



Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

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/2022-12

15/01/2023

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

El valor del Índice Costero El Niño (ICEN), para el mes de noviembre ($-1.24\text{ }^{\circ}\text{C}$) presentó la condición climática fría moderada. Los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de diciembre ($-0.84\text{ }^{\circ}\text{C}$) y enero 2023 ($-0.47\text{ }^{\circ}\text{C}$) indican condiciones neutras. Por otro lado, en el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de noviembre ($-0.93\text{ }^{\circ}\text{C}$), así como los temporales (ONI-tmp) de diciembre ($-0.88\text{ }^{\circ}\text{C}$) y enero ($-0.74\text{ }^{\circ}\text{C}$) indican, ambos, la condición fría débil. Según las observaciones, *in situ* y satelital, la onda de Kelvin cálida habría llegado a la costa sudamericana; sin embargo, muestra disminución en su intensidad conforme se acerca a la costa. Por otro lado, se aprecia el desarrollo de una onda Kelvin fría entre 160°W y 140°W y otra cálida en el extremo occidental, estas dos últimas ondas arribarían a la costa peruana, según los modelos de ondas, en febrero y marzo, respectivamente.

El promedio de las predicciones de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de enero de 2023— para el Pacífico oriental indica condiciones neutras hasta el mes de marzo y condiciones desde cálidas débiles a cálidas moderadas hasta agosto. 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 durante enero las precipitaciones sean superiores a lo normal en la sierra y selva del Perú. Por otro lado, de darse un calentamiento del mar en marzo y frente a la costa norte del Perú, como consecuencia del arribo de una onda de Kelvin cálida, no se descarta que esta pueda incrementar la temperatura superficial del mar y contribuir al desarrollo de lluvias en el norte del país.





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 noviembre 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	Agosto	-0.93	Neutro
2022	Setiembre	-1.12	Fría Débil
2022	Octubre	-1.39	Fría Moderada
2022	Noviembre	-1.24	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 diciembre de 2022 y enero 2023.

Año	Mes	ICENtmp	Categoría
2022	Diciembre	-0.84	Neutro
2023	Enero	-0.47	Neutro

Los valores del ICENtmp de diciembre de 2022 y enero de 2023 indican condiciones neutras (Tabla 2).





Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



IGP
Instituto
Geofísico
del Perú

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Índice Oceánico Niño (ONI)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el valor del ONI (*Ocean Niño Index* en inglés) de noviembre de 2022, actualizado por la NOAA, es -0.93 °C, el que corresponde a una condición fría débil¹.

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 (°C)	Categoría
2022	Agosto	-0.93	Fría Débil
2022	Setiembre	-1.03	Fría Moderada
2022	Octubre	-1.00	Fría Moderada
2022	Noviembre	-0.93	Fría Débil

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de diciembre de 2022 y enero de 2023, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, coinciden en indicar condiciones frías débiles (Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

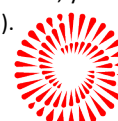
Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2022	Diciembre	-0.88	Fría Débil
2023	Enero	-0.74	Fría Débil

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

En diciembre, 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 neutra (Figura 1). Según la información mensual de las boyas de TAO, los vientos alisios continuaron más intensos de lo normal, principalmente al oeste de 160°W (Figura 2a). Con respecto a la anomalía de la TSM, esta también se mantiene con valores negativos en toda la región ecuatorial; sin embargo, muestra una tendencia positiva (Figura 2b). En lo relacionado a la profundidad de la termoclina, esta tiene valores positivos en todo el Pacífico ecuatorial (Figura 2c). Conforme a los datos de vientos observados (ASCAT), se presentó un pulso importante de viento del este, entre 160°E y 140°W (Figura 3).

Según la información diaria de los datos de TAO, la termoclina se encuentra más inclinada de lo normal (Figura 5a), aunque esto se debe a la mayor profundidad en la región oeste del Pacífico. La profundidad promedio —relacionada al contenido de calor— tiene un valor superior a su normal; sin embargo, en los primeros días del mes muestra una tendencia negativa (Figura 5b). En la región oriental (boya TAO en 110°W), el valor de la anomalía promedio de la profundidad de la termoclina fue superior 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).



Los valores de OLR (Outgoing Longwave Radiation), en diciembre, 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 sus valores climatológicos. Ver Figura 7 (zona occidental) y Figura 8 (zona oriental).

Conforme a la información de altimetría satelital y de los resultados de los modelos numéricos de ondas, en el Pacífico ecuatorial oriental se observa la presencia de una onda Kelvin cálida arribando a la costa peruana. Por otro lado, también se observa el desarrollo de una onda de Kelvin fría entre 160°W y 140°W, y otra cálida en el extremo occidental (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 estuvieron ligeramente más intensos de lo normal, principalmente en la dirección norte. La TSM, según OSTIA, mostró valores alrededor de su normal, incluso positivos, en casi toda la costa de Perú, a excepción de la zona norte, en donde los valores estuvieron por debajo de lo normal. Sin embargo, según el producto DUACS, se observaron anomalías positivas en la mayor parte de la costa, a excepción de, como la data de TSM, la zona norte, donde las anomalías fueron negativas (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 diciembre se continúa observando anomalías negativas del nivel del mar, principalmente al norte de 4°S, lo cual se debería al paso del paquete de ondas de Kelvin frías, que iniciaron su arribo desde finales de agosto hasta finales de diciembre. Por otro lado, desde la tercera semana de diciembre en la costa central y sur 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 3.8° y 4.2°S—, durante diciembre se registraron anomalías negativas dentro de los 150 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 puede concluir que el núcleo de la onda de Kelvin cálida debe arribar a la costa peruana en la siguiente semana. Por otro lado, el desarrollo de pulsos de viento del este entre 160°E y 140°W que se dieron principalmente en la segunda mitad del mes de diciembre, se habrían proyectado en ondas de Kelvin frías, que estarían arribando a la costa peruana en el mes de febrero. Finalmente, se observa el desarrollo de una onda de Kelvin cálida en el extremo occidental, posiblemente, como consecuencia de la reflexión de una onda de Rossby en dicha frontera, de no darse cambios en su desarrollo y desplazamiento, arribaría en marzo (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 enero de 2023, indican, en promedio, condiciones neutras entre enero y marzo de 2023. A partir de abril y hasta agosto se esperan condiciones cálidas, las que irían de débil (abril) hasta moderada (entre mayo y agosto) (ver Tabla 5 y Figura 14). Esto último significa, según los resultados de los modelos, el inicio de un evento El Niño costero de magnitud moderada a partir de abril.

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 de la unidad, la paz y el desarrollo”

Tabla 5. Pronósticos del ICEN de los modelos climáticos con condiciones iniciales de enero de 2023

Modelo	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFSv2	-0.59	-0.39	0.02	0.41	0.85	1.16	1.27	1.11
CanCM4i	-0.31	-0.04	0.26	0.65	1.18	1.65	1.79	1.55
GEM5_NEMO	-0.56	-0.37	-0.13	-0.02	0.04	0.14	0.18	0.18
NASA	-0.42	-0.03	0.58	1.28	1.82	2.14	2.23	2.23
GFDL_SPEARE	-0.08	0.35	0.75	1.13	1.45	1.68	1.76	1.79
NCAR_CCSM4	-0.82	-0.68	-0.22	0.27	0.74	1.07	1.09	0.98
Promedio								
NMME	-0.46	-0.19	0.21	0.62	1.01	1.31	1.39	1.31

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 para los meses de junio y agosto. Esto indica, según los modelos, la continuación de La Niña 2021-2022 en el Pacífico central hasta inicios del verano 2022-23 (ver Tabla 6 y Figura 15) y un inicio de un evento El Niño en el Pacífico central, desde abril, de magnitud moderada.

Tabla 6. Pronósticos del ONI de los modelos climáticos con condiciones iniciales de enero de 2023

Modelo	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS
CFSv2	-0.83	-0.59	-0.27	-0.03	0.10	0.21	0.37	0.56
CanCM4i	-0.65	-0.28	0.09	0.38	0.63	0.93	1.21	1.35
GEM5_NEMO	-0.83	-0.71	-0.55	-0.37	-0.17	0.02	0.13	0.17
NASA	-0.71	-0.38	0.03	0.41	0.69	0.94	1.17	1.34
GFDL_SPEAR	-0.52	-0.14	0.16	0.41	0.65	0.90	1.06	1.11
NCAR_CCSM4	-0.90	-0.76	-0.53	-0.29	-0.09	0.13	0.35	0.50
Promedio								
NMME	-0.74	-0.48	-0.18	0.09	0.30	0.52	0.72	0.84

Conclusiones

Durante diciembre, según la información oceánica y atmosférica, persistieron 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, vientos alisios más intensos de lo normal y pulsos de viento del este que generan ondas de Kelvin frías. Todo esto indica que, a la fecha, se mantiene La Niña en el Pacífico central.

Frente a costa norte y centro (región Niño 1+2), se han mantenido las anomalías negativas en la TSM durante diciembre, pero con una tendencia al rango neutral. El valor del ICEN para noviembre (-1.24) y el valor temporal de diciembre (-0.84) corresponden a la condición fría moderada y neutra, respectivamente. Conforme a la información del último valor del ICEN, en la costa peruana se estaría presentando un nuevo evento La Niña que hasta el momento habría alcanzado la magnitud de fría débil.

Según el modelo de ondas, se espera que el núcleo de la onda Kelvin cálida arribe a la costa peruana en la siguiente semana. Por otro lado, se espera la llegada de una onda de Kelvin fría para febrero, y una onda cálida en el mes de marzo. De concretarse el arribo de esta onda cálida en marzo, no se descarta que pueda incrementar la temperatura superficial del mar a valores críticos que puedan contribuir al desarrollo de lluvias en el norte del país (Ramos, 2015).



Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Los pronósticos de los modelos numéricos de las agencias internacionales indican condiciones neutras hasta el mes de marzo frente a la costa norte y centro del Perú, aunque con una tendencia positiva que llevaría a condiciones cálidas desde abril hasta, por lo pronto, agosto de 2023. Esto significa el desarrollo de un evento El Niño de magnitud, al menos hasta el último pronóstico, moderada desde el otoño hasta mediados de invierno. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los pronósticos de estos modelos más allá del mes de abril o mayo son menos confiables (Reupo y Takahashi, 2014) debido a la barrera de predictibilidad.

En el Pacífico central, los mismos modelos descritos en el párrafo anterior, pronostican 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, lo cual, de alguna manera, va acorde con la tendencia de los datos observados. Según la evidencia científica, es probable que este escenario pueda provocar lluvias por encima de lo normal en el mes de enero en los Andes (Lagos et al., 2008; Sulca et al., 2017). Por otro lado, los resultados de estos modelos muestran una transición hacia un evento El Niño desde junio de 2023. Si bien los modelos tienen un buen *skill* en dicha región para poder pronosticar las condiciones del mar más allá de abril y mayo, aún es necesario tener mayor información observacional que indique, claramente, dicha transición.



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.
- 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.
- Ramos, Y., 2015: El cambio climático y la lluvia en la costa norte. Boletín técnico: "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 2(8), 4-8.
- **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.
- **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.



Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú

Dirección
Científica

Subdirección de
Ciencias de la Atmósfera
e Hidrósfera - CAH



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

- **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.



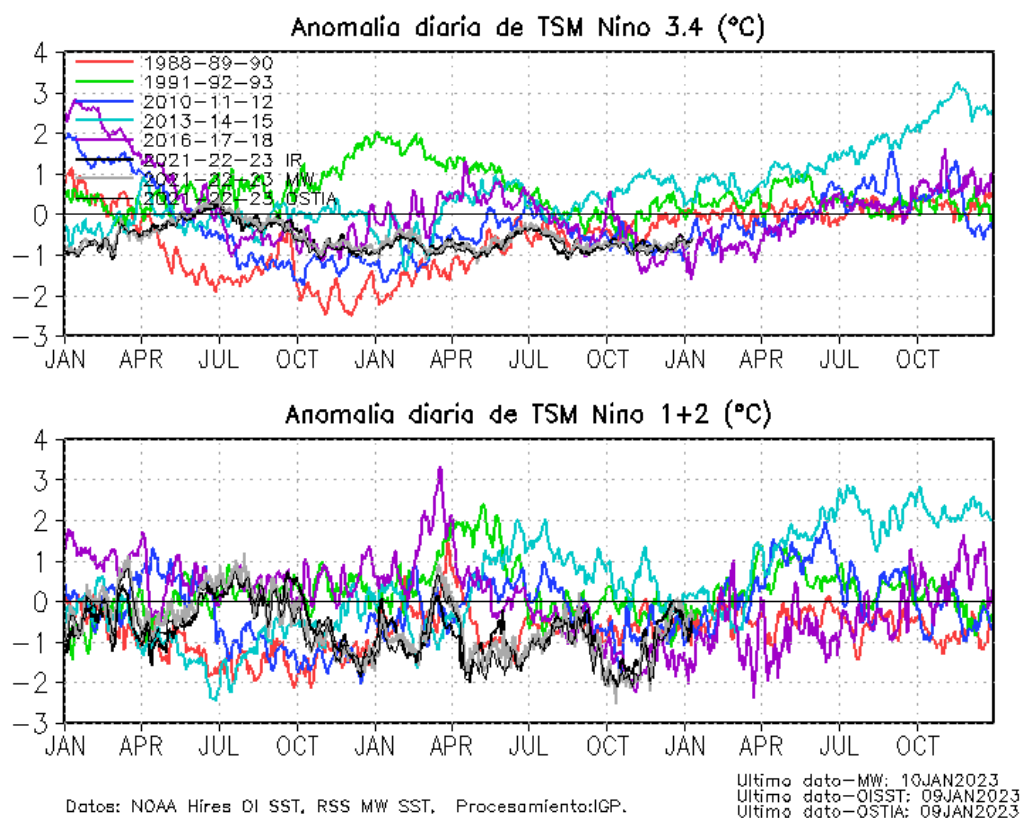


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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

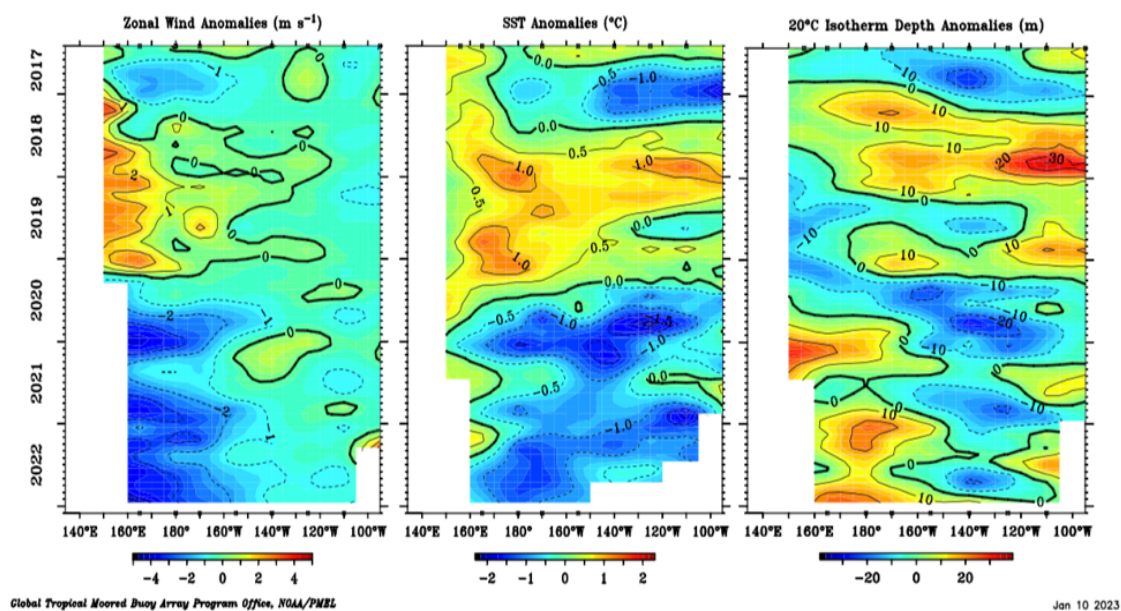
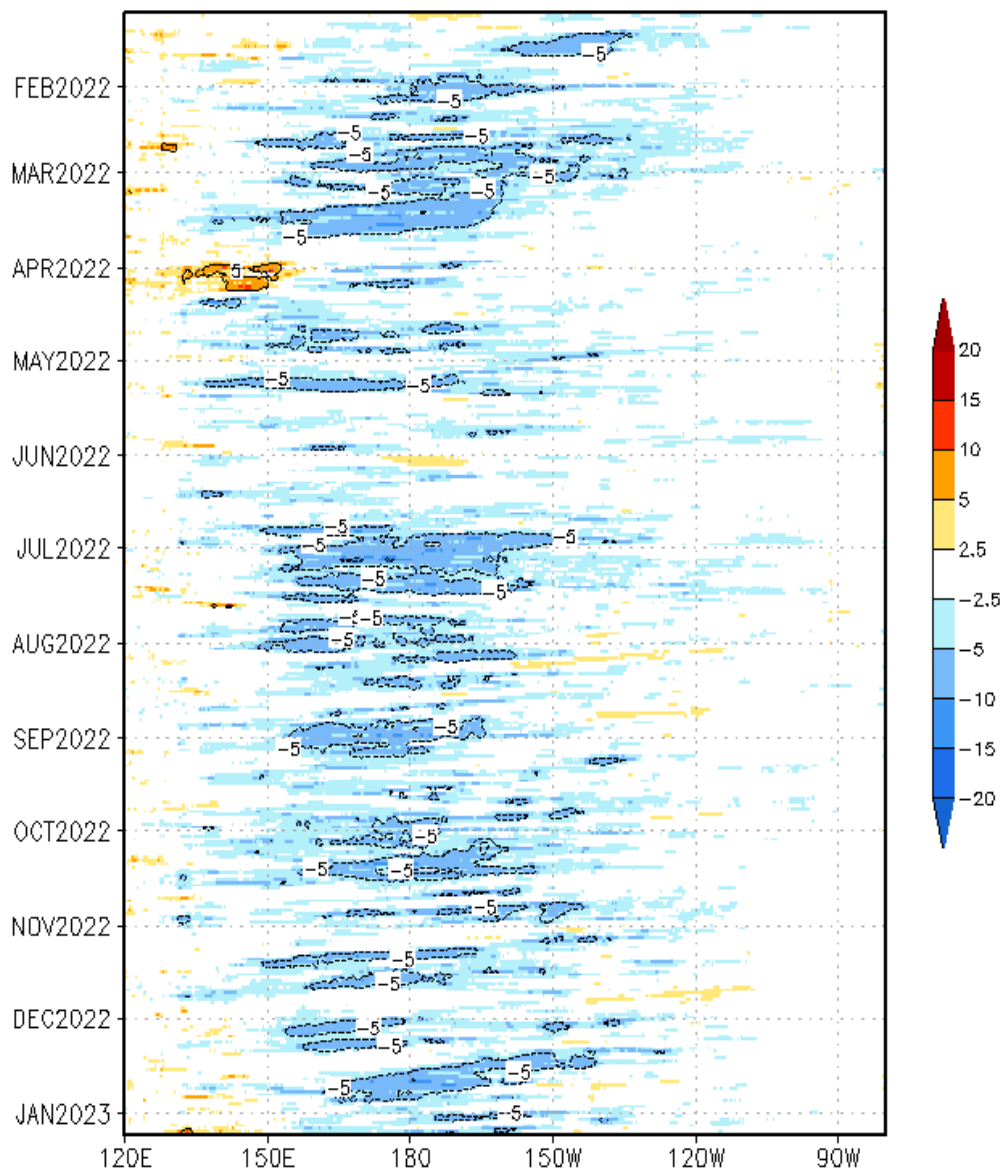


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (a), de la profundidad de la isoterma de 20 °C (b) y de la temperatura superficial del mar (c) a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"A N O S 2 0 1 1 - 2 0 2 0"

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



Datos ASCAT, Procesamiento:IGP, Ultimo dato:08Jan2023
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 08 de enero de 2023. Elaborado por el IGP.

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

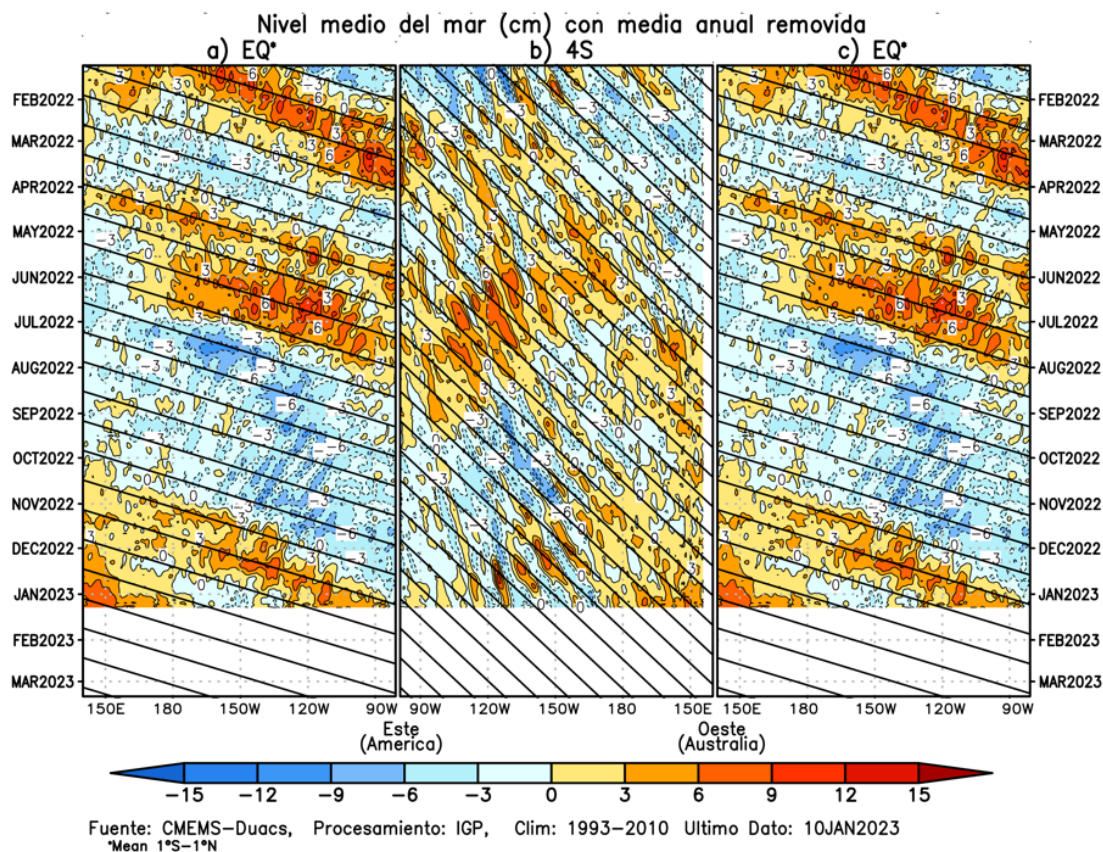
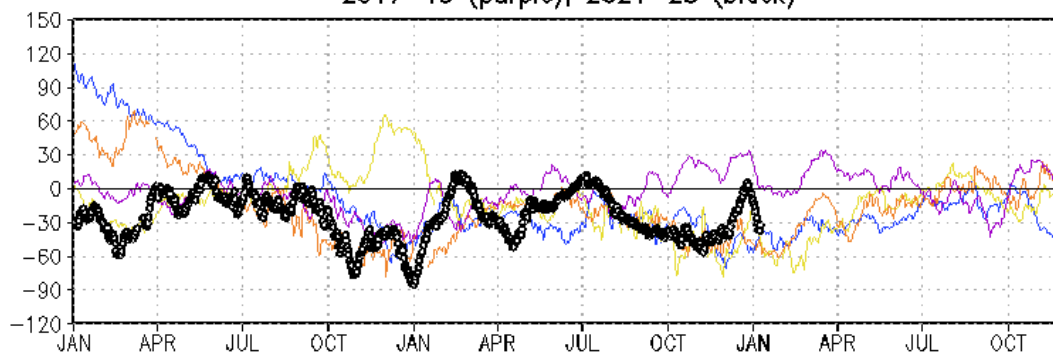


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°S, pero con el eje zonal de este a oeste.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

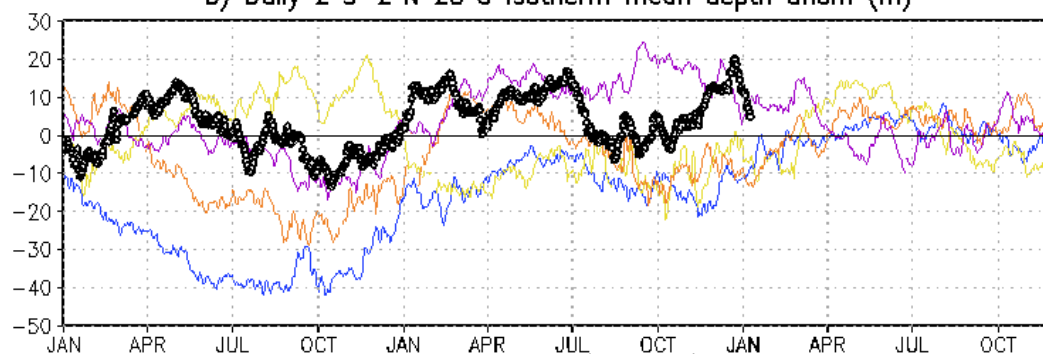
"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"A N O S"

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)



b) Daily 2°S – 2°N 20°C isotherm mean depth anom (m)



* 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: 08JAN2023). Processing:IGP

Figura 5. a) Inclínación 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"

"A N I T A L I T A T E S"

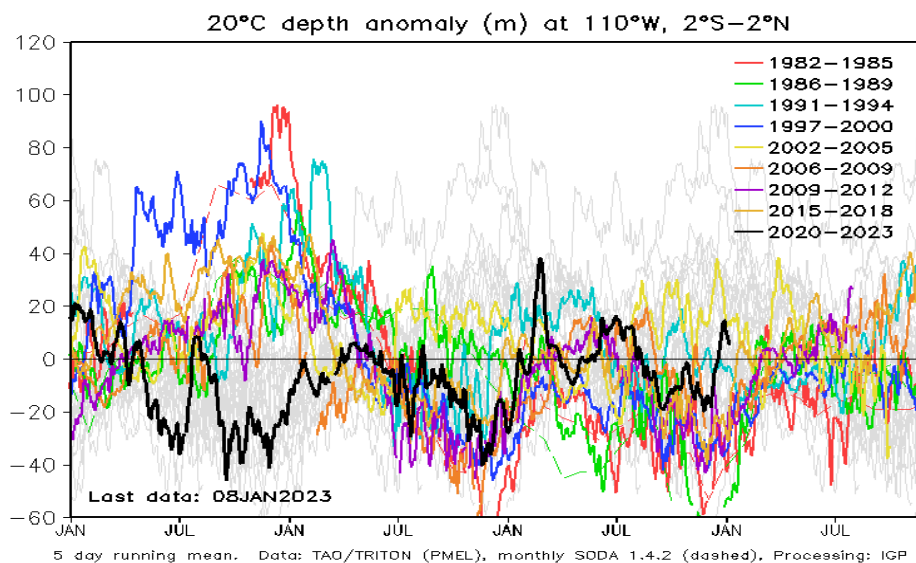


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 110°W y promediada entre 2°S y 2°N. La data usada para este calculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año Internacional de la Juventud"

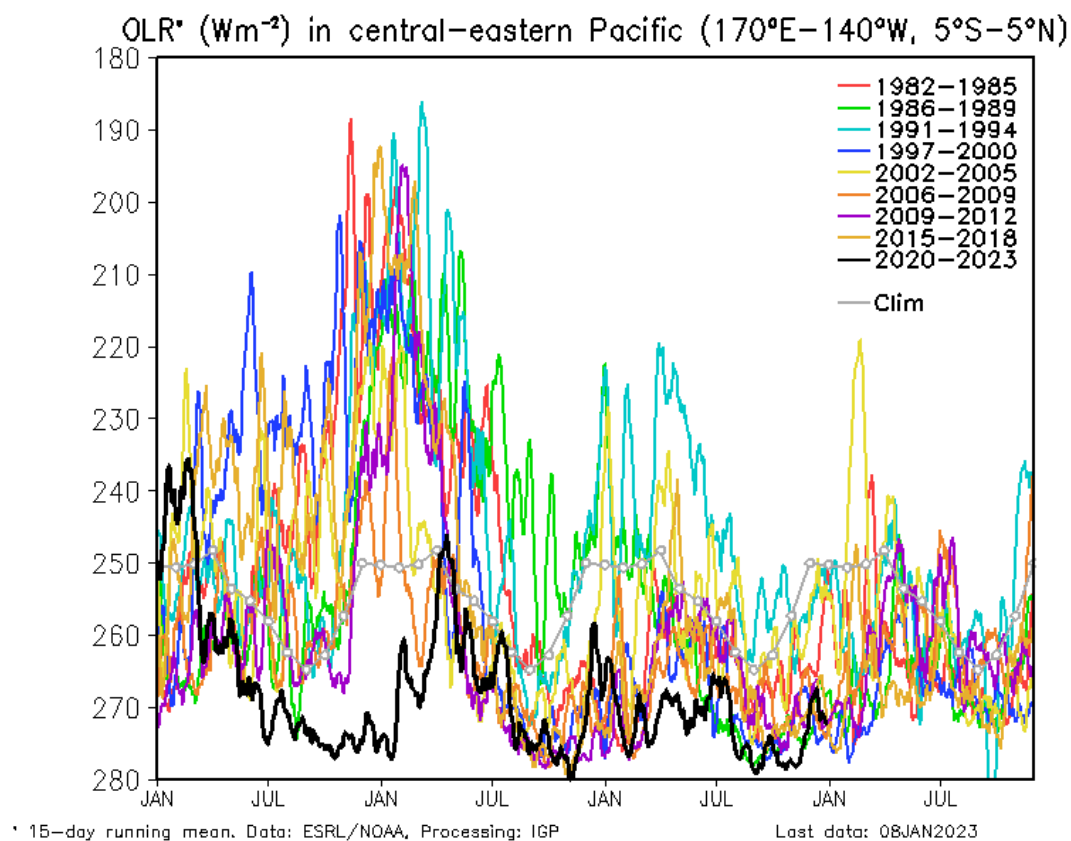


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°E – 140°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año Internacional de la Astronomía"

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

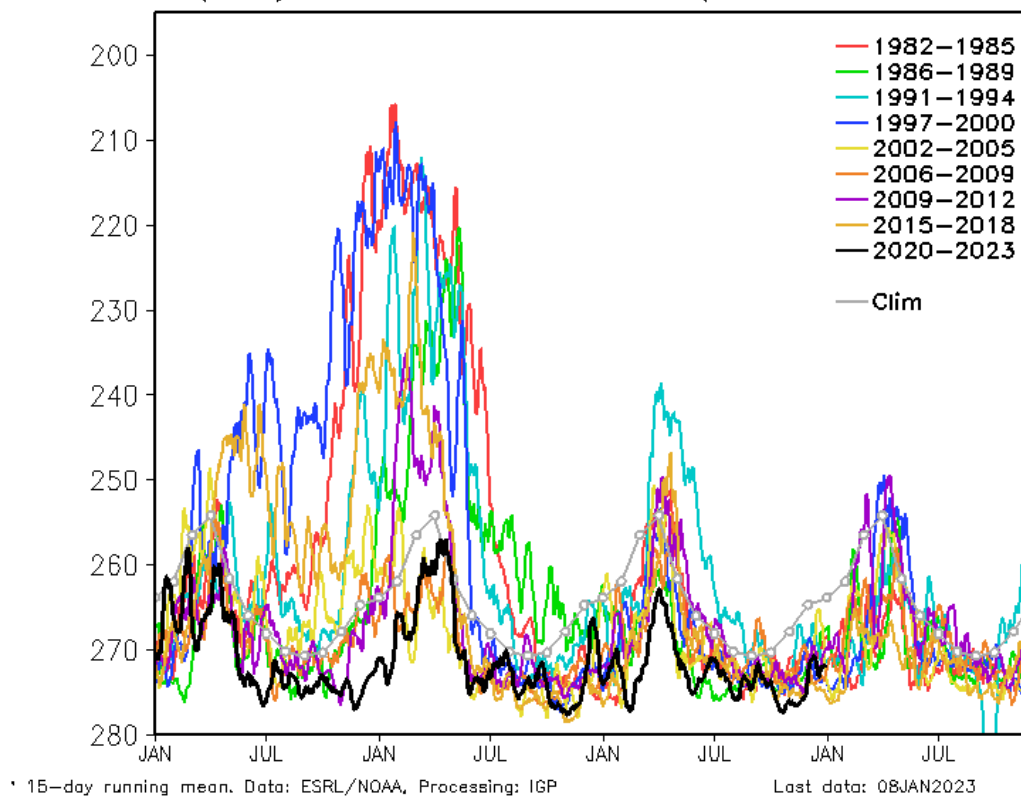


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

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

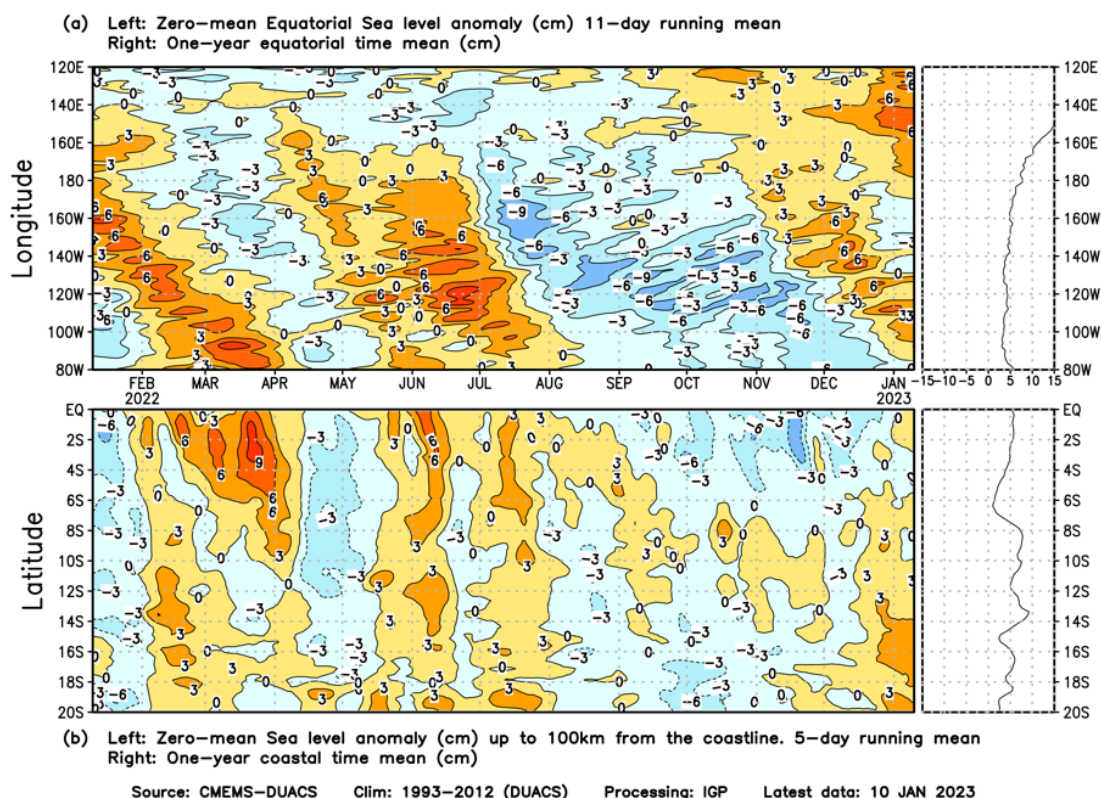


Figura 9. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), 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”

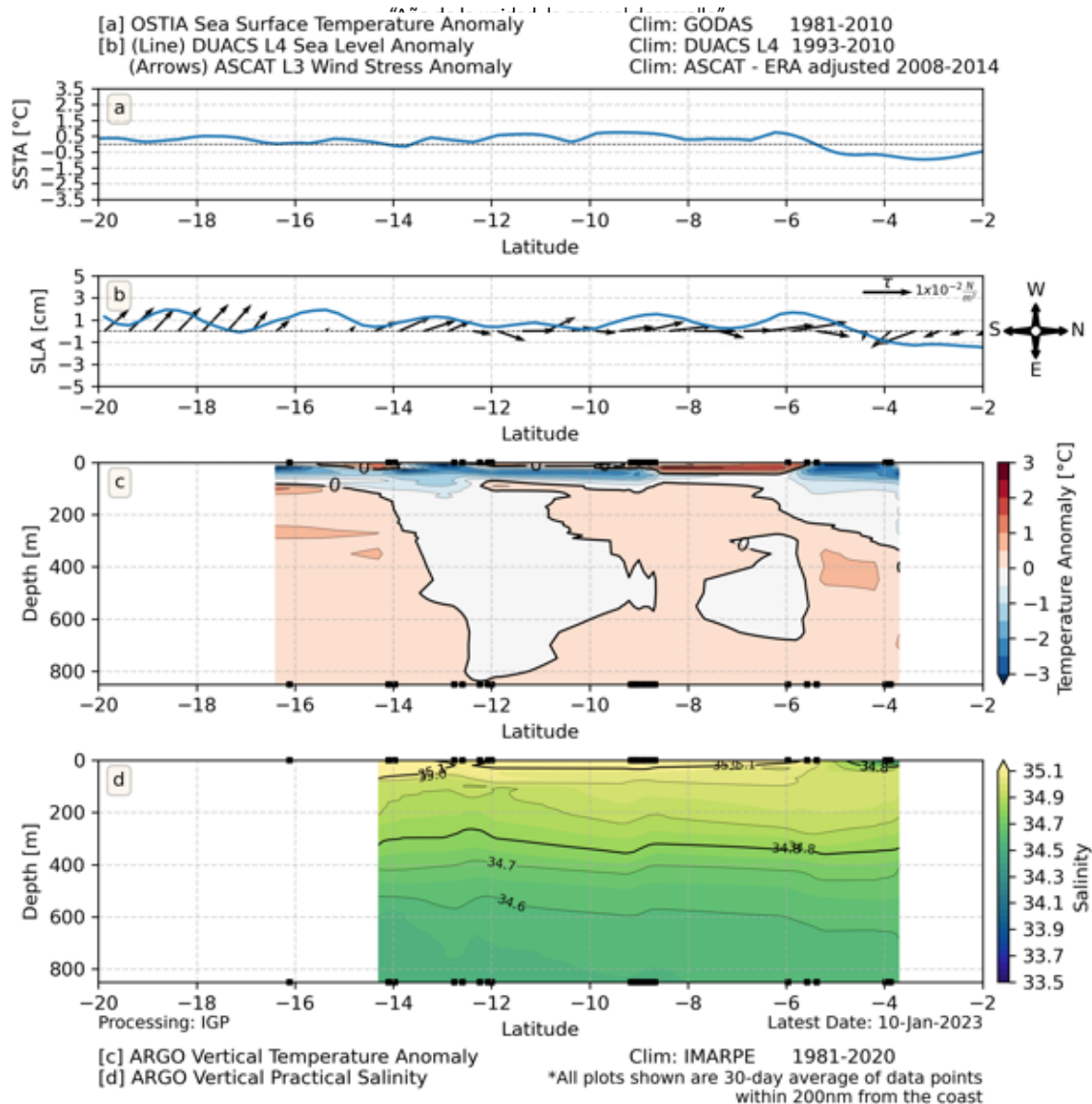


Figura 10. Variables a lo largo de la costa promediadas en los últimos 30 días y dentro de las 200 millas náuticas. De arriba abajo: 1) anomalía de la TSM obtenida del producto OSTIA; 2) anomalías del nivel del mar (línea azul) y esfuerzo de viento (vectores) de los productos DUACS y Blended, respectivamente, 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”

“A la ciencia, al arte, al deporte y al trabajo”

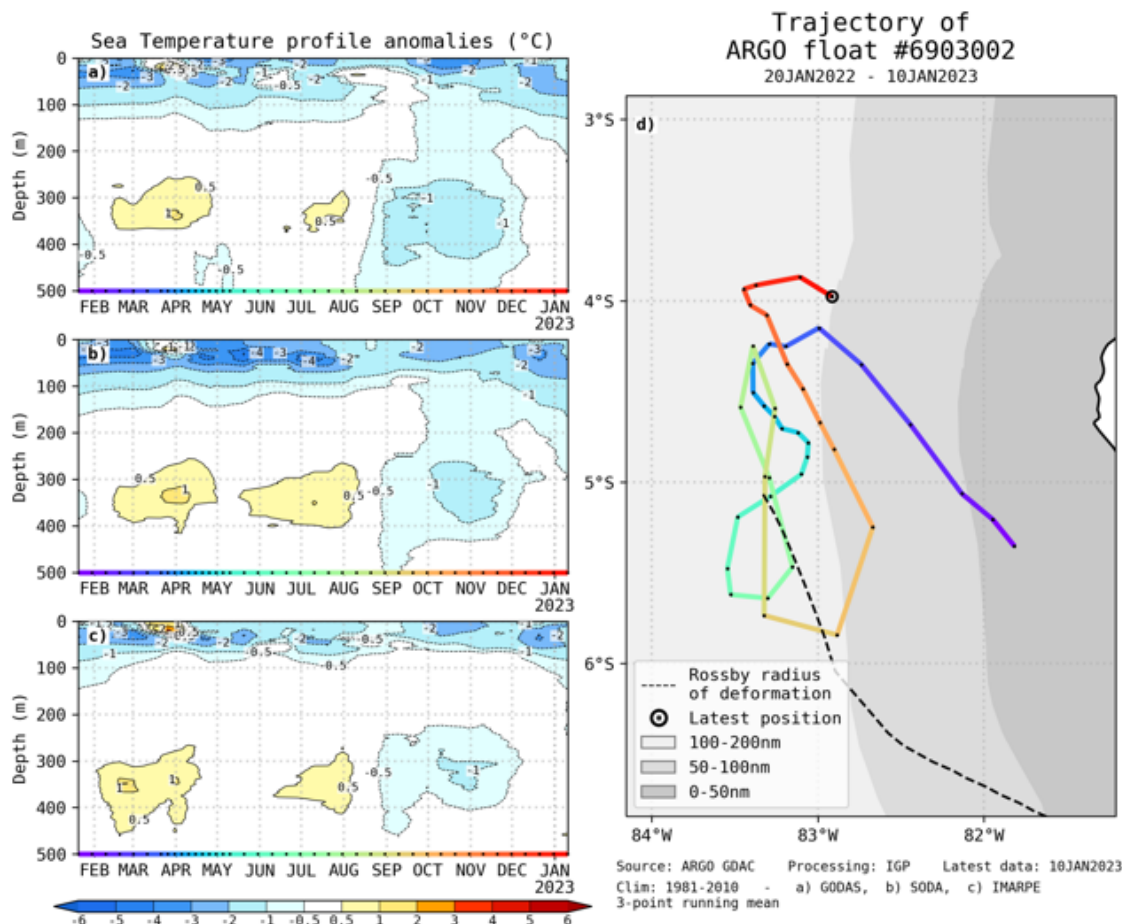


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 6903002. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria 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"

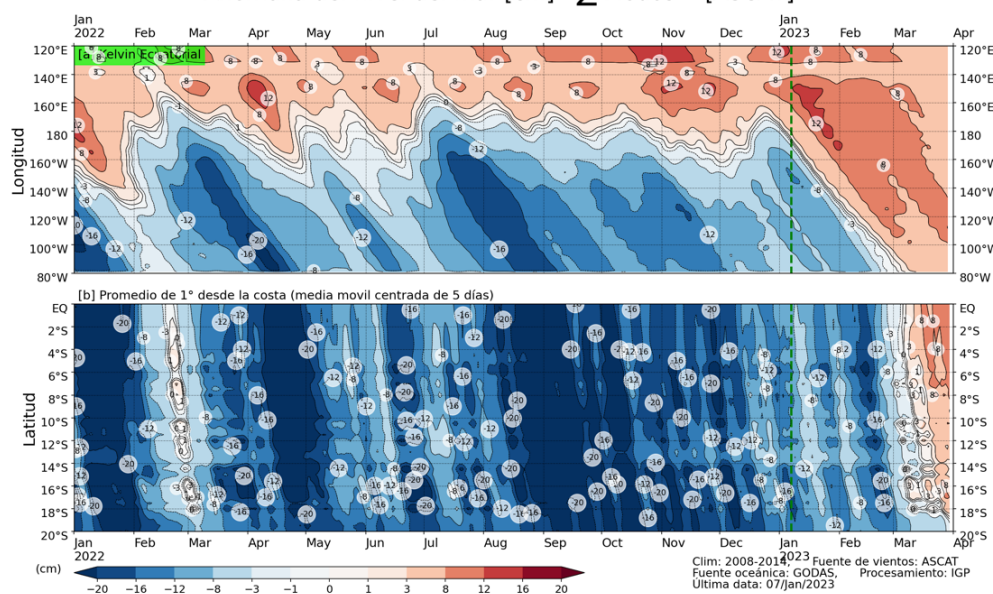
Anomalía del nivel del mar [cm] - $\sum$ Modos -- [ASCAT]

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 de la unidad, la paz y el desarrollo”

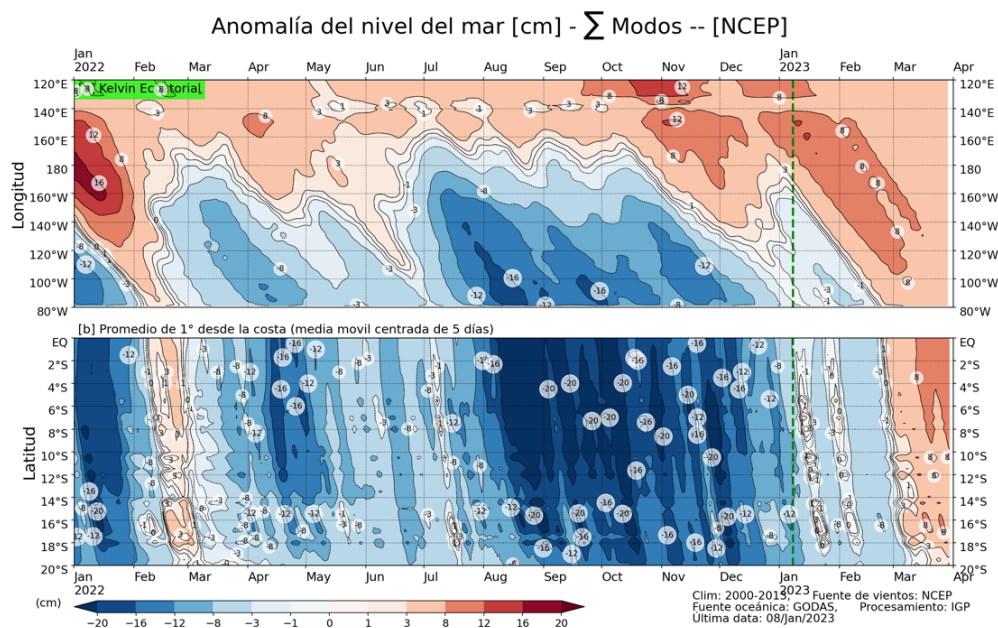


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos del *reanalysis* de NCEP. 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”

“A N O S 1 0 0”

Pronostico con modelos del ICEN CI 202301

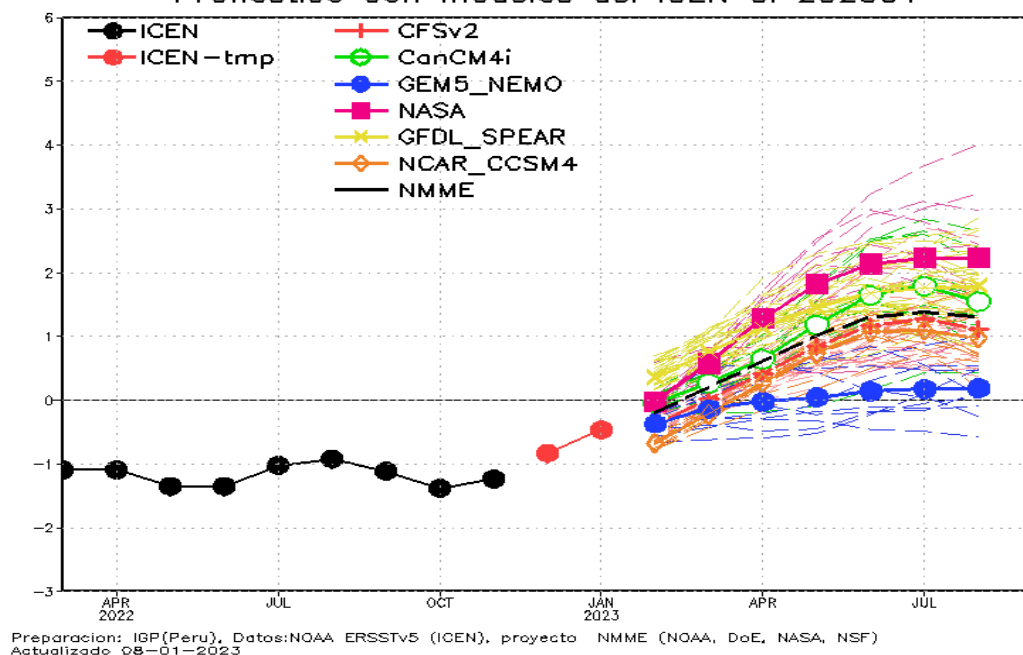


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial de enero de 2023. Fuente: IGP, NOAA, NMME.



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Condiciones Iniciales de Enero 2023

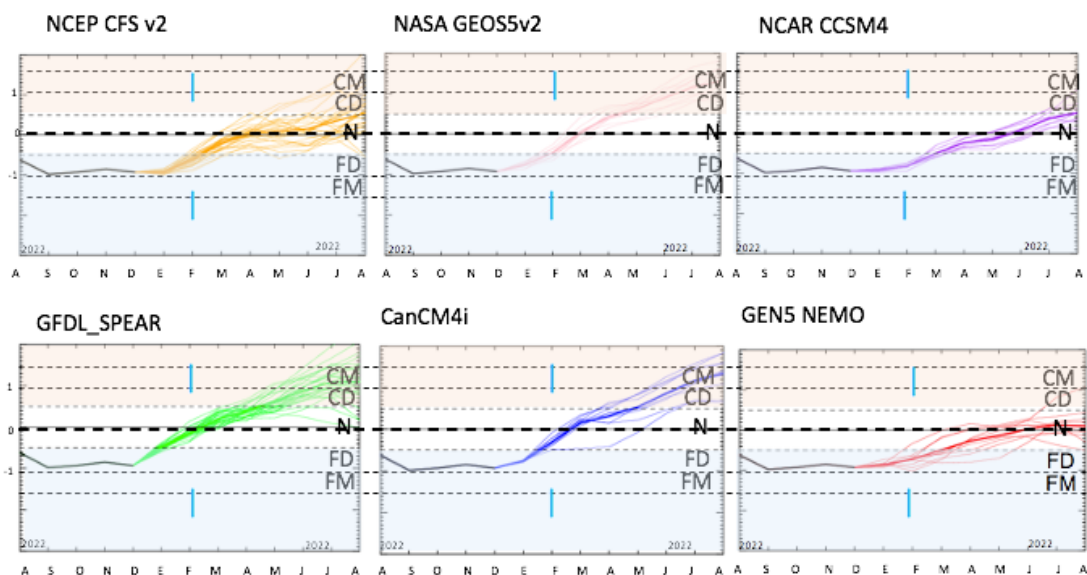


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.