



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

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/2022-11

16/12/2022

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

Para el mes de octubre, según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), se presentó una condición fría moderada ($-1.39\text{ }^{\circ}\text{C}$). Los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de noviembre ($-1.41\text{ }^{\circ}\text{C}$) y diciembre ($-0.98\text{ }^{\circ}\text{C}$) indican condiciones frías fuertes y neutras, respectivamente. Por otro lado, en el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de octubre ($-1.00\text{ }^{\circ}\text{C}$) corresponde a la condición fría moderada, mientras que los valores temporales (ONI-tmp) de noviembre ($-0.94\text{ }^{\circ}\text{C}$) y diciembre ($-0.83\text{ }^{\circ}\text{C}$) indican condiciones frías débiles. Según las observaciones, *in situ* y satelital, el paquete de ondas de Kelvin frías continúa presente en el mar peruano, afectando la temperatura en la columna de agua. Por otro lado, al oeste de 120°W se observa la presencia de una onda de Kelvin cálida acercándose a la costa americana.

El promedio de las predicciones de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de diciembre de 2022— para el Pacífico oriental indica condiciones neutras hasta abril de 2023 y condiciones desde cálidas débiles a cálidas moderadas hasta julio de 2023. Por otro lado, para el Pacífico central, se esperarían condiciones frías débiles hasta enero de 2023, lo que indicaría, según estos resultados, que La Niña en el Pacífico central se extendería hasta inicios del verano 2022-2023. Cabe resaltar que, según la evidencia científica, es más probable que en enero las precipitaciones sean más superiores a lo normal en los Andes del Perú.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

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 Instituto del Mar del Perú (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 se genera en el marco de esta actividad, el cual se entrega al IMARPE, como coordinador de la actividad y encargado de la presidencia de la comisión multisectorial, para contribuir a la evaluación periódica que dicha comisión realiza. El informe técnico, generado posteriormente por la comisión multisectorial, será el documento oficial sobre el monitoreo y pronóstico del fenómeno El Niño/La Niña en el Perú.

Índice Costero El Niño

Utilizando la versión 5 de la información reconstruida y extendida de la temperatura superficial del mar (TSM), denominada ERSSTv5, se calculó el valor del ICEN (región Niño 1+2) para octubre de 2022, el cual indica una condición fría moderada (Tabla 1). Para el cálculo del ICEN se utilizan los datos que son denominados como “datos en tiempo real”, los que son actualizados en el transcurso de los siguientes meses. Por este motivo, existirán pequeñas discrepancias en el valor del ICEN para los meses anteriores cuando se use la data actualizada.

Tabla 1. Valores recientes del ICEN y sus respectivas categoría (columnas 3 y 4).

Año	Mes	ICEN	Categoría
2022	Julio	-1.03	Fría Débil
2022	Agosto	-0.93	Neutro
2022	Setiembre	-1.12	Fría Débil
2022	Octubre	-1.39	Fría Moderada

Para los siguientes dos meses se generan valores preliminares y temporales del ICEN (ICENTmp), que se calculan usando 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 muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. ICEN temporales (ICENTmp) y sus categorías para noviembre y diciembre de 2022.

Año	Mes	ICENTmp	Categoría
2022	Noviembre	-1.41	Fría Fuerte
2022	Diciembre	-0.98	Neutro

Los valores del ICENTmp de noviembre y diciembre de 2022 indican condiciones fría fuerte y neutra, respectivamente (Tabla 2).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Índice Oceánico Niño (ONI)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el valor del ONI (*Ocean Niño Index* en inglés) de octubre de 2022, actualizado por la NOAA, es -1.00°C , el que corresponde a una condición fría moderada¹.

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

Índice Oceánico Niño			
Año	Mes	ONI ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2022	Julio	-0.81	Fría Débil
2022	Agosto	-0.93	Fría Débil
2022	Setiembre	-1.03	Fría Moderada
2022	Octubre	-1.00	Fría Moderada

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de noviembre y diciembre de 2022, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, coinciden en indicar condiciones frías débiles (Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2022	Noviembre	-0.94	Fría Débil
2022	Diciembre	-0.83	Fría Débil

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

En noviembre, el valor del promedio de la anomalía de la TSM que se registró en la región Niño 3.4 estuvo en el rango de fría débil. Por otro lado, en la región Niño 1+2, el valor promedio de la anomalía de la TSM estuvo dentro de la condición fría fuerte (Figura 1); sin embargo, para finales de mes e inicios de diciembre, los valores diarios muestran una tendencia hacia las condiciones neutras. Según la información mensual de las boyas de TAO, los vientos alisios se mantienen más intensos de lo normal, principalmente al oeste de 160°W (Figura 2a). Con respecto a la anomalía de la TSM, también se mantiene con valores negativos en toda la región ecuatorial (Figura 2b). En lo relacionado a la profundidad de la termoclina, esta tiene valores negativos (positivos) al este (oeste) de 150°W (Figura 2c). Conforme a los datos de vientos observados (ASCAT), se siguen observando pulsos de viento del este, al oeste de 170°W , durante noviembre e inicios de diciembre (Figura 3).

Conforme a la información diaria de los datos de TAO, la termoclina se encuentra más inclinada de lo normal (Figura 5a), mientras que su profundidad promedio —relacionada al contenido de calor— tiene un valor superior a su normal (Figura 5b). En la región oriental (boya TAO en 110°W), el valor de la anomalía promedio de la profundidad de la termoclina fue inferior a su climatología (Figura 6).

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).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Los valores de OLR (Outgoing Longwave Radiation), tanto en la zona occidental (170°E-140°W, 5°S-5°N) como la oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N) fueron mayores a su climatología; sin embargo, para finales de mes e inicios de diciembre muestran una tendencia negativa. Ver Figura 7 (zona occidental) y Figura 8 (zona oriental).

Según la información de altimetría satelital y de los resultados de los modelos numéricos de ondas, en el Pacífico ecuatorial se continúa observando la presencia del paquete de ondas de Kelvin frías al oeste de 110°W. Por otro lado, se observa la presencia de una onda de Kelvin cálida, alrededor de 120°W (Figura 4, 12 y 13).

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

Frente a la costa peruana y dentro de las 200 millas náuticas, el promedio de los últimos 30 días indica que los vientos alisios frente a la costa peruana se muestran debilitados. La TSM, según OSTIA, continúa con anomalías negativas en toda la costa y, según ARGO, estas anomalías negativas se extenderían, en promedio, hasta los 80 metros, entre las 50 y 200 mn. Según los datos del producto DUACS muestran anomalías negativas del nivel del mar, especialmente en la costa norte (ver Figura 10). Los datos superficiales de los flotadores ARGO muestran que en los últimos 30 días se han observado entre las 50 y 100 mn aguas costeras frías y, entre 100 y 200 mn masas de aguas subtropicales superficiales.

Sin el promedio de los últimos 365 días de la información diaria de DUACS, en noviembre se continúa observando anomalías negativas del nivel del mar. Esto se habría producido por el paso del paquete de ondas de Kelvin frías, que iniciaron su arribo desde finales de agosto. Por otro lado, en la costa central aún se observan anomalías positivas (Figura 9b). Según la información del flotador ARGO (No. 6903002) —localizado dentro las 200 millas náuticas de la costa y entre 3.9° y 4.5°S—, durante noviembre se registraron anomalías negativas dentro de los 450 m de profundidad (Figura 11).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Según los datos *in situ* y los resultados de los modelos de ondas, se espera que el paquete de ondas de Kelvin frías continúe influyendo en las variables oceánicas (TSM y nivel del mar) frente a la costa peruana durante diciembre. Se espera que la onda de Kelvin cálida arribe a la costa sudamericana en el mes de enero, sin embargo, a la fecha muestra una tendencia a debilitarse. Por otro lado, el desarrollo de pulsos de viento del este en la zona del Pacífico occidental que se dieron a inicios de diciembre pueden proyectarse en ondas de Kelvin frías que, de formarse, arribarían a la costa peruana en dos o tres meses (Figura 12 y 13).

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, los pronósticos de los seis modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR² y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales de diciembre de 2022, indican, en promedio, condiciones neutras entre diciembre de 2022 y abril de 2023, para mayo se esperaría la condición cálida débil. Finalmente, para junio y julio se esperan condiciones cálidas moderadas (ver Tabla 5 y Figura 14).

² Desde febrero de 2021, el modelo GFDL_SPEARS (<https://www.gfdl.noaa.gov/spear/>) reemplazará a los modelos GFDL_CM2.1 y GFDL_FLOR.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Tabla 5. Pronósticos del ICEN de los modelos climáticos con condiciones iniciales de diciembre de 2022

Modelo	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFSv2	-0.95	-0.55	-0.21	0.08	0.43	0.93	1.30	1.41
CanCM4i	-1.02	-0.65	-0.21	0.13	0.51	0.96	1.34	1.46
GEM5 NEMO	-0.83	-0.39	-0.10	0.01	0.04	0.01	0.07	0.02
NASA	-1.16	-1.02	-0.85	-0.69	-0.24	0.22	0.63	0.73
GFDL SPEARE	-0.67	-0.08	0.37	0.93	1.39	1.73	1.84	1.83
NCAR CCSM4	-1.26	-0.98	-0.53	-0.14	0.27	0.76	1.18	1.36
Promedio								
NMME	-0.98	-0.61	-0.26	0.05	0.40	0.77	1.06	1.14

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los pronósticos de los mismos modelos del párrafo anterior, se esperarían condiciones frías débiles hasta enero de 2023, seguidas de condiciones neutras hasta mayo de 2023 y condiciones cálidas débiles hasta julio de 2023. Esto indica la continuación de La Niña 2021-2022 en el Pacífico central hasta inicios del verano 2022-23 (ver Tabla 6 y Figura 15).

Tabla 6. Pronósticos del ONI de los modelos climáticos con condiciones iniciales de diciembre de 2022

Modelo	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA
CFSv2	-0.89	-0.71	-0.37	-0.06	0.16	0.33	0.53	0.80
CanCM4i	-0.88	-0.66	-0.23	0.15	0.42	0.62	0.90	1.20
GEM5 NEMO	-0.80	-0.67	-0.52	-0.32	-0.17	-0.07	0.01	0.08
NASA	-0.88	-0.78	-0.52	-0.20	0.11	0.34	0.53	0.69
GFDL SPEAR	-0.60	-0.28	0.04	0.29	0.52	0.71	0.92	1.03
NCAR CCSM4	-0.96	-0.93	-0.76	-0.54	-0.28	-0.03	0.20	0.41
Promedio								
NMME	-0.84	-0.67	-0.39	-0.11	0.13	0.32	0.52	0.70

Conclusiones

Durante el mes de noviembre en el océano Pacífico, según la información oceánica y atmosférica, persisten los valores de la TSM por debajo de su normal en casi toda la región ecuatorial; asimismo, se aprecia la deficiencia de precipitación en la región occidental, la intensificación de los vientos alisios, así como pulsos de viento del este que han generado ondas de Kelvin frías. Todo esto como consecuencia de la presencia de La Niña en el Pacífico central.

Frente a costa norte y centro (región Niño 1+2), se han mantenido anomalías negativas en la TSM durante noviembre, esto como consecuencia de la presencia del paquete de ondas de Kelvin frías. El valor del ICEN para octubre (-1.39) y el valor temporal de noviembre (-1.41) corresponde a la condición fría moderada y fría fuerte, respectivamente.

Según el modelo de ondas, se espera que continúe la presencia de ondas de Kelvin frías hasta diciembre frente a la costa peruana. Por otro lado, se espera la llegada de una onda de Kelvin cálida para enero de 2023. De formarse algunas ondas de Kelvin frías como consecuencia de los pulsos de viento desarrollados a inicios de diciembre, estas arribarían a la costa peruana en dos o tres meses.



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Los pronósticos de los modelos numéricos de las agencias internacionales indican condiciones neutras entre diciembre de 2022 y abril de 2023 frente a la costa norte y centro del Perú. Estos mismos modelos pronostican que en el Pacífico central se tendrían condiciones frías débiles hasta enero de 2023, lo que indicaría, según estos resultados, que La Niña en el Pacífico central se extendería hasta dicha fecha. Según la evidencia científica, es probable que este escenario pueda provocar lluvias por encima de lo normal en el mes de enero de 2023 en los Andes (Lagos et al., 2008; Sulca et al., 2017).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

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.
- **Lagos, P., Silva, Y., Nickl, E., & Mosquera, K.** (2008). El Niño–related precipitation variability in Perú. *Advances in Geosciences*, 14, 231-237. <https://doi.org/10.5194/adgeo-14-231-2008>.
- 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, 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", Inst. Geofísico del Perú, Enero, 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.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

- **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
- **Urbina, B. y K. Mosquera**, 2020: Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, 13-20.
- Zuta, S., y O. Guillén, 1970: Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Boletín Instituto Del Mar Del Perú, 2(5), 157-324. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/249>

Nota: Los Boletines Técnicos del IGP citados se pueden encontrar en:

<https://repositorio.igp.gob.pe/>

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

Jorge Reupo, Lic.

Gerardo Rivera, Bach.

Brayan Urbina, Bach.

Agradecimientos

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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

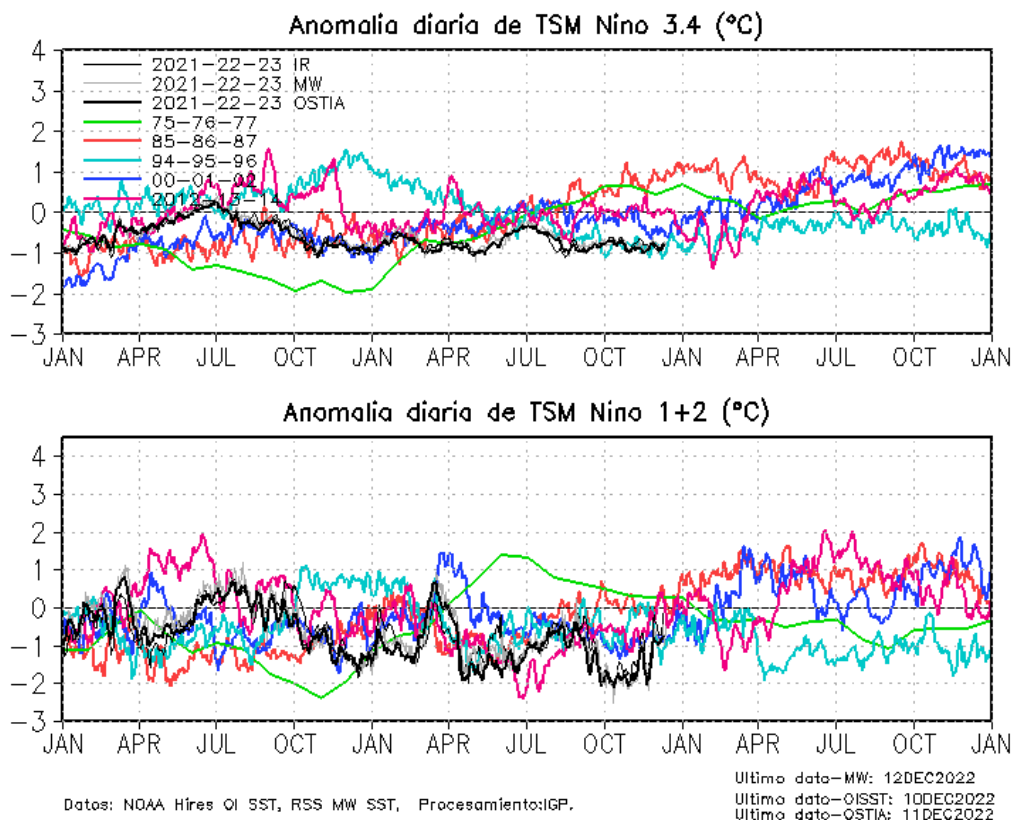


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

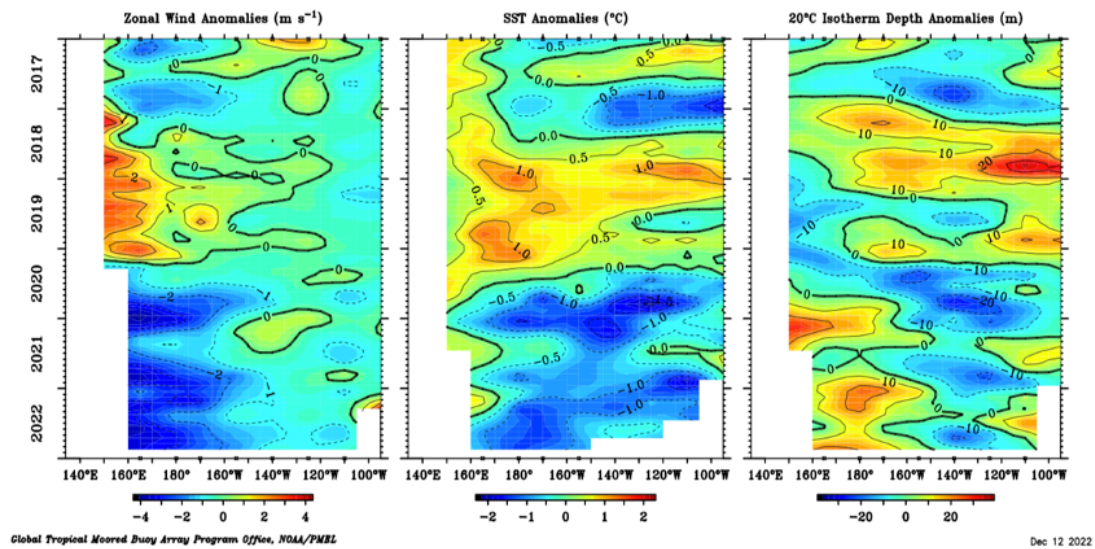
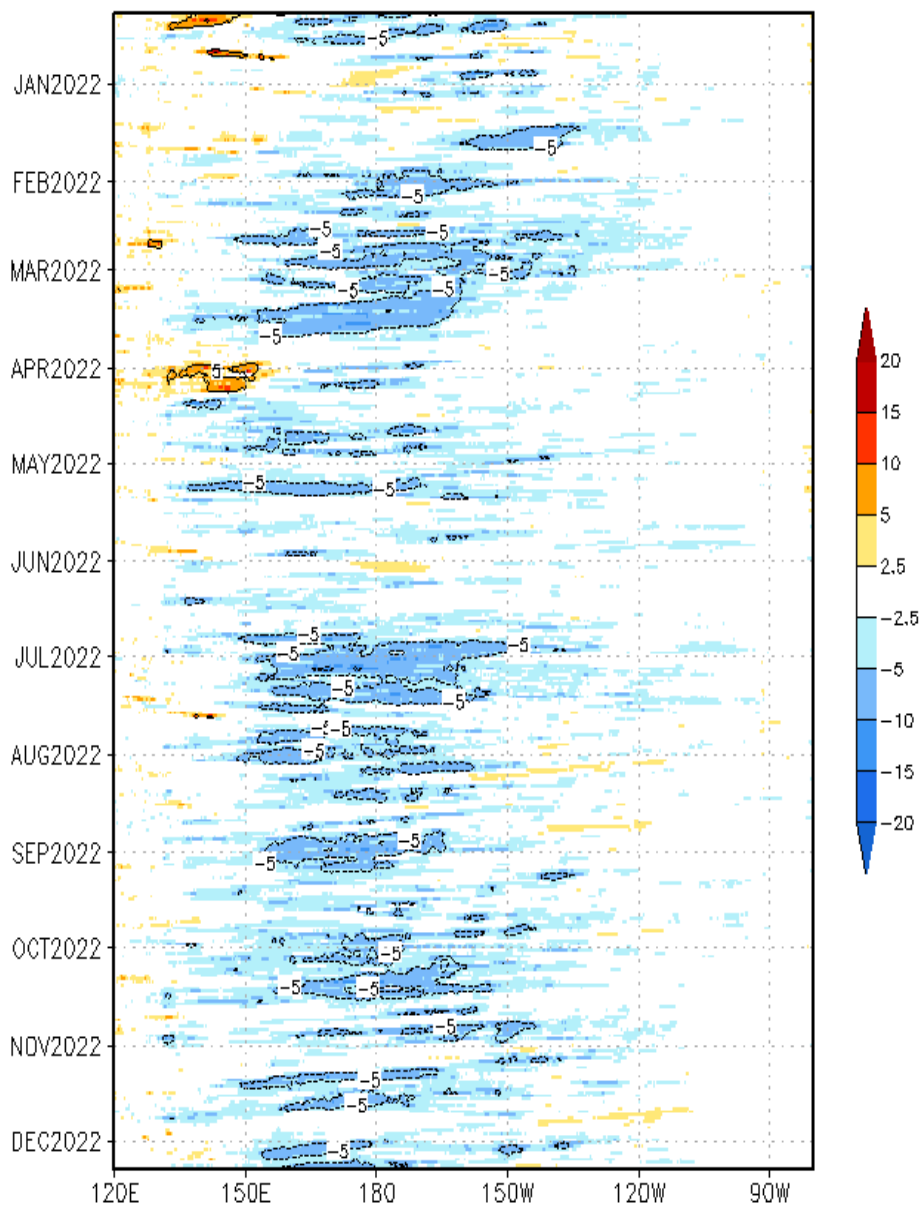


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (a), de la profundidad de la isoterma de 20 °C (b) y de la temperatura superficial del mar (c) a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

**Anomalia de esfuerzo de viento zonal (10^2Nm^{-2})
promediada entre 2S y 2N**



Datos ASCAT, Procesamiento:IGP, Ultima data:10Dec2022
Clim corregida con ERA

Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial que se obtiene de los datos del producto ASCAT hasta el 10 de diciembre de 2022. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

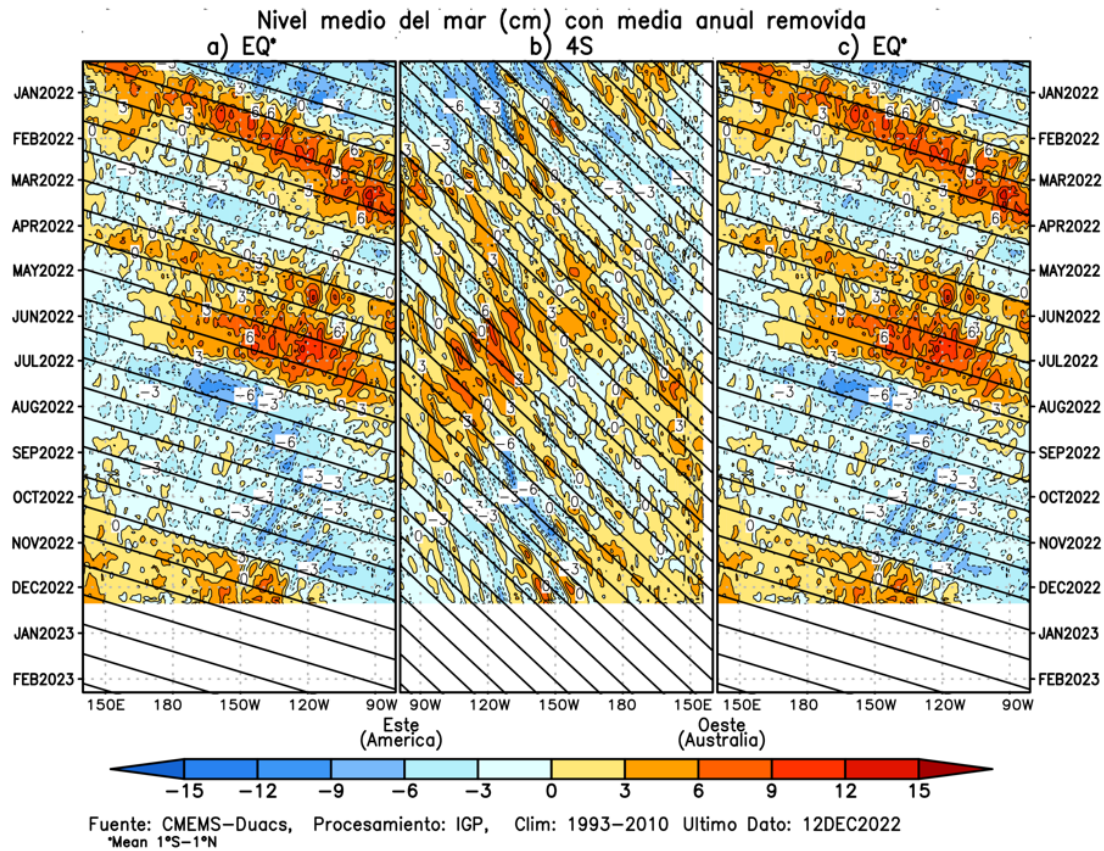
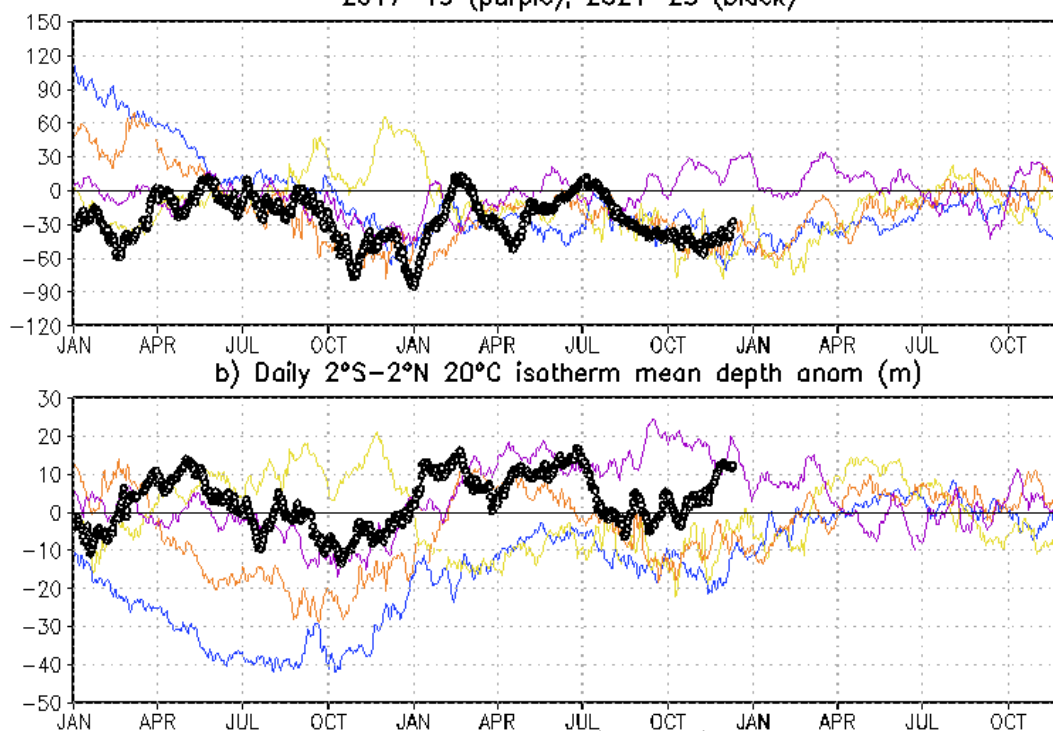


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°S, pero con el eje zonal de este a oeste. 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.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

a) Daily 2°S–2°N 20°C isotherm tilt anom (m):
1998–00 (blue), 2006–08 (yellow), 2010–12 (orange),
2017–19 (purple), 2021–23 (black)



* Zonal depth difference from linear regression fit to longitude (137°E–95°W)
Only for days with at least 6 out of 7 lons. 1–2–1 smoothing. (Clim 1993–2020)
Data: TAO/TRITON (last: 10DEC2022). Processing:IGP

Figura 5. a) Inclutación de la termoclina y **b)** contenido de calor en el Pacífico ecuatorial (2°N y 2°S). La data usada para este cálculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

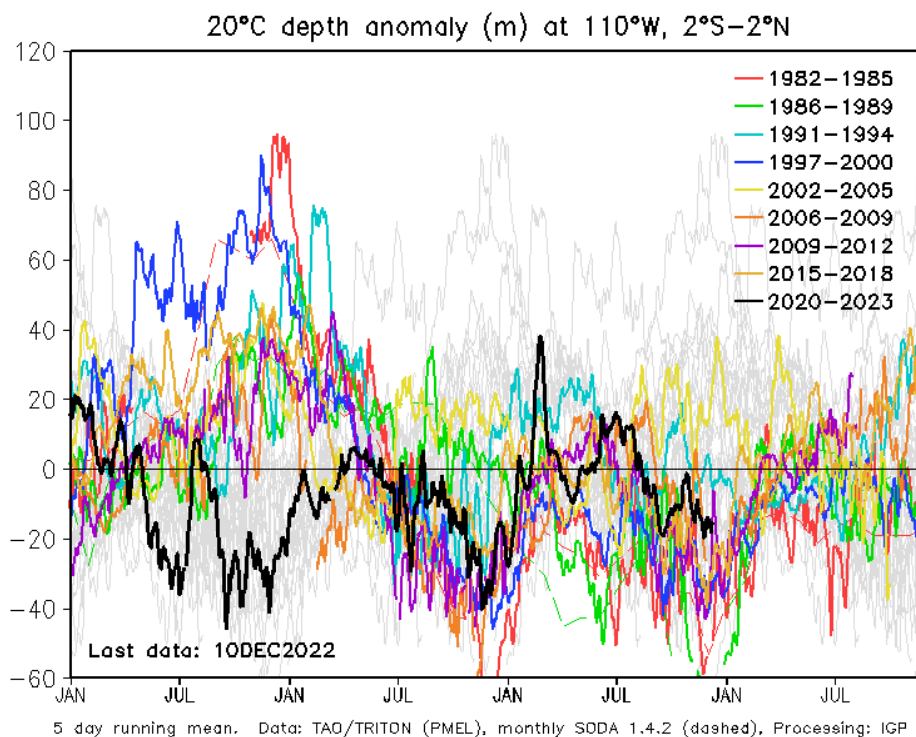


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 110°W y promediada entre 2°S y 2°N. La data usada para este calculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

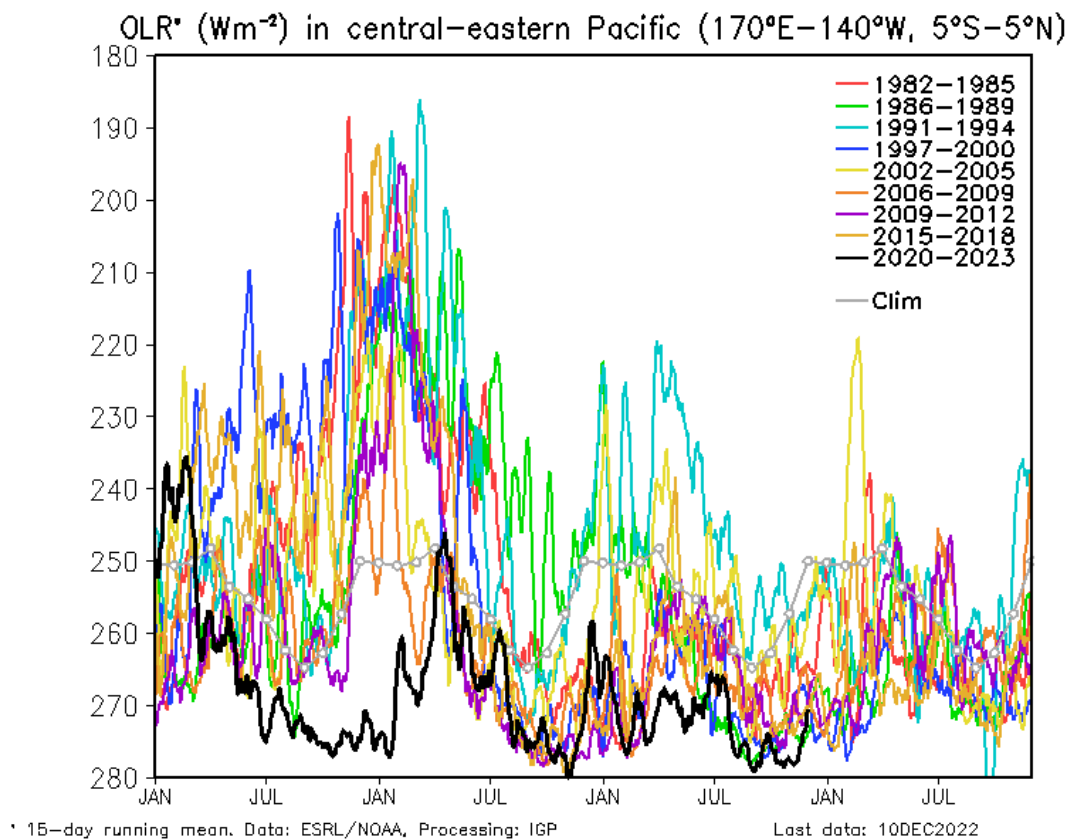


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°E – 140°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

OLR* (Wm^{-2}) in central-eastern Pacific (170°W – 100°W , 5°S – 5°N)

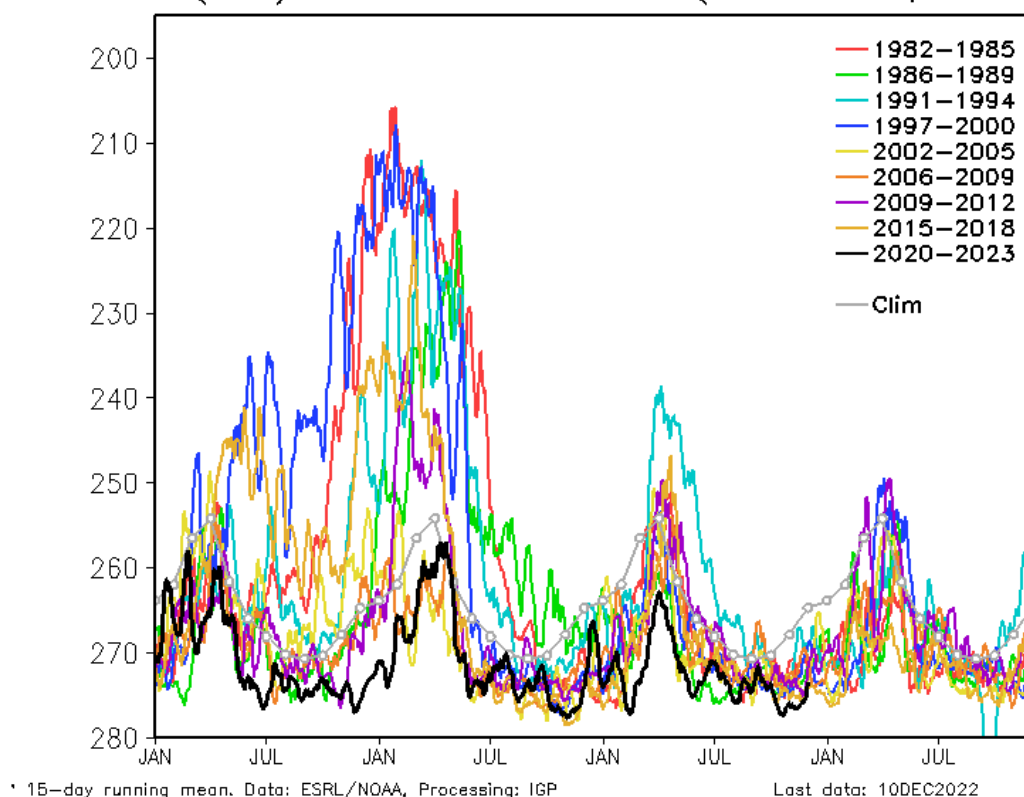


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

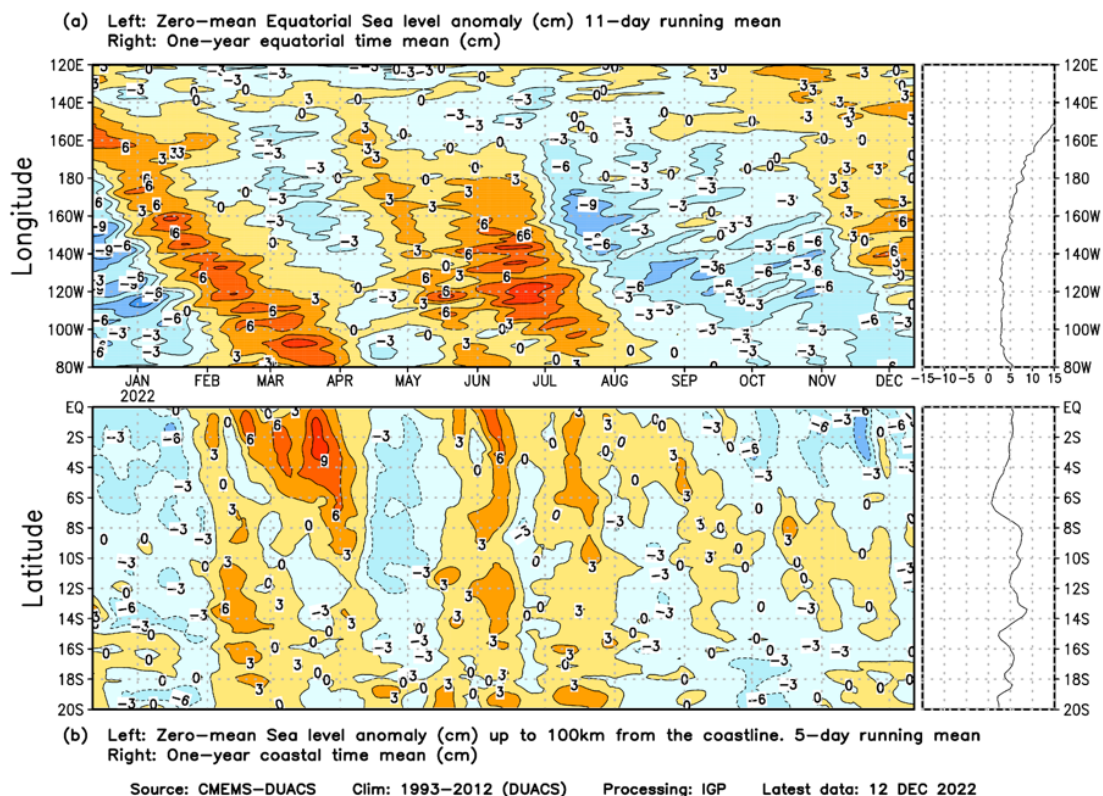


Figura 9. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), que fueron sustraídos a las figuras de la izquierda, respectivamente. Las unidades están en centímetros. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

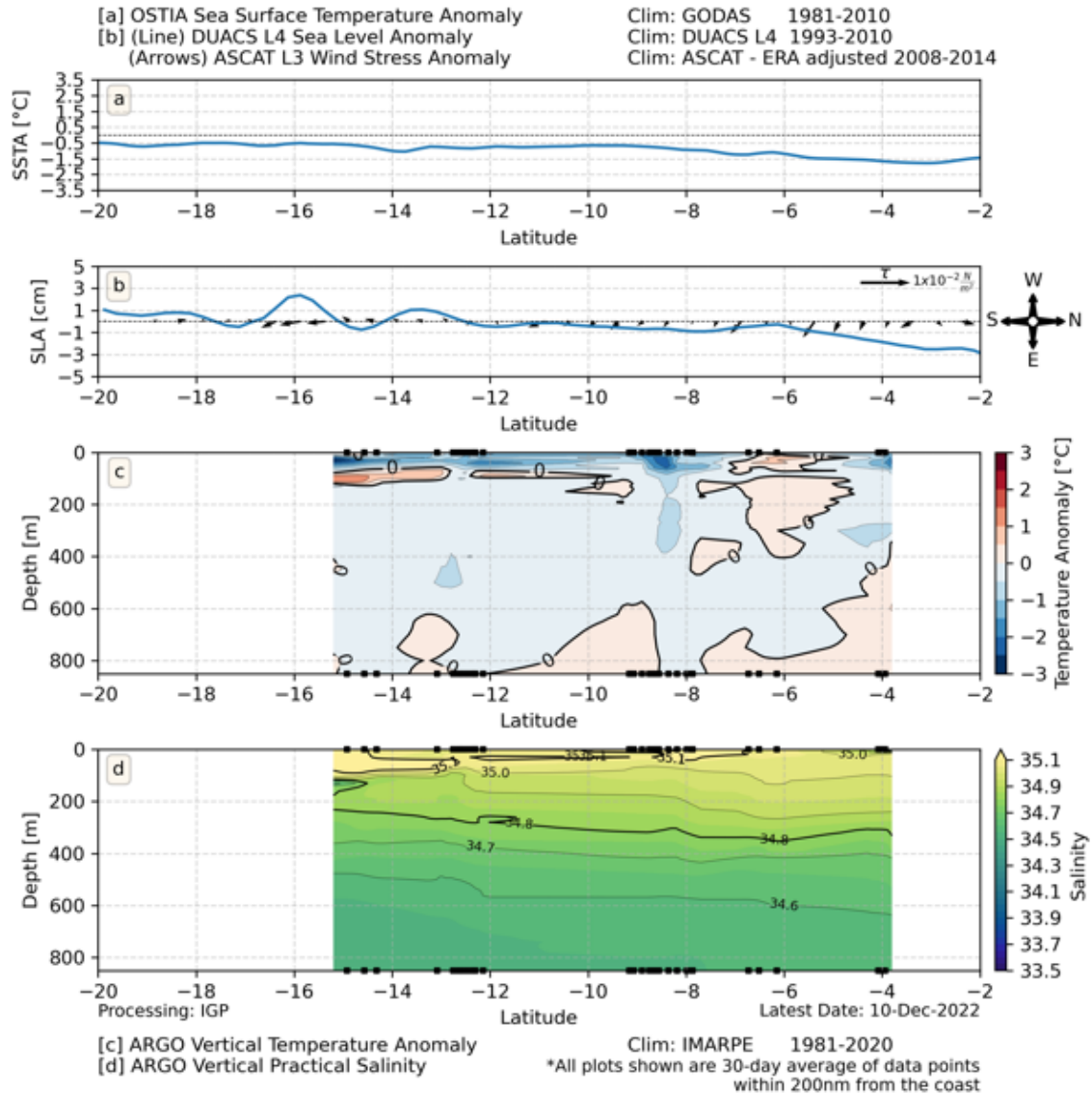


Figura 10. Variables a lo largo de la costa promediadas en los últimos 30 días y dentro de las 200 millas náuticas. De arriba abajo: 1) anomalía de la TSM obtenida del producto OSTIA; 2) anomalías del nivel del mar (línea azul) y esfuerzo de viento (vectores) de los productos DUACS y Blended, respectivamente, 3) anomalía de la temperatura del mar obtenida de los flotadores ARGO y 4) Salinidad obtenida de los flotadores ARGO. En el segundo panel, la relación entre el tamaño y la magnitud del vector se indica en el extremo superior izquierdo, mientras que la dirección y sentido se entienden por medio de los puntos cardinales que se localizan a la derecha.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

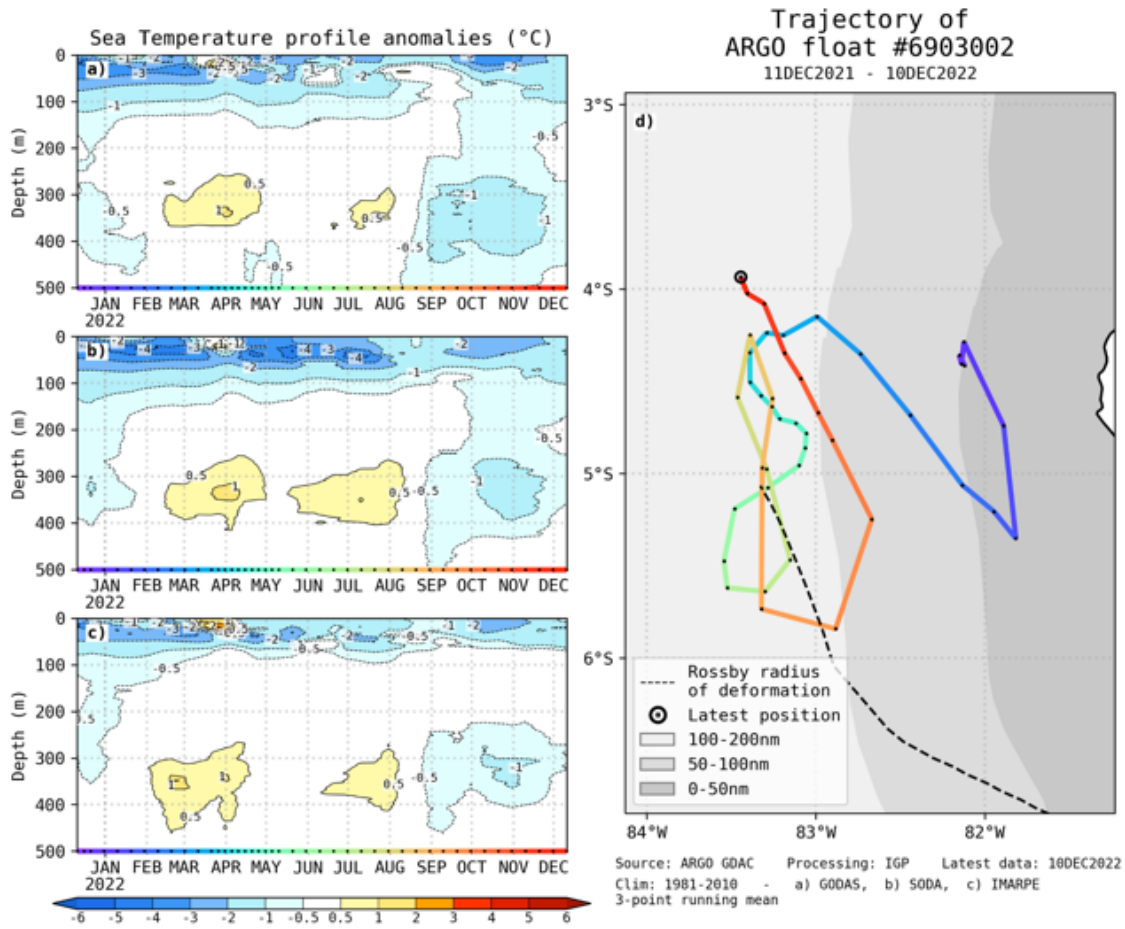


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 6903002. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días y el círculo abierto representa la última posición del flotador. Elaborado por el GP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

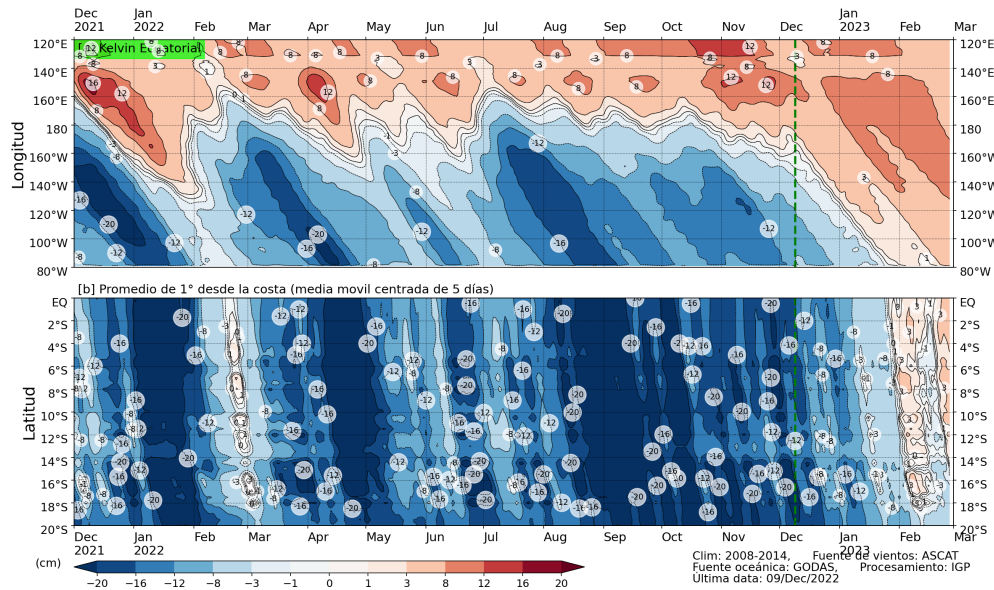
Anomalía del nivel del mar [cm] - $\sum$ Modos -- [ASCAT]

Figura 12 Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con el producto de vientos denominado *ASCAT*. La línea verde entrecortada indica el inicio de la simulación del pronóstico. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

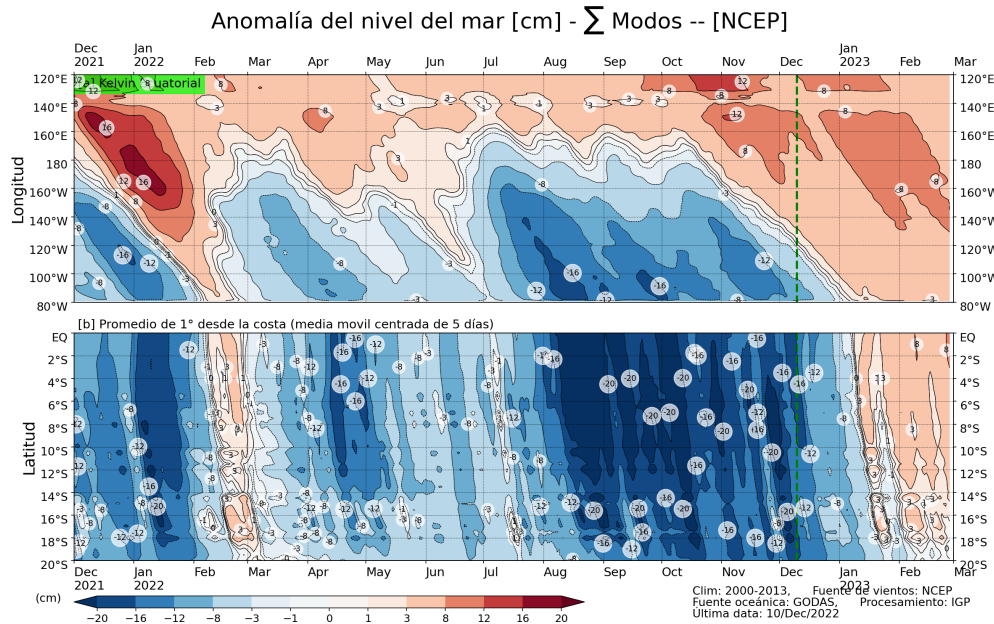


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos del *reanalysis* de NCEP. La línea verde entrecortada indica el inicio de la simulación del pronóstico. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

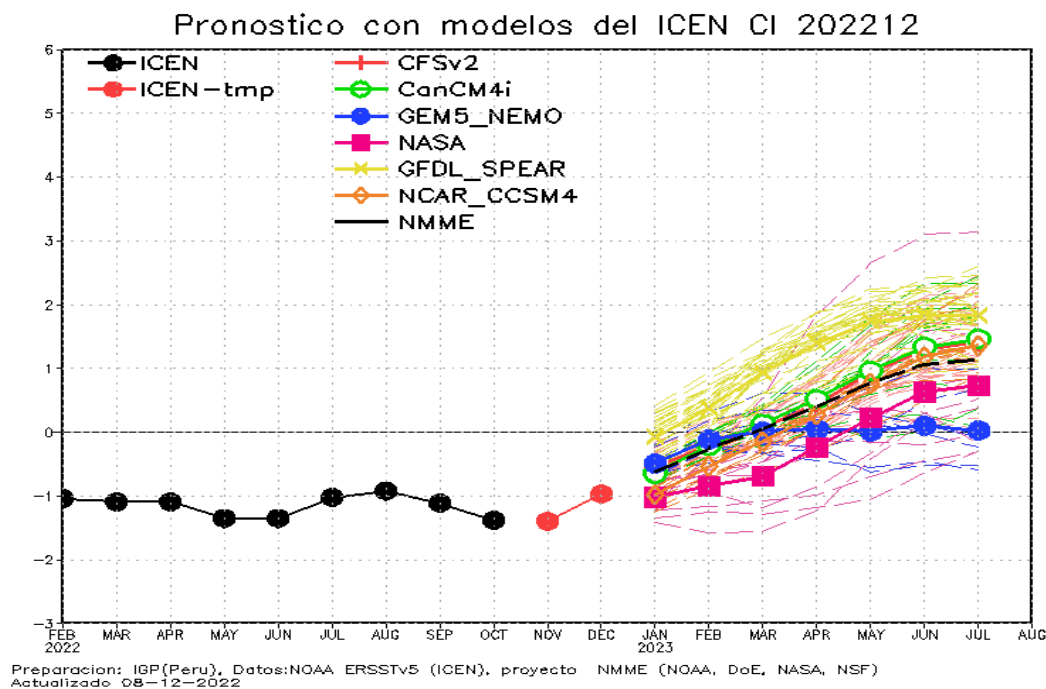


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial de diciembre de 2022. Fuente: IGP, NOAA, NMME.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Condiciones Iniciales de Diciembre 2022

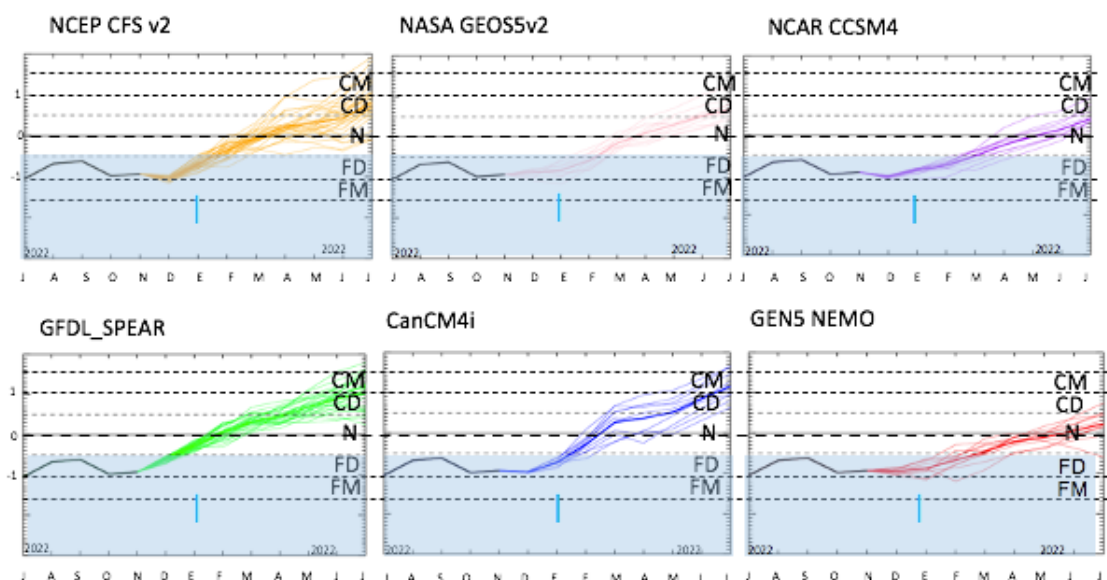


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.