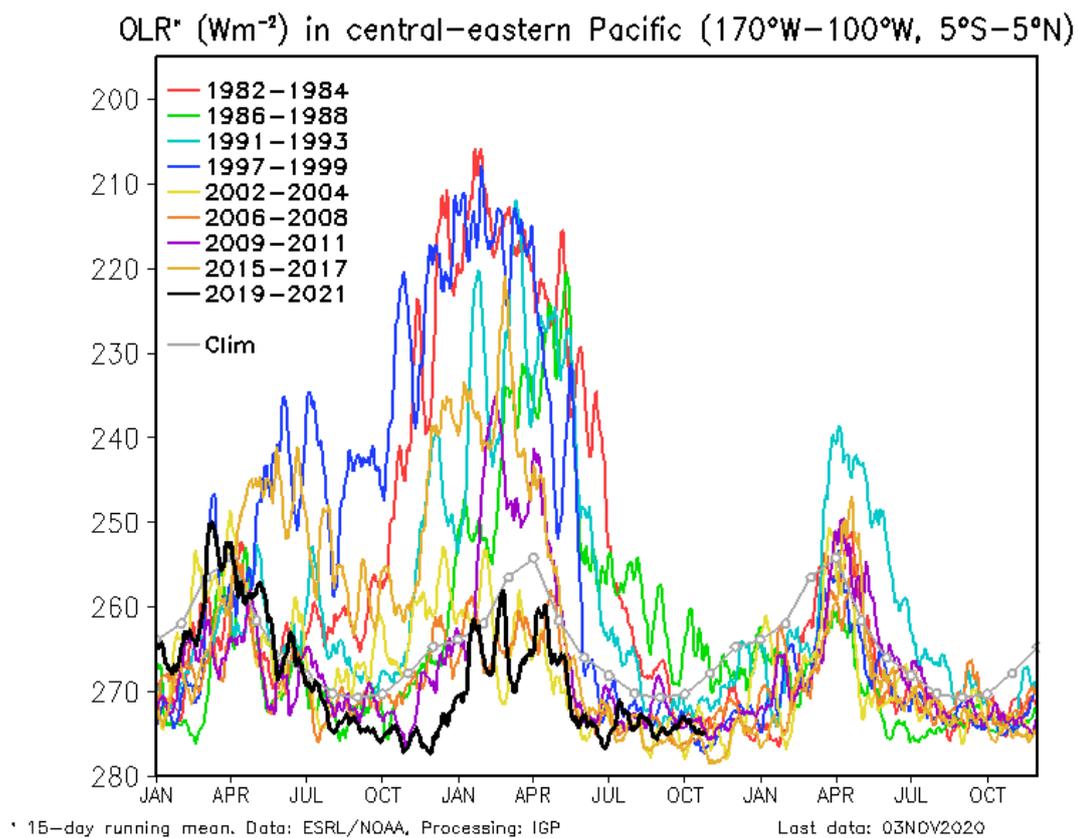
**Figura 5 a)** Inclinación de la termoclina en el Pacífico ecuatorial basado en los datos de ARGO entre 2°N y 2°S. **b)** Contenido de calor en la región ecuatorial basado en los datos de las boyas TAO entre 2°N y 2°S. A diferencia de informes anteriores. Elaboración: IGP.



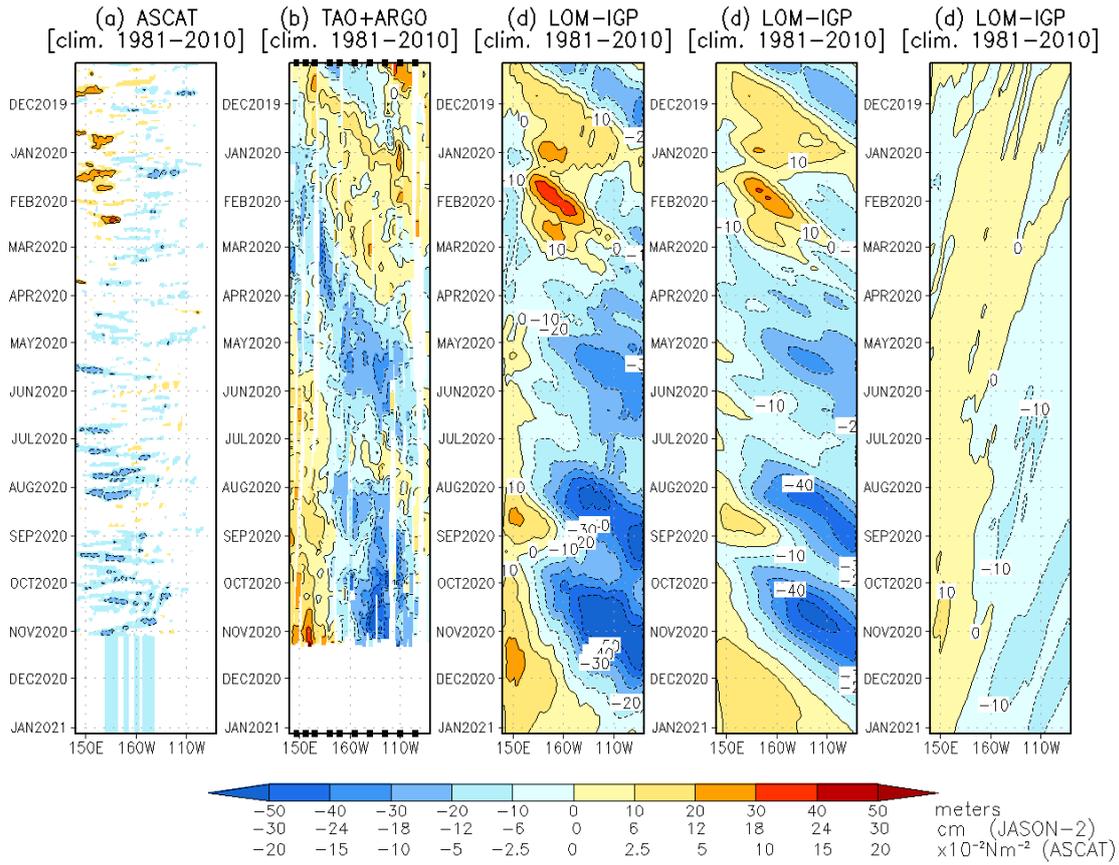
**Figura 6.** Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95° W ,2°S-2°N, con datos de ARGO y TAO. Elaboración: IGP.



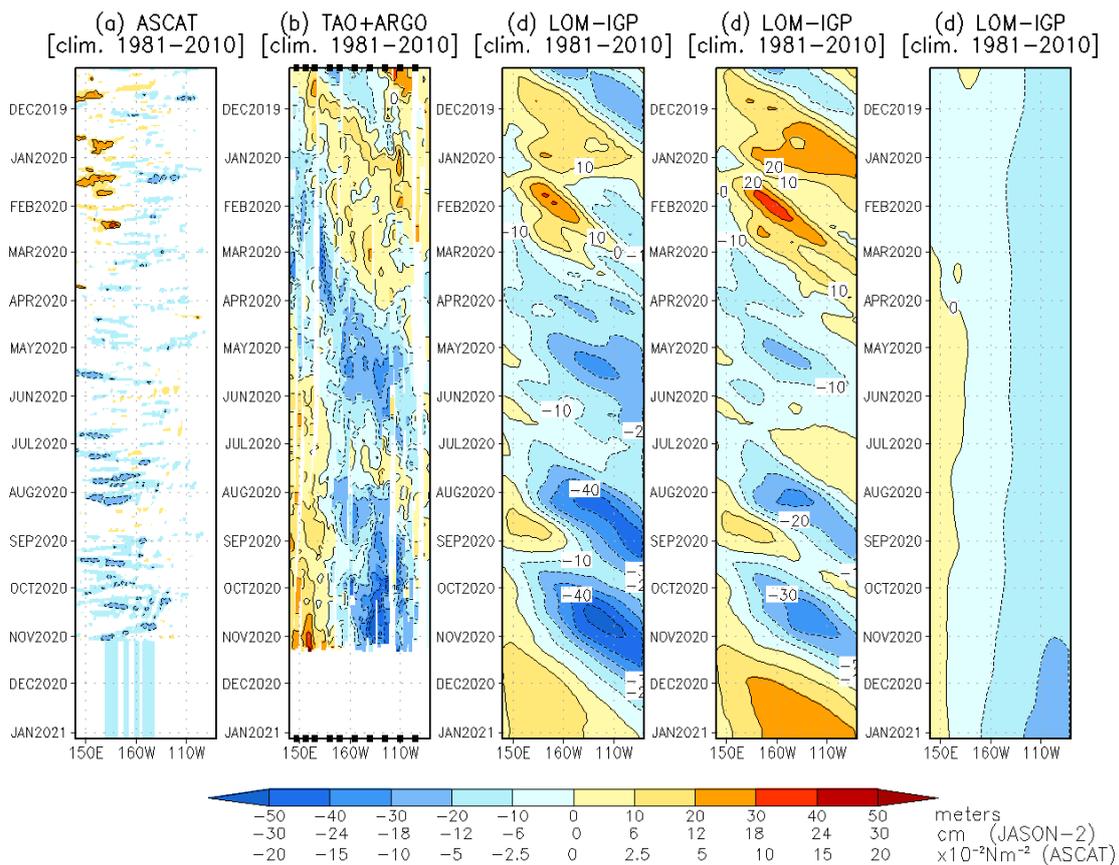
**Figura 7.** Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ( $170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP



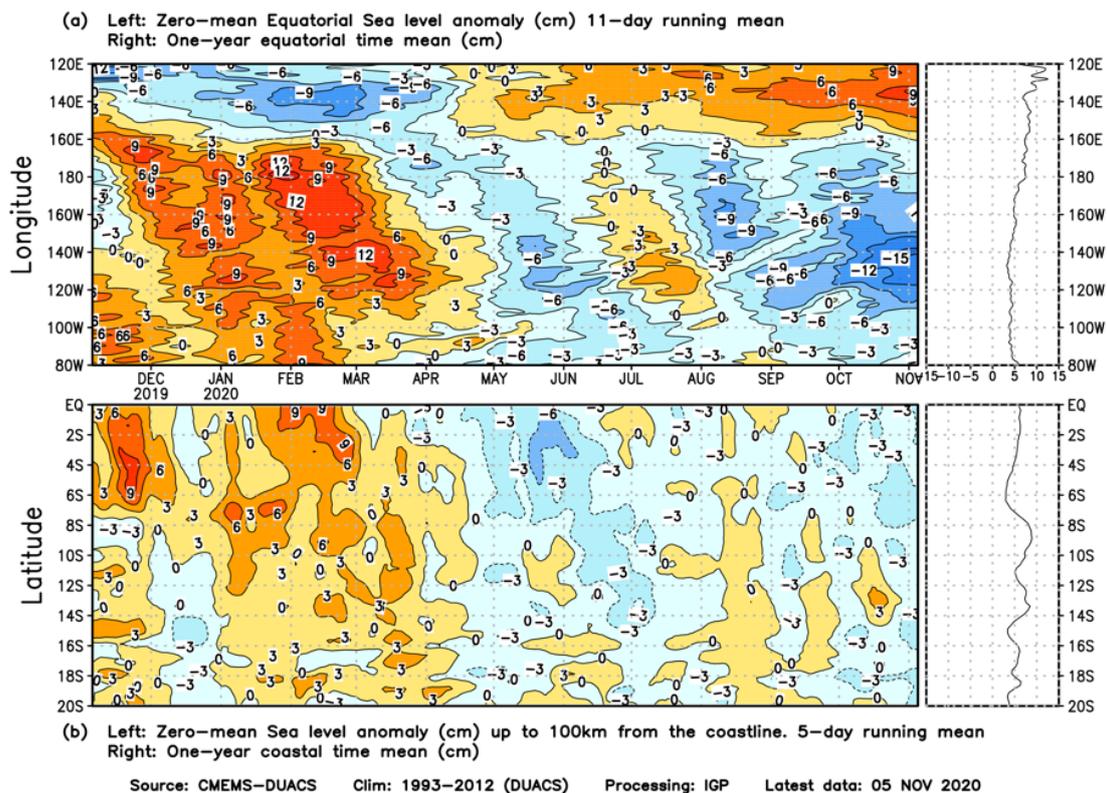
**Figura 8.** Actividad convectiva en el Pacífico Central Oriental ( $170^{\circ}\text{W}-100^{\circ}\text{W}$  y  $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$ ) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaboración IGP.



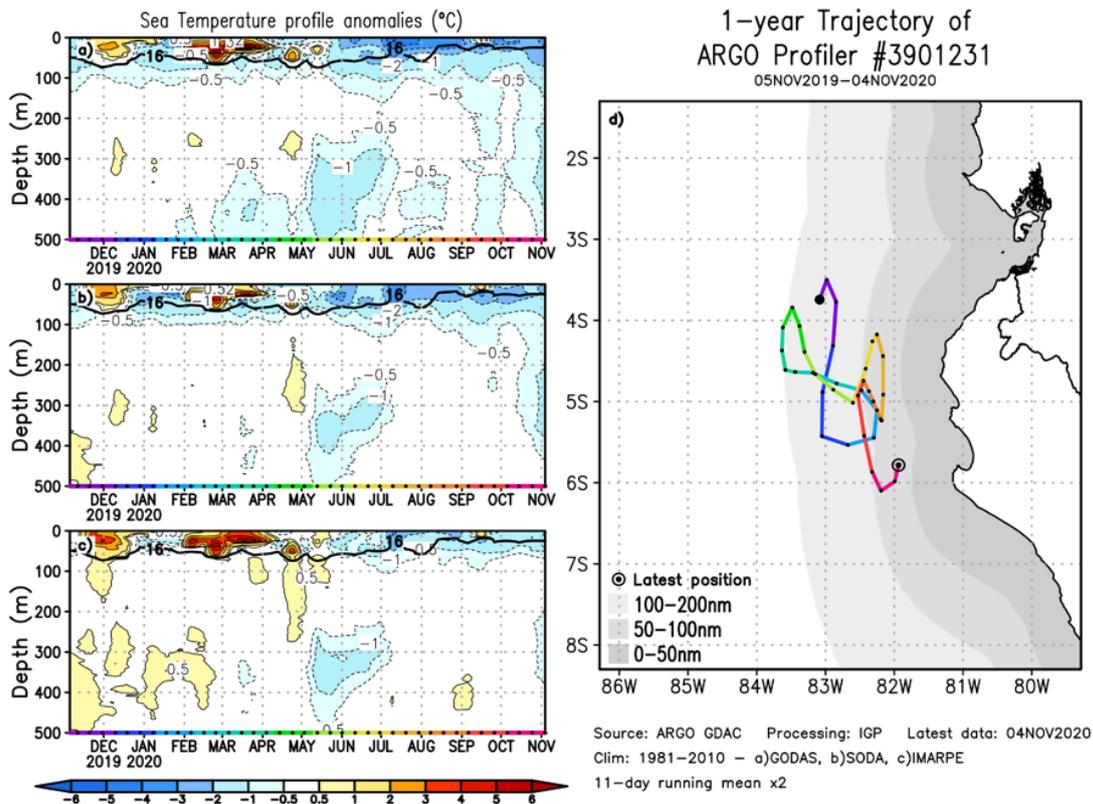
**Figura 9.** Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCSAT (a), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C datos de TAO y los derivados de ARGO (b), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (c), diagrama de la onda de Kelvin (d) y finalmente diagrama de la onda de Rossby, calculada con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCSAT, y  $\tau=0$  para el pronóstico). Las líneas diagonales representan la trayectoria de una onda de Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. Elaboración: IGP.



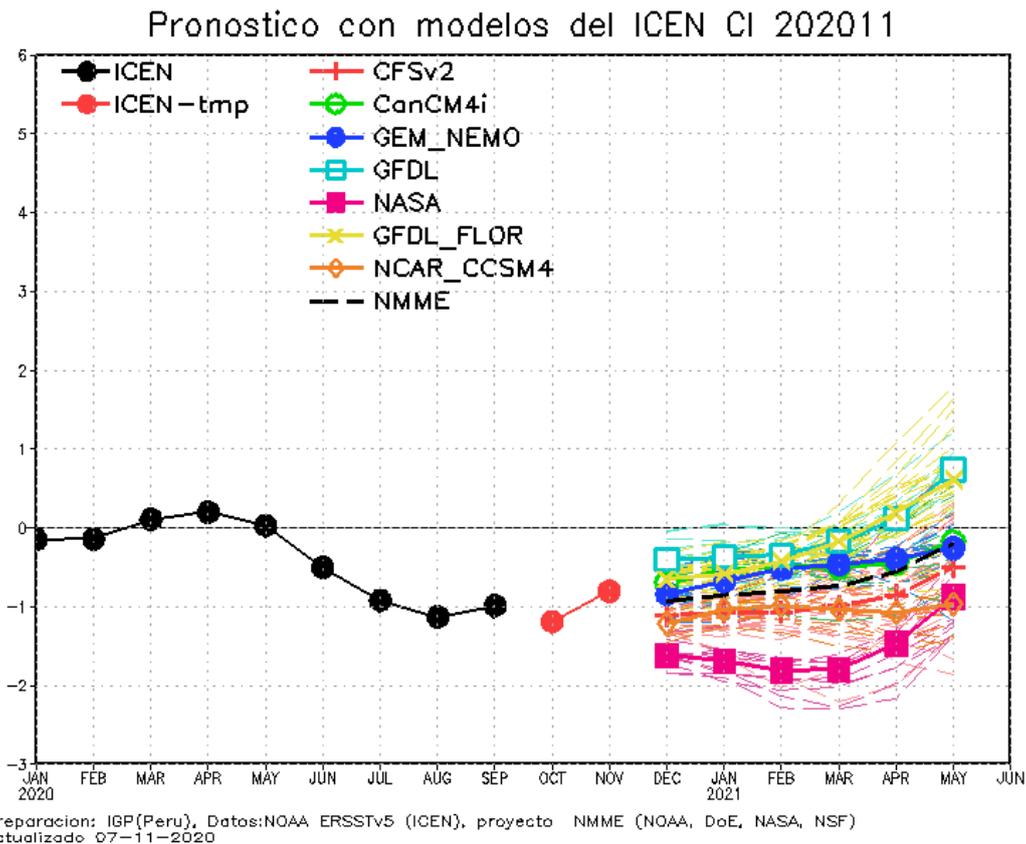
**Figura 10.** De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C de TAO y los derivados de ARGO (segundo panel); onda de Kelvin (tercer panel), onda de Kelvin intraestacional (cuarto panel), Onda de Kelvin interanual multiplicado por un factor de dos (quinto panel). Las tres figuras de la derecha son resultados numéricos de un modelo oceánico lineal, forzado con información de vientos de ASCAT. Las líneas diagonales representan la trayectoria que tendría la onda de Kelvin si tuviera una velocidad de 2.6 m/s. Elaboración: IGP.



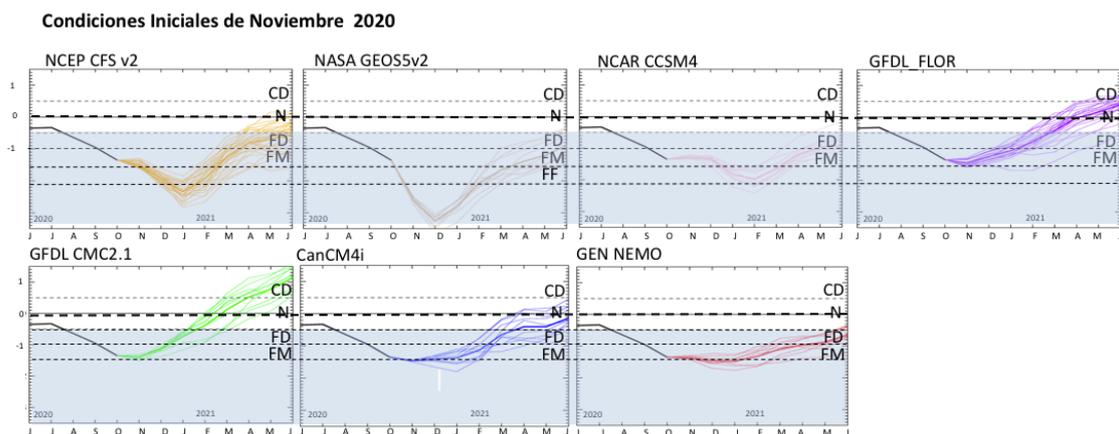
**Figura 11.** Anomalía centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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



**Figura 12.** A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días, en donde el círculo abierto indica la última posición del flotador.



**Figura 13.** Índice Costero El Niño (ICEN negro con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). 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 2020. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).



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