



"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/2023-07

10/08/2023

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

Dado valor de Índice Costero El Niño (ICEN) de junio (2.62°C), la condición climática cálida fuerte ha alcanzado tres meses consecutivos, lo que significa que El Niño costero 2023 ha alcanzado la magnitud fuerte. Por lo pronto, la condición cálida fuerte se mantendría, según los ICEN temporales, en julio y agosto. Por otro lado, en el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de junio (0.77°C) indica la condición cálida débil; mientras que los valores temporales (ONI-tmp) de julio (1.08°C) y agosto (1.39°C) señalan condiciones cálidas moderadas. Según las observaciones, *in situ* y satelital, se observó la presencia de ondas de Kelvin cálidas, en especial el paso del núcleo del paquete de ondas cálidas en la primera quincena de julio. Por otro lado, en la profundidad de la termoclina, se observa la presencia de una onda de Kelvin fría que se desplaza hacia la costa americana y se localiza en 120°W . Asimismo, en el extremo occidental y como consecuencia de un pulso de viento del oeste en dicha zona, se observa el desarrollo de una onda de Kelvin cálida.

El promedio de las predicciones de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de agosto de 2023— para el Pacífico oriental indica condiciones de cálidas fuertes hasta noviembre, para luego pasar a condiciones cálidas moderadas y débiles de diciembre a junio 2024. Por otro lado, para el Pacífico central, entre setiembre y febrero de 2024 se esperarían condiciones cálidas moderadas, en el periodo de marzo a mayo las condiciones serían de cálidas moderadas a cálidas débiles.





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"

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 junio de 2023, el cual indica, como los dos últimos meses, la condición cálida fuerte (Tabla 1). Con el valor del ICEN de junio, El Niño Costero en curso habría alcanzado la magnitud fuerte. Hay que recordar que 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
2023	Marzo	1.51	Cálida Moderada
2023	Abril	2.19	Cálida Fuerte
2023	Mayo	2.55	Cálida Fuerte
2023	Junio	2.62	Cálida Fuerte

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 valores del ICENTmp de julio y agosto de 2023 indican condiciones cálidas fuertes (Tabla 2).

Tabla 2. ICEN temporales (ICENTmp) y sus categorías para junio y julio 2023.

Año	Mes	ICENTmp	Categoría
2023	Julio	2.82	Cálida Fuerte
2023	Agosto	2.77	Cálida Fuerte





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 junio de 2023, actualizado por la NOAA, es 0.77 °C, el que corresponde a una condición cálida 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
2023	Marzo	-0.16	Neutro
2023	Abril	0.14	Neutro
2023	Mayo	0.47	Neutro
2023	Junio	0.77	Cálida débil

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de julio y agosto de 2023, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, indican condiciones cálidas moderadas, con una tendencia positiva (Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2023	Julio	1.08	Cálida moderada
2023	Agosto	1.39	Cálida moderada

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

En julio, las anomalías de la TSM registradas en la región Niño 3.4, en promedio, estuvieron en el rango de cálida moderada. Por otro lado, en la región Niño 1+2, las anomalías de la TSM estuvieron en el rango de la condición cálida extraordinaria (Figura 1). Conforme a la información de los datos de las boyas de TAO, en promedio, los vientos alisios a lo largo de la franja ecuatorial (2°S–2°N) se mantienen débiles al oeste de la línea de cambio de fecha (Figura 2a). Por otro lado, la ATSM mantiene una tendencia positiva en toda la franja ecuatorial (Figura 2b), mientras que la profundidad de la termoclina permanece más profunda de lo normal en la zona oriental (Figura 2c).

Conforme a la información del esfuerzo de viento satelital de ASCAT hasta el 26 de julio (panel de la izquierda de la Figura 3), se observaron pulsos de vientos débiles del este en el Pacífico central durante la primera quincena de julio, luego se observa el desarrollo de un pulso de viento intenso del oeste que también se ve en la fuente de datos diarios de TAO (figura no mostrada).

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).





Según TAO, la profundidad de la termoclina se mantiene ligeramente menos inclinada de lo normal (Figura 4a), mientras que el contenido de calor mostró un pequeño incremento con respecto al mes anterior (Figura 4b). 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 y se mantiene así hasta la fecha (Figura 5).

Los valores de OLR (Outgoing Longwave Radiation) en julio, tanto en la zona occidental (170°E-140°W, 5°S-5°N) como la oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N), estuvieron por debajo de su climatología; sin embargo, desde finales de mes muestran una tendencia positiva. Esto se puede apreciar en la Figura 6 (zona occidental) y la Figura 7 (zona oriental).

Según la información *in situ* de la profundidad de la isoterma de 20 °C y remota del nivel del mar de la zona ecuatorial (ver Figura 3), en la primera quincena de julio se observó el paso del núcleo del paquete de ondas de Kelvin cálidas. Por otro lado, en la profundidad de la termoclina, se observa la presencia de una onda de Kelvin fría que se desplaza hacia la costa americana y se localiza en 120°W. Una onda de Kelvin cálida, a la fecha de magnitud débil, se observa alrededor de la línea de cambio de fecha, posiblemente se haya formado por el pulso de viento del oeste que se desarrolló en julio (ver Figura 3). Con información del nivel del mar, se observa la presencia de ondas de Rossby largas en la zona oriental (Figura 8b), que podrían estar contribuyendo a la advección de aguas cálidas hacia el Pacífico central. Por otro lado, en la zona occidental, no se aprecian ondas de Rossby relevantes (Figura 8b).

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 valores de la anomalía de la TSM, según OSTIA, se mantuvieron, en promedio, por encima de sus normales. Según el producto DUACS, el nivel del mar promedio mantiene valores por encima de lo normal en toda la costa, siendo más intenso al norte de 12°S (ver Figura 9). La información de los flotadores ARGO, los cuales se ubican principalmente más allá de las 50 millas náutica indican anomalías positivas por encima en los 110 metros de profundidad en promedio.

Sin el promedio de los últimos 365 días de la información diaria del nivel del mar de DUACS (Figura 10b) y la data cada cinco días de los flotadores ARGO que se encuentran en el mar peruano (ver anomalía de la temperatura del mar del flotador No. 6903003 en la Figura 11), se continúa observando el impacto de las ondas de Kelvin cálidas ecuatoriales frente a la costa peruana, siendo más intensas en la primera quincena del mes. Esto debe estar contribuyendo a mantener la temperatura superficial del mar por encima de sus valores normales y, en consecuencia, a El Niño costero 2023.

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas

Según los resultados de los modelos de ondas forzados con anomalías de viento iguales a cero para el pronóstico, se espera durante agosto una disminución del nivel del mar en el Pacífico ecuatorial, esto como consecuencia de la poca intensidad de las ondas de Kelvin cálidas e incluso la presencia de ondas de Kelvin frías en la zona oriental. Durante setiembre y octubre las anomalías se mantendrían ligeramente por encima de sus valores normales (Figura 12). Por otro lado, la resultados del mismo modelo de ondas, forzado con vientos pronosticados a 41 días del modelo CFSv2, muestra que dichas ondas cálidas no serían tan débiles como lo indicado por la simulación anterior (Figura 13).



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"

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, los pronósticos de los seis modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanCM4i-IC3, GEM5-NEMO, NASA-GEOSS2S, GFDL_SPEAR² y COLA-RSMAS-CCSM4), con condiciones iniciales de agosto de 2023, indican en promedio, condiciones cálidas fuertes hasta noviembre, cálidas moderadas entre diciembre y febrero de 2024; y finalmente condiciones cálidas débiles entre marzo y junio de 2024 (ver Tabla 5 y Figura 14).

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

Modelo	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2	2.31	1.85	1.64	1.72	1.82	1.88	1.86	1.77	1.66	----	----
CanCM4i	2.80	2.46	1.99	1.69	1.62	1.61	1.56	1.46	1.38	1.17	0.80
GEM5_NEMO	2.64	2.18	1.73	1.48	1.37	1.17	0.87	0.54	0.24	0.01	-0.24
NASA-GEOSS2S	2.93	2.72	2.28	1.80	1.29	0.84	0.38	0.00	NaN	NaN	NaN
GFDL_SPEARE	2.89	2.65	2.30	2.04	1.82	1.52	1.25	1.12	1.12	1.01	0.76
COLA-RMAS-CCSM4	2.70	2.37	2.01	1.78	1.62	1.42	1.16	0.98	0.96	1.01	1.02
Promedio											
NMME	2.71	2.37	1.99	1.75	1.59	1.41	1.18	0.98	1.07	0.80	0.59

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los pronósticos de los mismos modelos del párrafo anterior, se esperaría, en promedio, en agosto la condición cálida moderada; entre setiembre y febrero de 2024, la condición cálida fuerte; entre marzo y mayo, de cálidas moderadas a cálidas débiles, y, finalmente, en junio, la condición neutra. Esto indica, según los modelos, el desarrollo del evento El Niño en el Pacífico central que alcanzaría la magnitud fuerte, y se extendería, por lo pronto, hasta el otoño de 2024 (ver Tabla 6 y Figura 15).

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

Modelo	JAS	ASO	SON	OND	NDE	DEF	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ
CFS2	1.53	1.99	2.31	2.41	2.33	2.15	1.92	1.65	1.34	---	---
CanCM4i	1.36	1.67	1.91	2.04	2.12	2.12	1.99	1.74	1.38	0.91	0.39
GEM5_NEMO	1.43	1.69	1.80	1.79	1.73	1.64	1.47	1.21	0.81	0.24	-0.34
NASA-GEOSS2S	1.44	1.60	1.57	1.50	1.53	1.49	1.24	0.78	---	---	---
GFDL_SPEARE	1.30	1.54	1.73	1.89	2.01	2.02	1.90	1.65	1.35	1.00	0.59
COLA-RMAS-CCSM4	1.22	1.43	1.65	1.78	1.83	1.75	1.57	1.36	1.21	1.14	1.09
Promedio											
NMME	1.38	1.65	1.83	1.90	1.92	1.86	1.68	1.40	1.22	0.82	0.43

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.





Conclusiones

Según la información oceánica y atmosférica, en el mes de julio los valores de la TSM estuvieron superiores a su climatología en casi toda la región ecuatorial. La termoclina muestra una mayor profundización en la zona oriental, lo que contribuye a que esté menos inclinada de lo normal. Por otro lado, los vientos alisios, si bien han mostrado pulsos de viento débiles del oeste, en promedio, aún se mantienen más intensos de lo normal en la zona del Pacífico central. En lo que respecta a los valores de la precipitación en la región central y occidental del Pacífico, estos oscilaron dentro de su rango normal.

Frente a costa norte y centro del Perú (región Niño 1+2), las anomalías diarias de la TSM se mantuvieron con valores positivos (alrededor de 3.3 °C). Como consecuencia de esto, el valor del ICEN para junio se incrementó a 2.62, manteniéndose en la condición cálida fuerte. Como parte de su evolución, el evento El Niño Costero 2023, a la fecha, ha alcanzado la magnitud fuerte. Asimismo, las condiciones cálidas fuertes se mantienen para los ICEN temporales de julio (2.82) y agosto (2.77). En el Pacífico central los valores observados del ONI y sus temporales mantienen una tendencia positiva hacia un escenario El Niño en el Pacífico central.

Se espera la presencia de ondas de Kelvin cálidas hasta la siguiente semana y, luego del paso de ondas de Kelvin frías, para setiembre y octubre. En este último periodo, el pronóstico del modelo forzado con anomalías de vientos igual a cero indica ondas cálidas de poca intensidad; mientras que el pronóstico del modelo forzado con vientos pronosticados a 41 días de CFSv2 muestra que dichas ondas cálidas tendrían una mayor intensidad.

Los pronósticos de los modelos numéricos de las agencias internacionales para la región Niño 1+2 indican condiciones cálidas, de fuertes a débiles, por lo pronto, hasta junio de 2024. Esto significa la continuación de El Niño costero actual hasta, por lo menos, el otoño de 2024. Por otro lado, en el Pacífico central, los mismos modelos descritos en el párrafo anterior, pronostican el desarrollo del evento El Niño que se extendería hasta mediados del otoño de 2024.





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](https://doi.org/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.



PERÚ

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"

- **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.,** Montecinos, A., Goubanova, K., & Dewitte, B., 2011: ENSO regimes: reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. Geophysical Research Letters, 38 (10). <https://doi.org/10.1029/2011GL047364>
- **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





PERÚ

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"

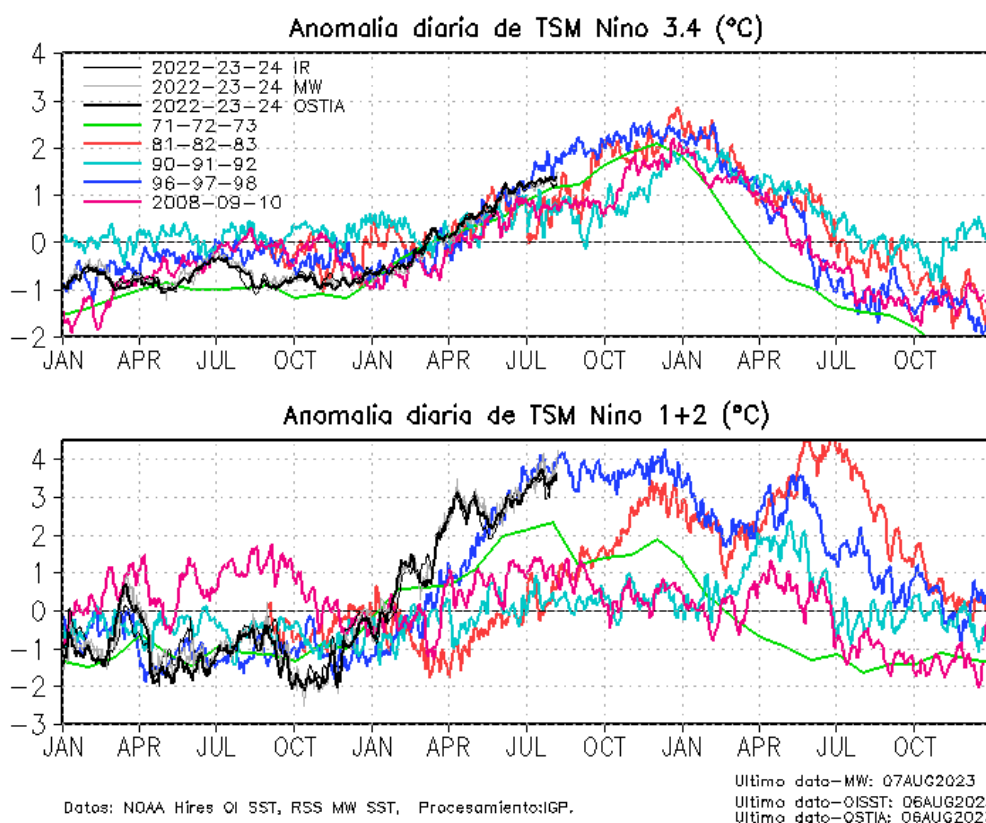


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del 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 2016-2018. Elaborado por el IGP.



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

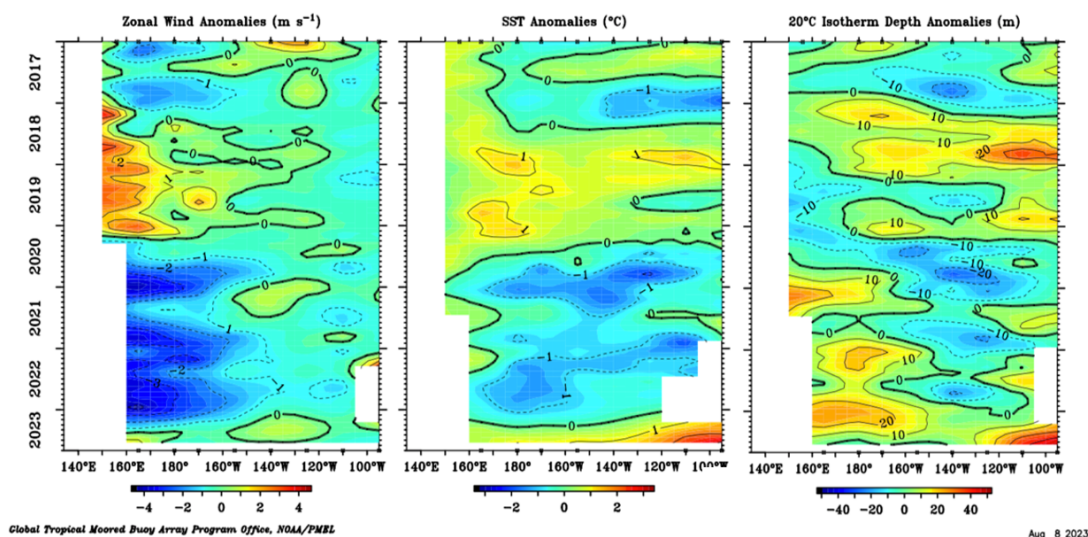


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (panel izquierdo), de la temperatura superficial del mar (panel central) y de la profundidad de la isoterma de 20 °C (panel derecho) y a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen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

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

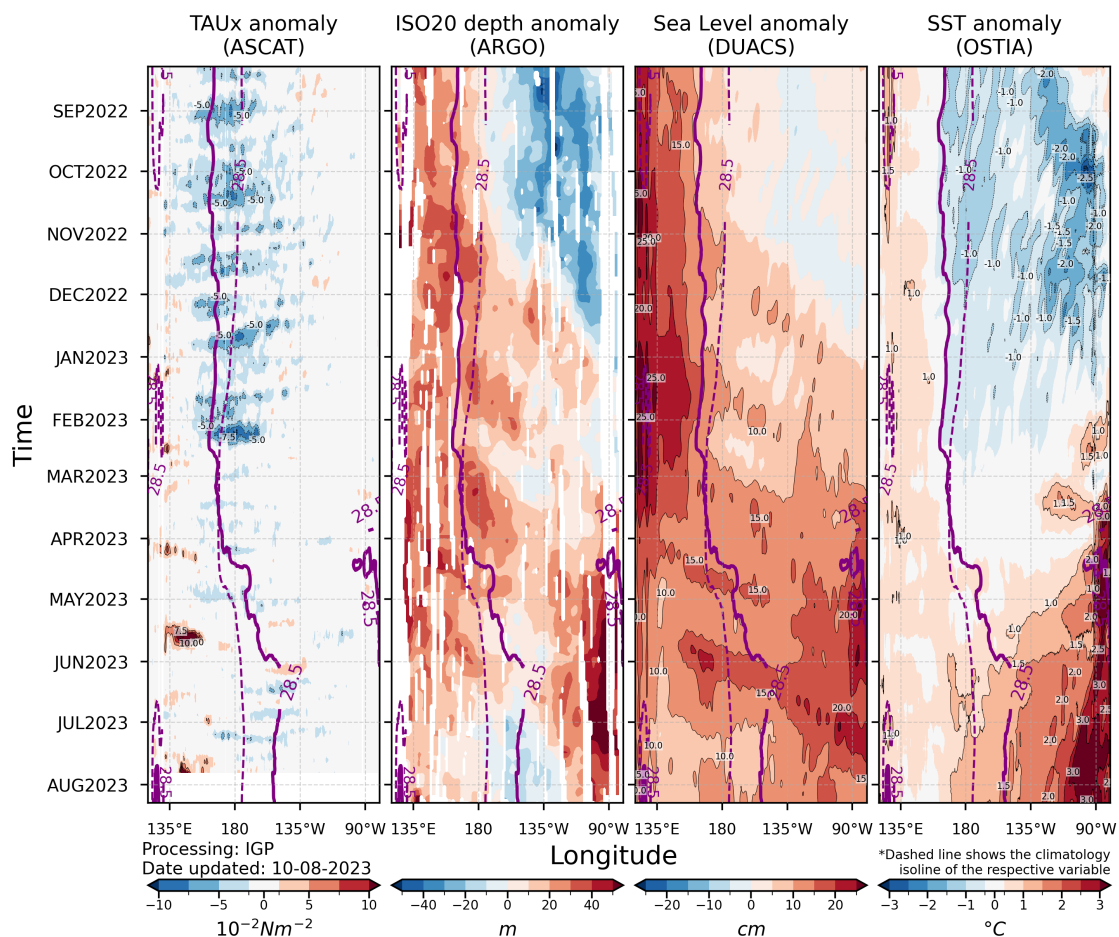


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo en la franja ecuatorial de las anomalías, de izquierda a derecha, del esfuerzo de viento zonal (ASCAT), de la profundidad de la termoclina (ARGO), del nivel del mar (DUACS) y de la temperatura del mar (OSTIA). La línea morada continua (entrecortada) indica la posición observada (climatológica) de la isoterma de 28.5 °C. Elaborado por el IGP.

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

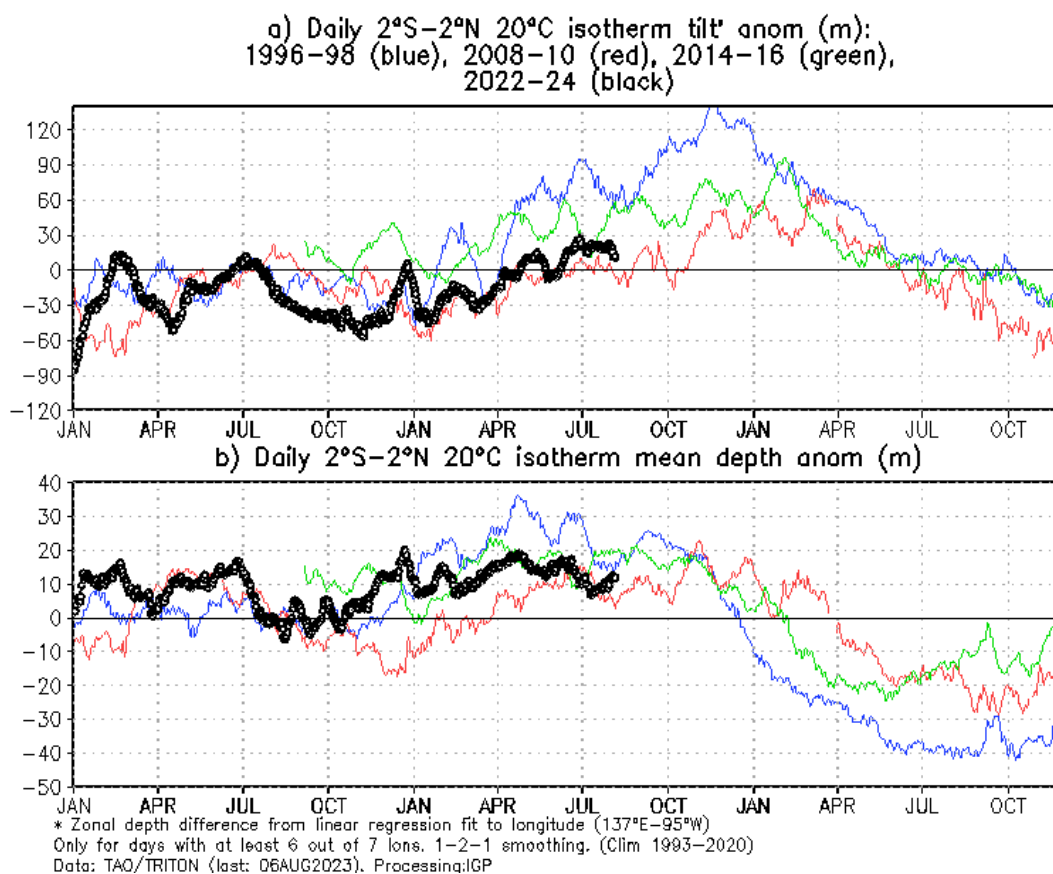


Figura 4. a) Inclínación de la termoclina y **b)** contenido de calor en el Pacífico ecuatorial (2°N y 2°S). La data usada para este cálculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.



PERÚ

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"

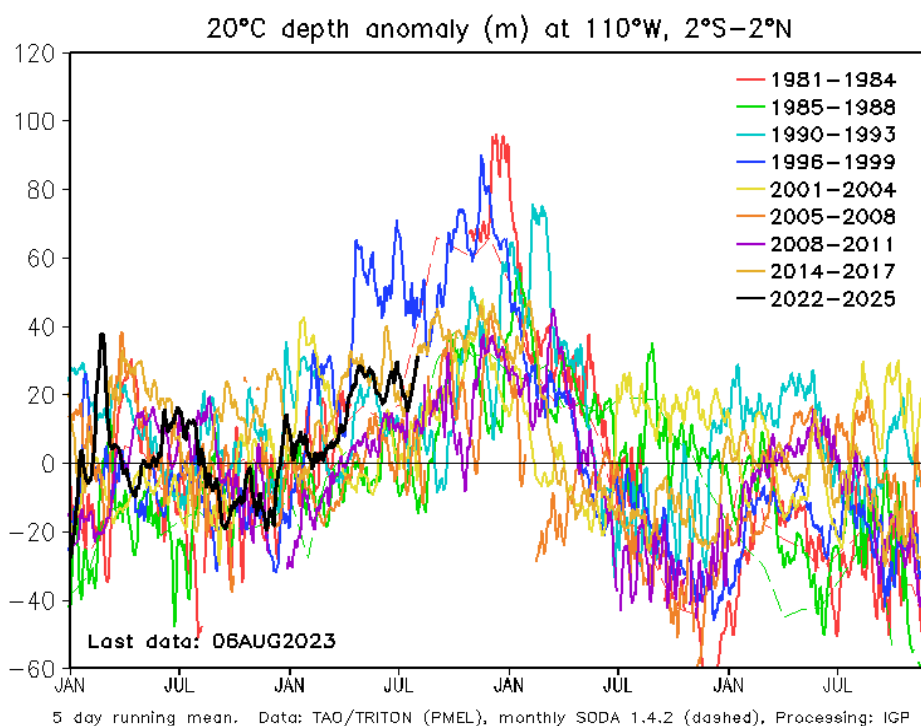


Figura 5. Anomalia de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 110°W y promediada entre 2°S y 2°N. La data usada para este calculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.





PERÚ

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"

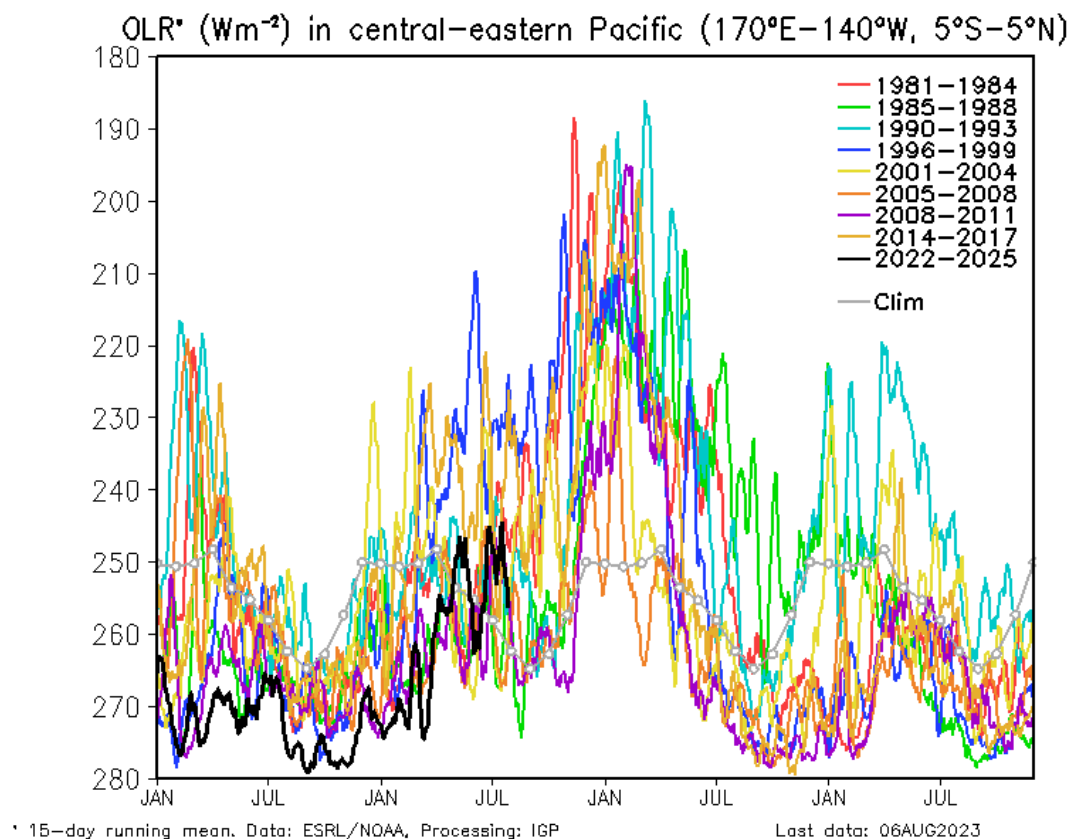


Figura 6. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°E – 140°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.





PERÚ

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"

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

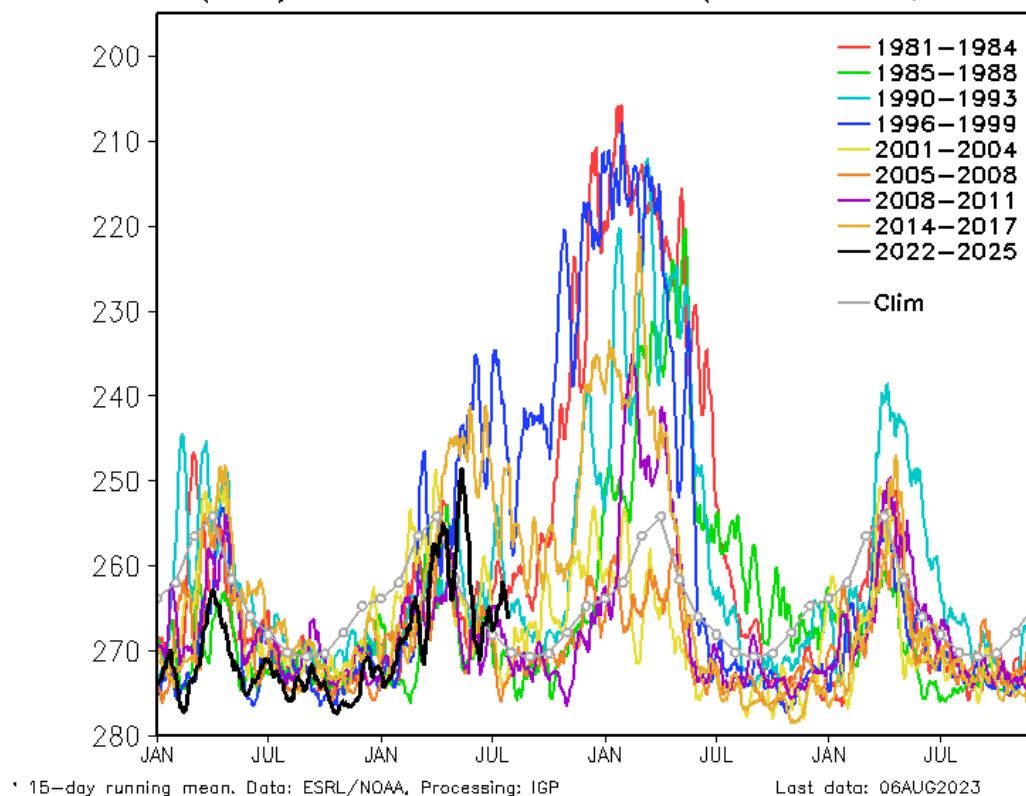


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.



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

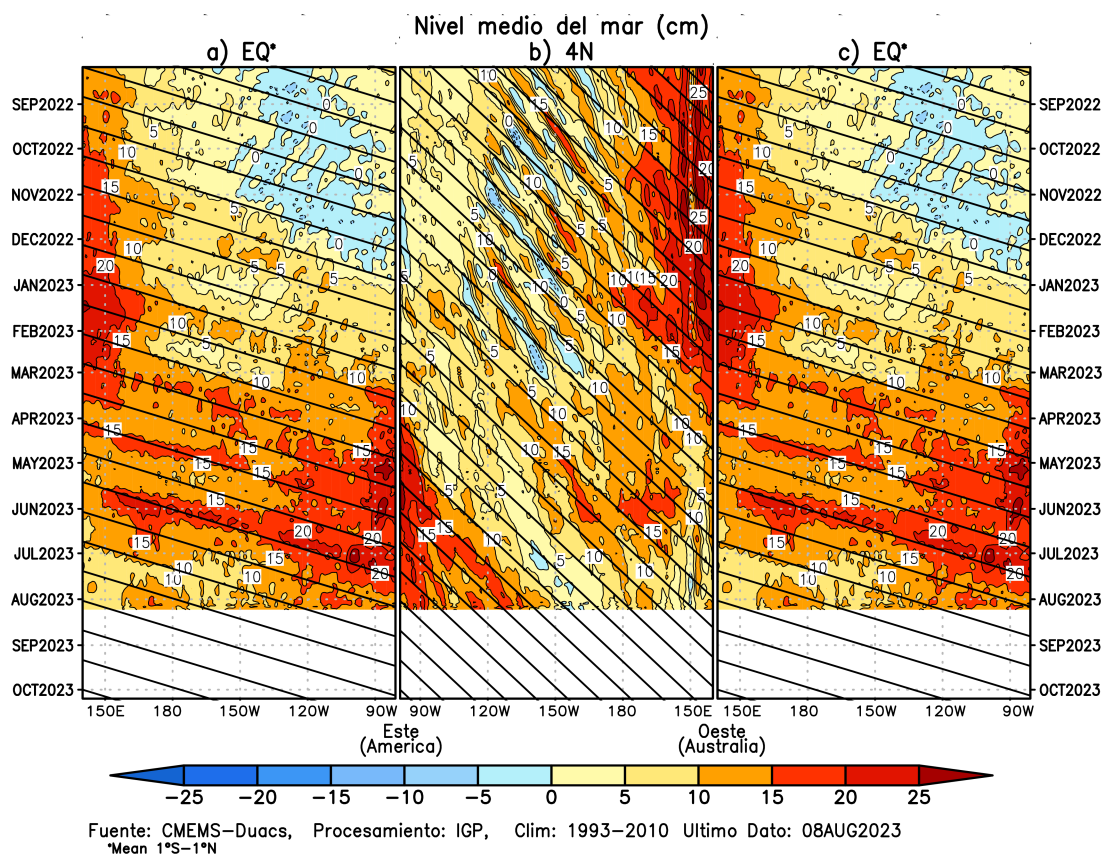


Figura 8. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°N, pero con el eje zonal de este a oeste. 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.

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

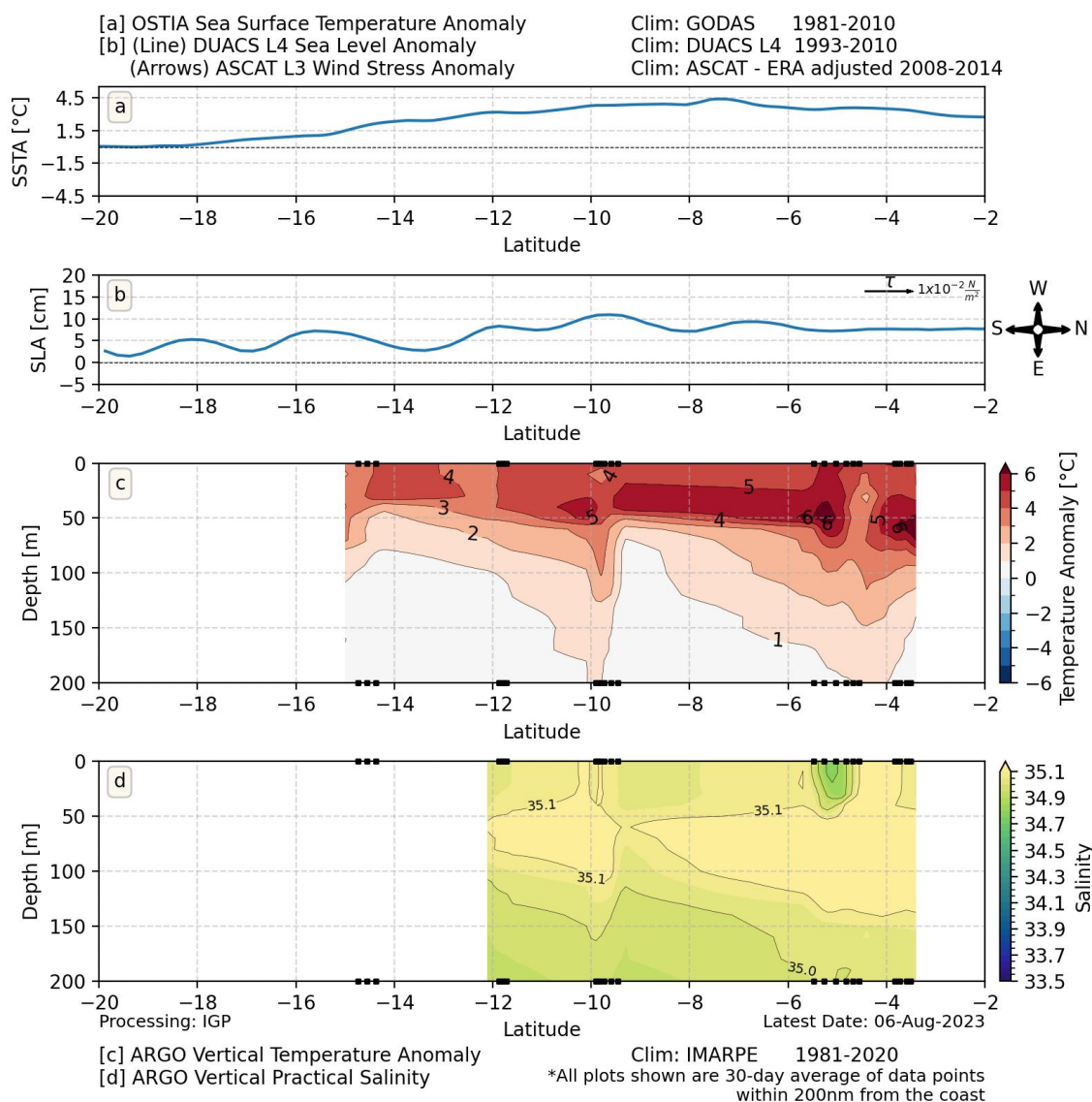


Figura 9. Variables a lo largo de la costa promediadas en los últimos 30 días y dentro de las 200 millas náuticas. De arriba abajo: 1) anomalía de la TSM obtenida del producto OSTIA; 2) anomalías del nivel del mar (línea azul) y esfuerzo de viento (vectores) de los productos DUACS y Blended, respectivamente, 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 de la unidad, la paz y el desarrollo"

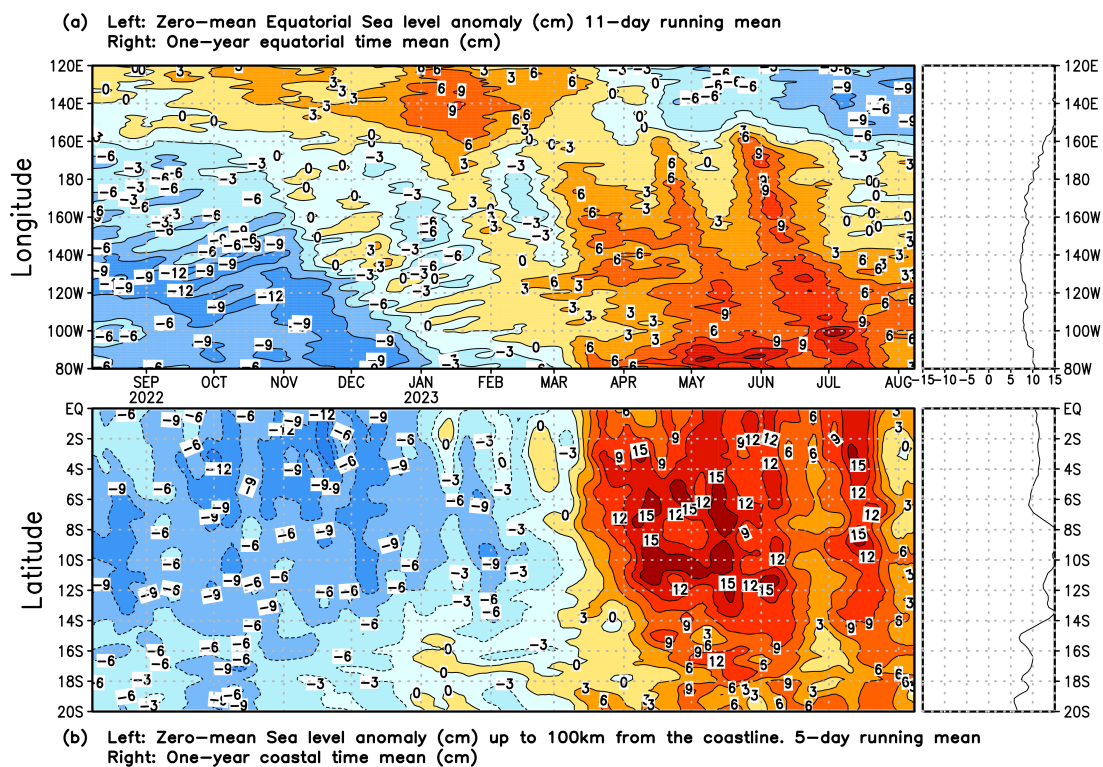


Figura 10. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), 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 de la unidad, la paz y el desarrollo"

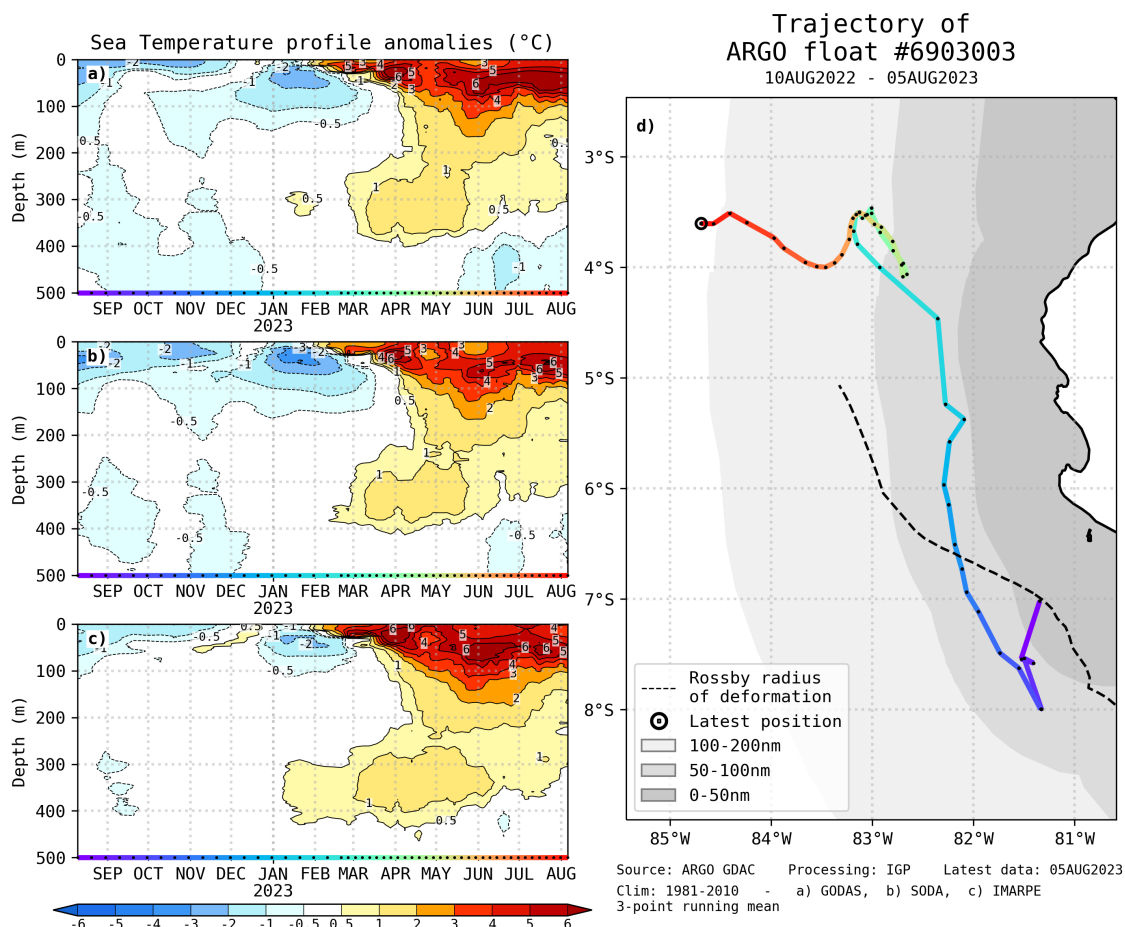


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 6903002. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria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



PERÚ

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"

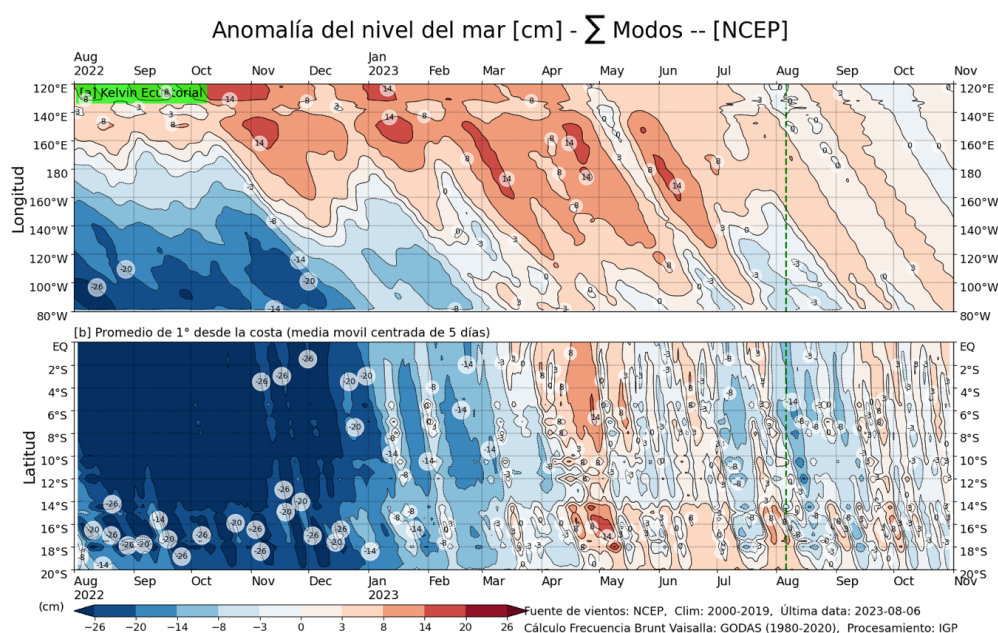


Figura 12. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos del *reanalysis* de NCEP. 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 de la unidad, la paz y el desarrollo"

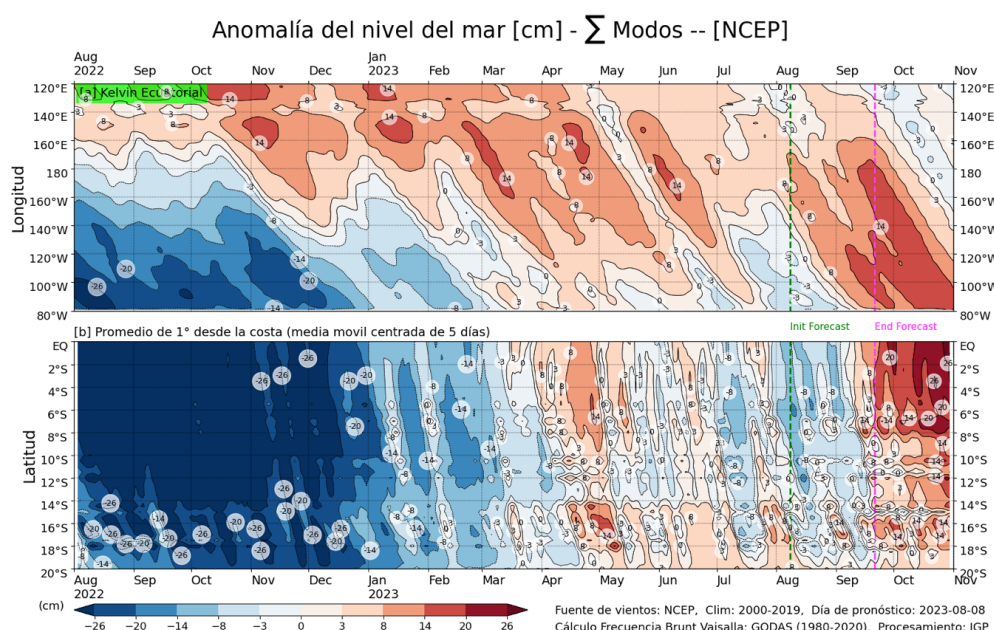


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos del *reanalysis* de NCEP para el diagnóstico y vientos de GFSv2 para el pronóstico de los siguientes 42 días. 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"

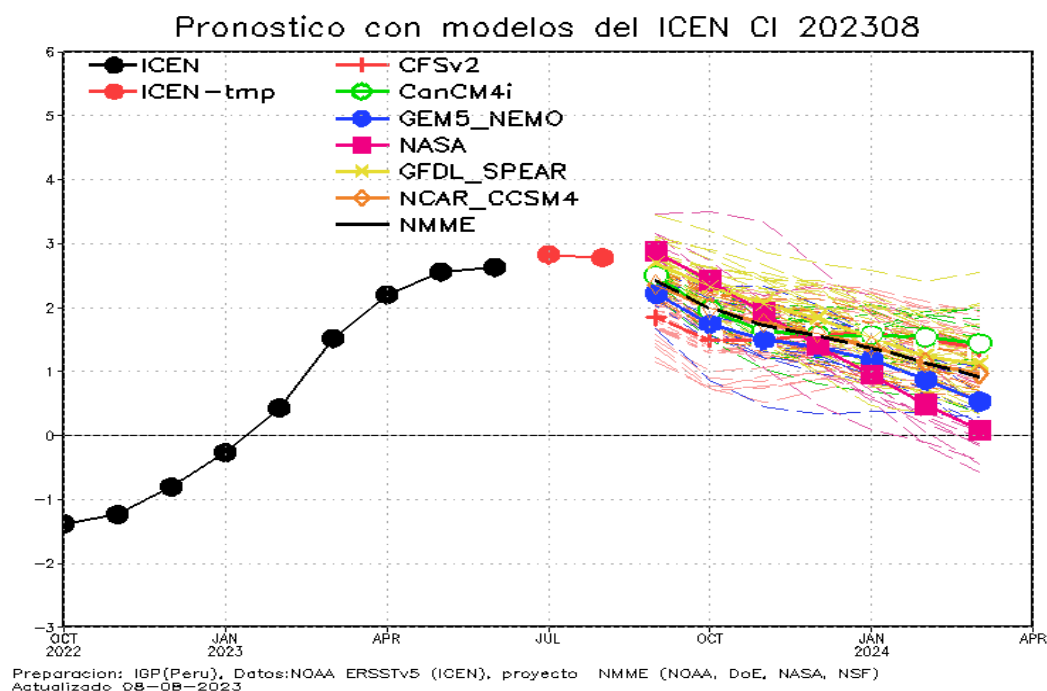


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCSM4, COLA-RSMAS-CCSM4 tienen como condición inicial de agosto de 2023. Fuente: IGP, NOAA, NMME



PERÚ

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"

Condiciones Iniciales de Agosto 2023

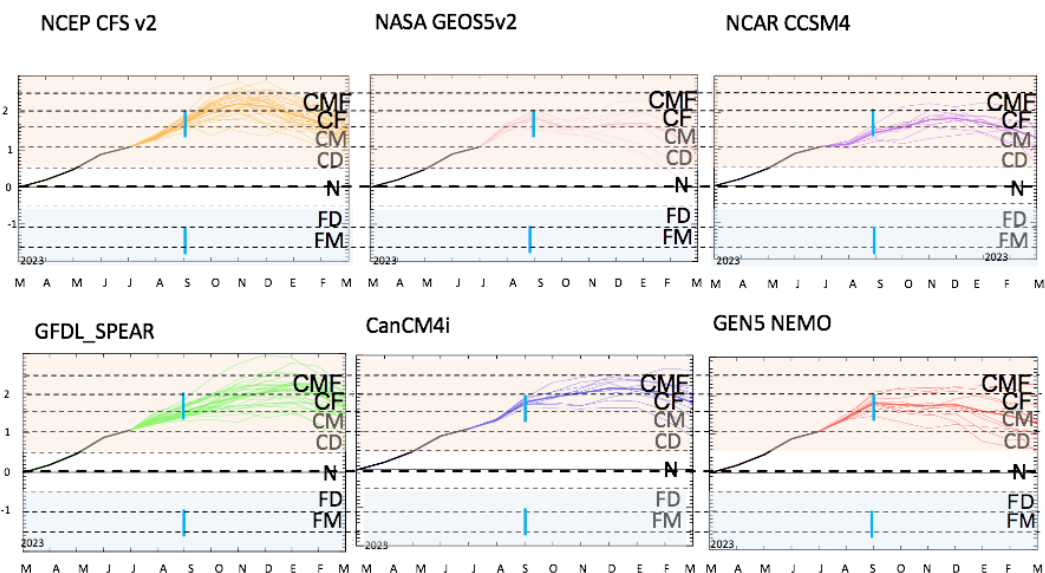


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.

