



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"

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/2023-03

10/04/2023

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

Para el mes de febrero, según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), se presentó la condición climática cálida débil (0.42°C), lo que indicaría que El Niño costero 2023 (ENFE, 2013) se habría iniciado en febrero. Los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de marzo (1.19°C) y abril (1.75°C) indican condiciones cálida moderada y cálida fuerte, respectivamente. Por otro lado, en el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de febrero (-0.45°C) y los valores temporales (ONI-tmp) de marzo (-0.22°C) y abril (0.10°C) coinciden en mostrar la condición neutra.

Conforme a las observaciones, *in situ* y satelital, el núcleo de la onda de Kelvin cálida habría iniciado su arribo a la costa peruana durante marzo. Por otro lado, se espera en la siguiente semana el arribo de ondas de Kelvin cálidas días y, debido a un pulso de viento del oeste en el Pacífico occidental, según el pronóstico de los modelos de ondas, también se espera el arribo de otro paquete de ondas de Kelvin cálidas para los meses de junio-julio.

El promedio de las pronósticos de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de abril de 2023— para el Pacífico oriental indica condiciones cálidas fuertes de abril a setiembre, y condiciones cálidas moderadas para octubre y noviembre. Por otro lado, para el Pacífico central, se esperarían condiciones neutras hasta mayo y condiciones cálidas, desde débiles a moderadas, entre junio a octubre. Para noviembre alcanzaría la condición 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"

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 febrero de 2023, el cual indica la condición cálida débil (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	Noviembre	-1.24	Fría Moderada
2022	Diciembre	-0.81	Neutro
2023	Enero	-0.27	Neutro
2023	Febrero	0.42	Cálida débil

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 marzo y abril de 2023 indican condiciones Cálida Moderada y Cálida fuerte, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. ICEN temporales (ICENtmp) y sus categorías para marzo y abril 2023.

Año	Mes	ICENtmp	Categoría
2023	Marzo	1.19	Cálida Moderada
2023	Abril	1.75	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 febrero de 2023, actualizado por la NOAA, es 0.45 °C, el que corresponde a una condición neutral¹. El evento La Niña habría finalizado en el mes de enero.

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	Noviembre	-0.93	Fría Débil
2022	Diciembre	-0.83	Fría Débil
2023	Enero	-0.71	Fría Débil
2023	Febrero	0.45	Cálida Débil

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de marzo y abril de 2023, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, coinciden en indicar la condiciones neutras (Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp (°C)	Categoría
2023	Marzo	-0.22	Neutra
2023	Abril	0.10	Neutra

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

En marzo, la anomalía de la TSM en la región Niño 3.4 osciló dentro de su valor normal (Figura 1a); por otro lado, en la región Niño 1+2, las anomalías mostraron un incremento abrupto que alcanzó un pico de alrededor de 3°C (Figura 1b). Este incremento abrupto ha influido en el valor del ICEN de febrero, el que alcanzó la categoría de Cálida Débil (ver Tabla 1). Según los datos de TAO, los alisios mantuvieron una tendencia hacia la normalización (Figura 2a). En relación a la profundidad de la termoclina, esta continúa con anomalías positivas en todo el Pacífico ecuatorial (Figura 2b). Sobre la anomalía de la TSM, TAO muestra una tendencia a la normalización en el Pacífico central y occidental (Figura 2c), pero para la región central oriental no hay datos de esta variable; sin embargo, otras fuentes de datos (no mostrada en este informe) indican un incremento de la ATSM en el extremo oriental. Conforme a la información de los datos de vientos (ASCAT), durante marzo, no se observaron pulsos intensos, tanto del oeste como del este, aunque a inicios de abril, se empezaron a desarrollar dos pulsos de viento: uno del oeste, entre 120°E y 150°E, y otro del este alrededor de la línea de cambio de fecha (Figura 3).

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).





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"

Según la información diaria de TAO, la inclinación de la termoclina mostró una tendencia a la normalización durante marzo. Actualmente, se encuentra en el rango neutral (Figura 5a). Por otro lado, se aprecia un contenido de calor positivo (Figura 5b), posiblemente como consecuencia del paso de las ondas de Kelvin cálidas. 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 con una tendencia positiva (Figura 6).

Los valores de OLR (Outgoing Longwave Radiation) en marzo, tanto en la zona occidental (170°E-140°W, 5°S-5°N) como la oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N), se acercan a sus valores climatológicos. Esto se puede apreciar en la Figura 7 (zona occidental) y la Figura 8 (zona oriental).

Conforme a la información de altimetría satelital y de los resultados de los modelos numéricos de ondas, el núcleo de la onda de Kelvin cálida habría iniciado su arribo a la costa sudamericana durante marzo. Se aprecia el avance de otra de ondas de Kelvin cálida hacia la costa americana, Su intensidad, a la fecha, es superior a la que le antecede. La misma data de altimetría muestra una nueva anomalía positiva del nivel del mar al oeste de 150°W. Con los resultados de los modelos de ondas se puede interpretar esta señal como una nueva onda de Kelvin cálida que se habría formado como consecuencia de un pulso de viento del oeste en el extremo occidental a inicios de abril (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 alisios frente a la costa peruana tuvieron valores por debajo de su normal en casi toda la costa peruana, siendo más notorio en la costa centro y norte. Los valores de la TSM, según OSTIA, mostraron valores, en promedio, por encima de sus normales, alcanzando anomalías por encima de los 4 °C en la costa centro y norte. Según el producto DUACS, el nivel del mar mantiene valores por encima de lo normal en toda la costa, siendo más intenso al norte de 8°S. La información de los flotadores ARGO, los cuales se ubican principalmente más allá de las 50 millas náutica, muestran anomalías positivas desde la superficie hasta casi los 100 metros de profundidad. Luego se observaron anomalías negativas entre 50 y 250 metros para luego volver a anomalías positivas, principalmente en el norte del Perú (Figura 10).

Sin el promedio de los últimos 365 días de la información diaria de DUACS, en la Figura 9 se observa el paso del núcleo de la onda de Kelvin cálida a lo largo de la costa peruana. No se observa la presencia de una onda de Kelvin fría en esta variable, posiblemente, por el escenario de anomalías positivas que se vienen desarrollando. Según el flotador ARGO No. 6903003 —localizado dentro las 200 millas náuticas de la costa y entre 3.5° y 3.9°S—, desde febrero se registran anomalías positivas que han superado los 6 °C dentro de los 55 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 el arribo de ondas de Kelvin cálidas entre fines de abril e inicios de mayo. Asimismo, el pulso de viento del oeste en el extremo oriental, según el modelo de ondas, se estaría proyectando en una nueva onda de Kelvin cálida que arribaría a la costa peruana entre junio y julio (Figura 12 y 13). Asimismo, cabe indicar que no se aprecian, a la fecha, ondas de Rossby intensas que se pudieran reflejar como ondas de Kelvin en el extremos occidental del Pacífico (Figura 4).



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 abril de 2023, indican, en promedio, condiciones cálidas fuertes de abril a setiembre, y cálida moderada para los meses de octubre y noviembre. (ver Tabla 5 y Figura 14). Esto último significa, según los resultados de los modelos, el desarrollo de un evento El Niño costero, por lo pronto de magnitud fuerte, que habría iniciado en el mes de febrero.

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

<i>Modelo</i>	<i>MAM</i>	<i>AMJ</i>	<i>MJJ</i>	<i>JJA</i>	<i>JAS</i>	<i>ASO</i>	<i>SON</i>	<i>OND</i>
<i>CFSv2</i>	1.78	2.03	2.18	2.19	2.01	1.81	1.73	1.83
<i>CanCM4i</i>	1.49	1.72	2.00	2.18	2.01	1.64	1.29	1.08
<i>GEM5_NEMO</i>	1.85	1.89	1.70	1.47	1.39	1.28	1.18	1.12
<i>NASA</i>	2.09	2.54	2.81	2.68	2.32	1.78	1.36	1.16
<i>GFDL_SPEARE</i>	1.95	2.24	2.39	2.44	2.45	2.33	2.15	1.97
<i>NCAR_CCSM4</i>	1.35	1.44	1.65	1.76	1.72	1.57	1.41	1.32
<i>Promedio</i>								
<i>NMME</i>	1.75	1.98	2.12	2.12	1.98	1.74	1.52	1.41

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los pronósticos de los mismos modelos del párrafo anterior, se esperarían condiciones neutras hasta mayo de 2023, seguida de la condición cálida débil para junio. Finalmente, desde julio a noviembre se esperaría condiciones de cálidas moderadas a cálidas fuertes. Esto indica, según los modelos, el inicio de un evento El Niño en el Pacífico central, desde junio de magnitud moderada (ver Tabla 6 y Figura 15).

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

<i>Modelo</i>	<i>MAM</i>	<i>AMJ</i>	<i>MJJ</i>	<i>JJA</i>	<i>JAS</i>	<i>ASO</i>	<i>SON</i>	<i>OND</i>
<i>CFSv2</i>	0.11	0.45	0.86	1.18	1.46	1.68	1.89	1.98
<i>CanCM4i</i>	0.10	0.41	0.78	1.17	1.43	1.57	1.63	1.75
<i>GEM5_NEMO</i>	0.10	0.42	0.75	1.04	1.23	1.33	1.41	1.46
<i>NASA</i>	0.07	0.37	0.68	0.92	0.97	0.97	1.04	1.17
<i>GFDL_SPEAR</i>	0.13	0.49	0.92	1.27	1.45	1.51	1.61	1.78
<i>NCAR_CCSM4</i>	0.07	0.32	0.57	0.85	1.04	1.16	1.24	1.34
<i>Promedio</i>								
<i>NMME</i>	0.10	0.41	0.76	1.07	1.26	1.37	1.47	1.58

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.



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"

Conclusiones

Según la información oceánica, en marzo se mantuvieron valores de la TSM cerca de sus valores normales en casi todo el Pacífico ecuatorial, solo en el extremo oriental se observaron anomalías positivas, esto como parte de la presencia de El Niño costero (ENFEN, 2023).

Frente a costa norte y centro del Perú (región Niño 1+2), las anomalías diarias de la TSM alcanzaron valores positivos muy altos, por encima de 3 °C, comparables a los de marzo de 2017. Como consecuencia de esto, el valor del ICEN para febrero es de 0.43 y corresponde a una condición cálida débil, lo que significa que El Niño costero 2023 habría iniciado en dicho mes. Por otro lado, el valor del ICEN temporal de marzo y abril indican condiciones cálida moderada (1.19) y cálida fuerte (1.75), respectivamente. Con respecto al Pacífico central el valor del ONI de febrero es Neutro (-0.45), lo que indicaría el fin del evento La Niña en dicha región, los valores temporales del ONI para marzo y abril, coinciden en condiciones neutras.

Según la información observada, *in situ* y satelital, así como los resultados de los modelos de ondas, durante marzo y hasta la fecha, se ha observado la presencia de un máximo de nivel del mar a lo largo de la costa peruana en lo que va del evento El Niño costero. Esta anomalía estaría relacionada al núcleo de un paquete de ondas de Kelvin cálidas que habrían arribado a la costa peruana. Por otro lado, se espera que otra onda de Kelvin cálida arribe entre fines de abril e inicios de mayo. Finalmente, un pulso de viento del oeste que se ha desarrollado en el extremo occidental, según el modelo de ondas, se estaría proyectando en una nueva onda de Kelvin cálida que arribaría entre junio y julio. La presencia de estas ondas de Kelvin mantendrían los valores de la TSM por encima de sus normales en los siguientes meses.

Los pronósticos de los modelos numéricos de las agencias internacionales indican condiciones cálidas, de fuertes a moderadas, por lo pronto, hasta el mes de noviembre frente a la costa norte y centro del Perú. Esto significa el desarrollo de un evento El Niño de magnitud fuerte que se habría iniciado en febrero. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los pronósticos de estos modelos más allá 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 neutras hasta mayo de 2023 y luego muestran una transición hacia un evento El Niño desde junio de 2023. Hay que señalar que, a la fecha, no se aprecia algún tipo de desarrollo claro de un evento El Niño en dicha región.





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"

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.
- ENFEN, 2023: Comunicado Oficial ENFEN N°03-2023. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5363>
- 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
- 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 Magister 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





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

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.
- **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"

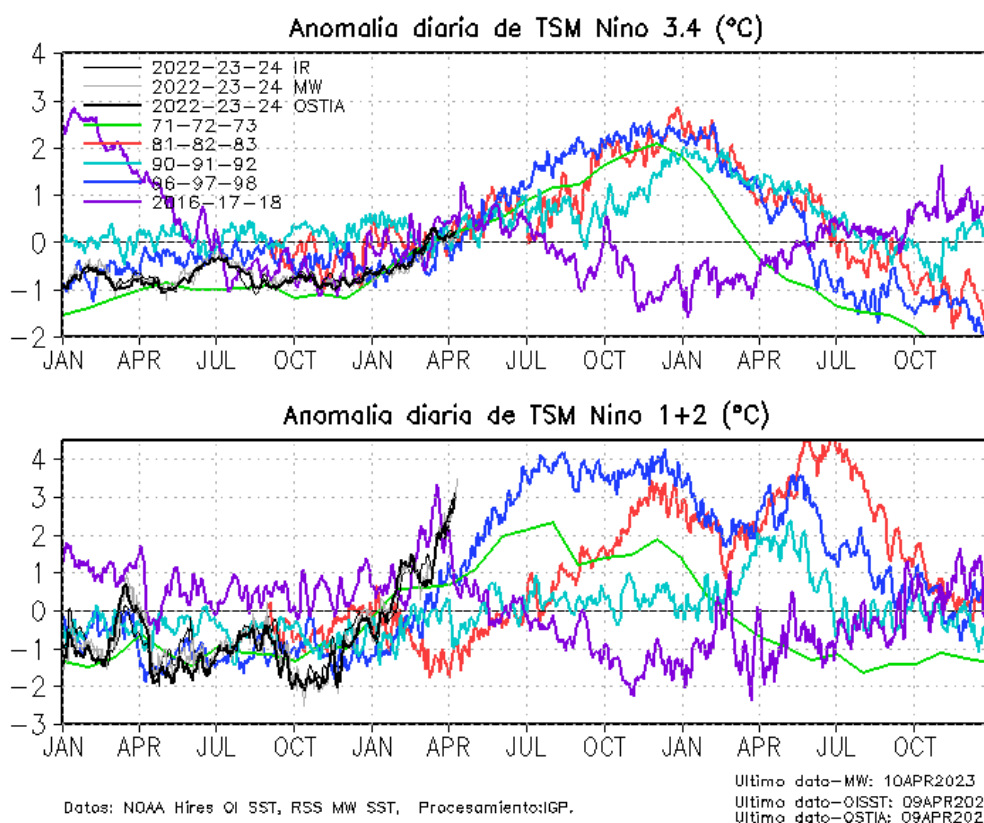


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del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





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"

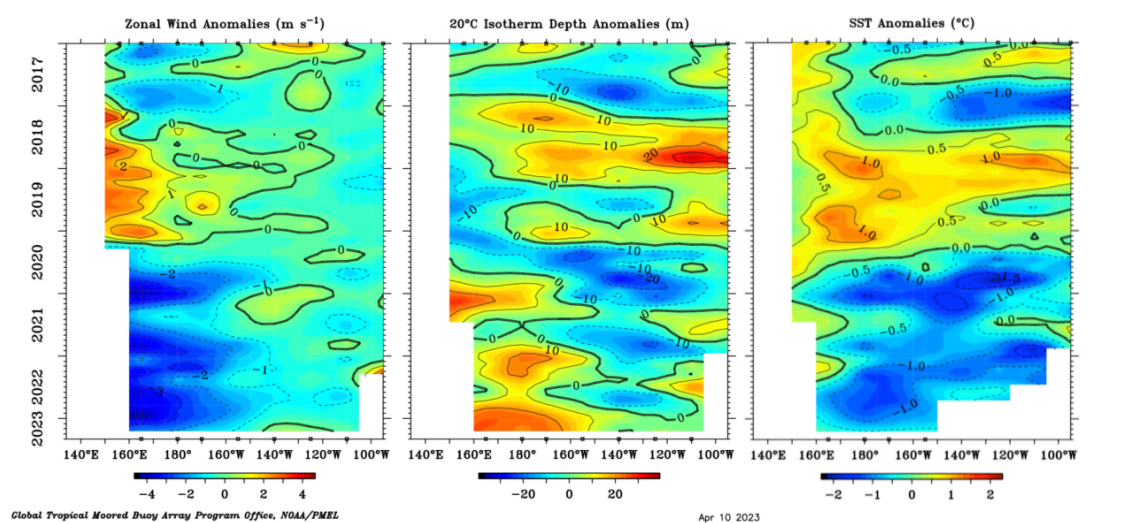


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (panel izquierdo), de la temperatura superficial del mar (panel central) y de la profundidad de la isoterma de 20 °C (panel derecho) y a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen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





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"

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

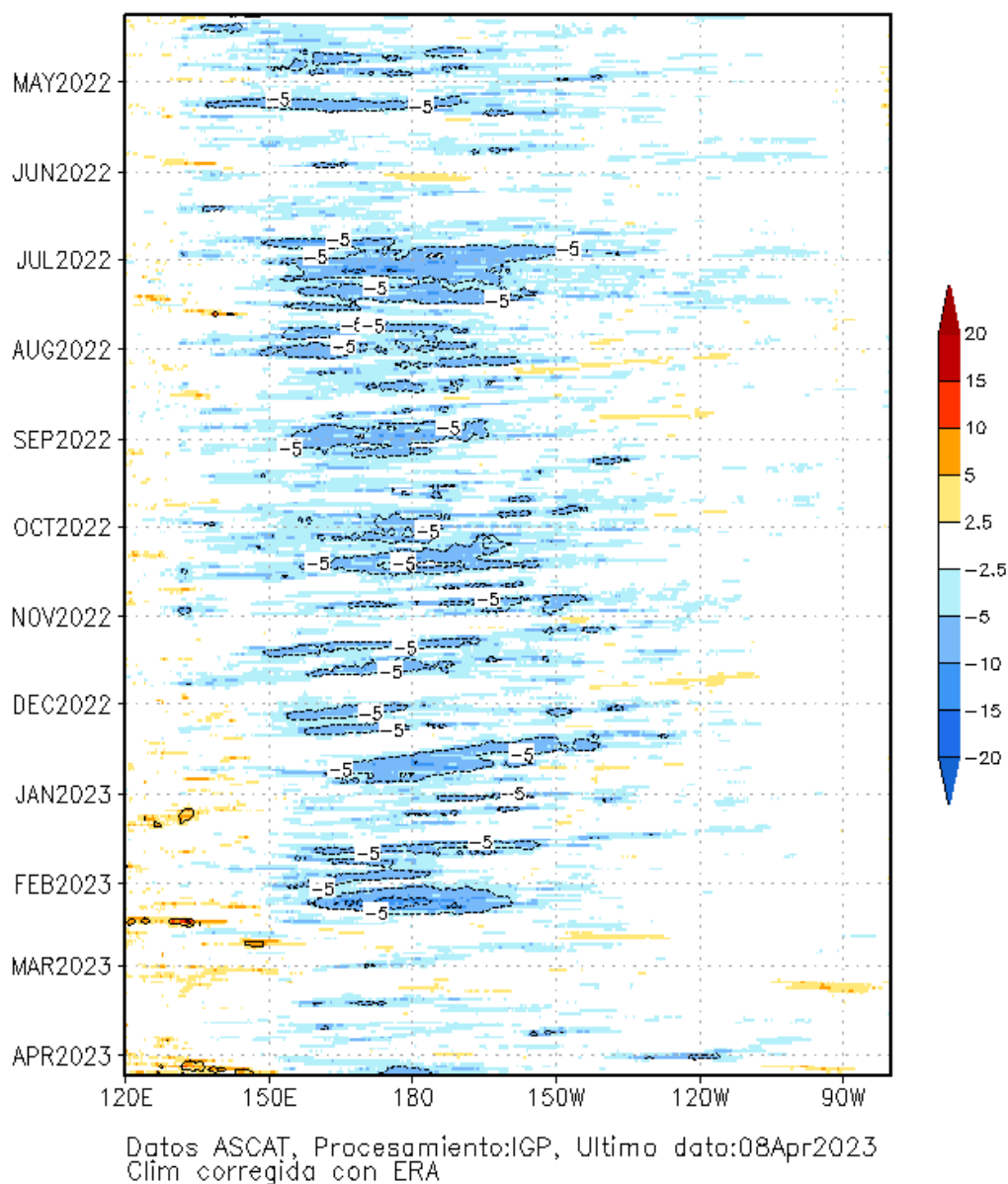


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial que se obtiene de los datos del producto ASCAT hasta el 08 de abril de 2023. Elaborado por el IGP.



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

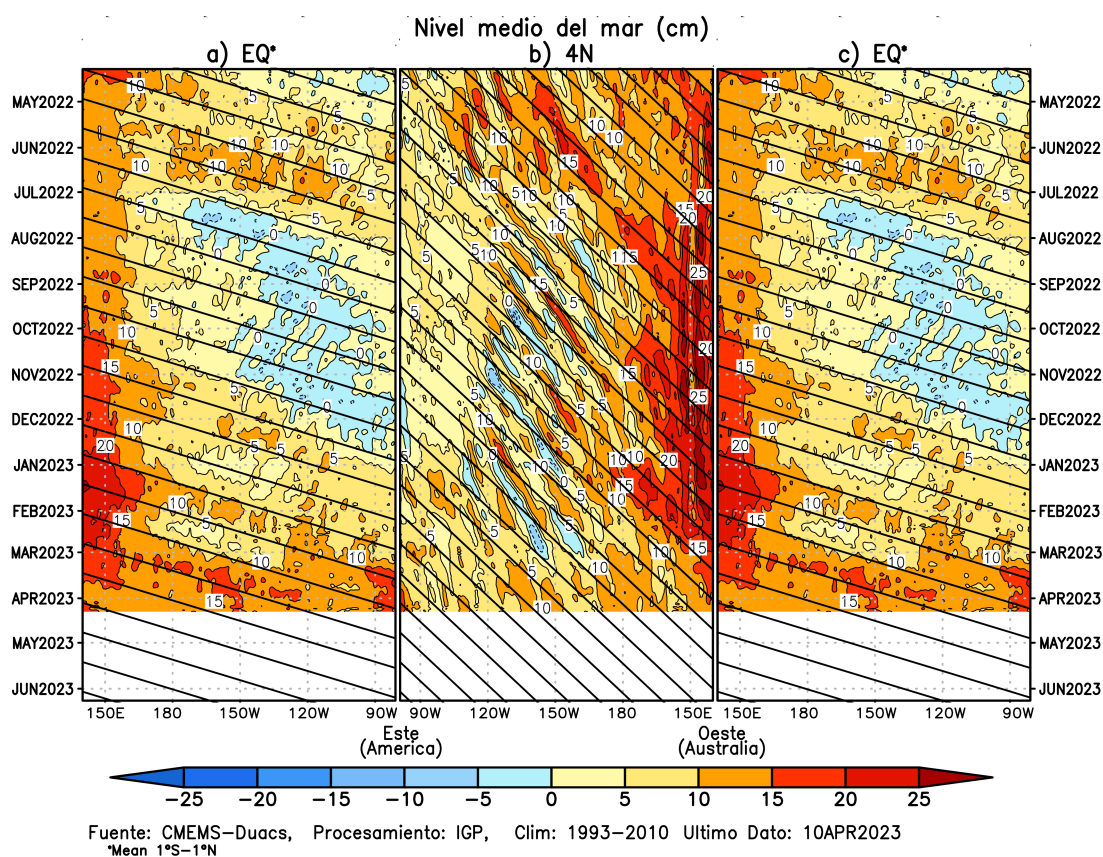


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°N, pero con el eje zonal de este a oeste.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



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"

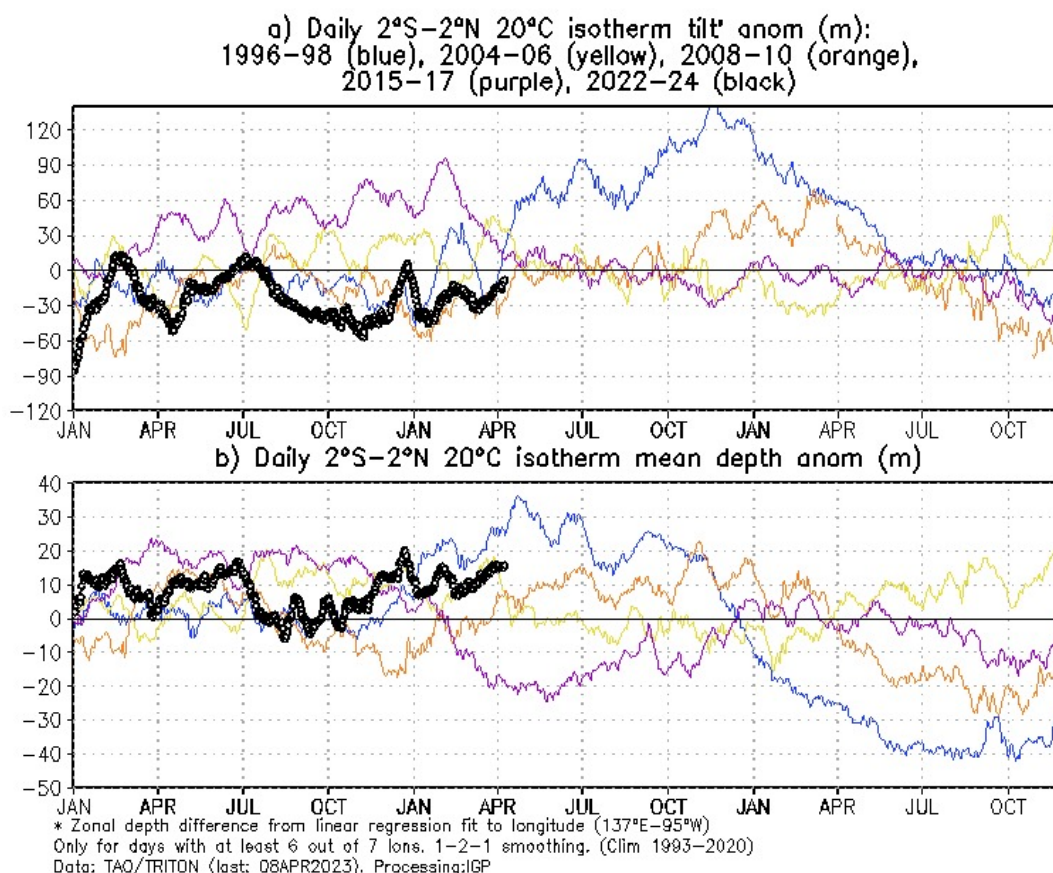


Figura 5. a) Inclinación de la termoclina y b) contenido de calor en el Pacífico ecuatorial (2°N y 2°S). La data usada para este cálculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.





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"

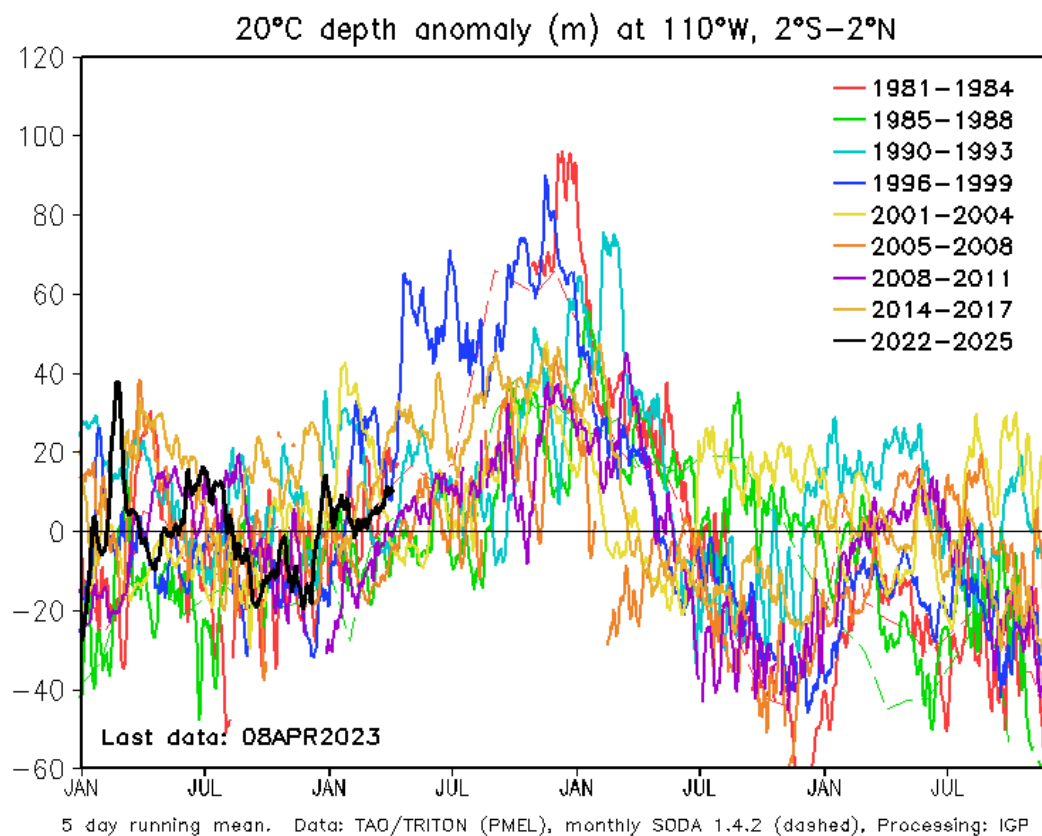


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 110°W y promediada entre 2°S y 2°N. La data usada para este calculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.





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"

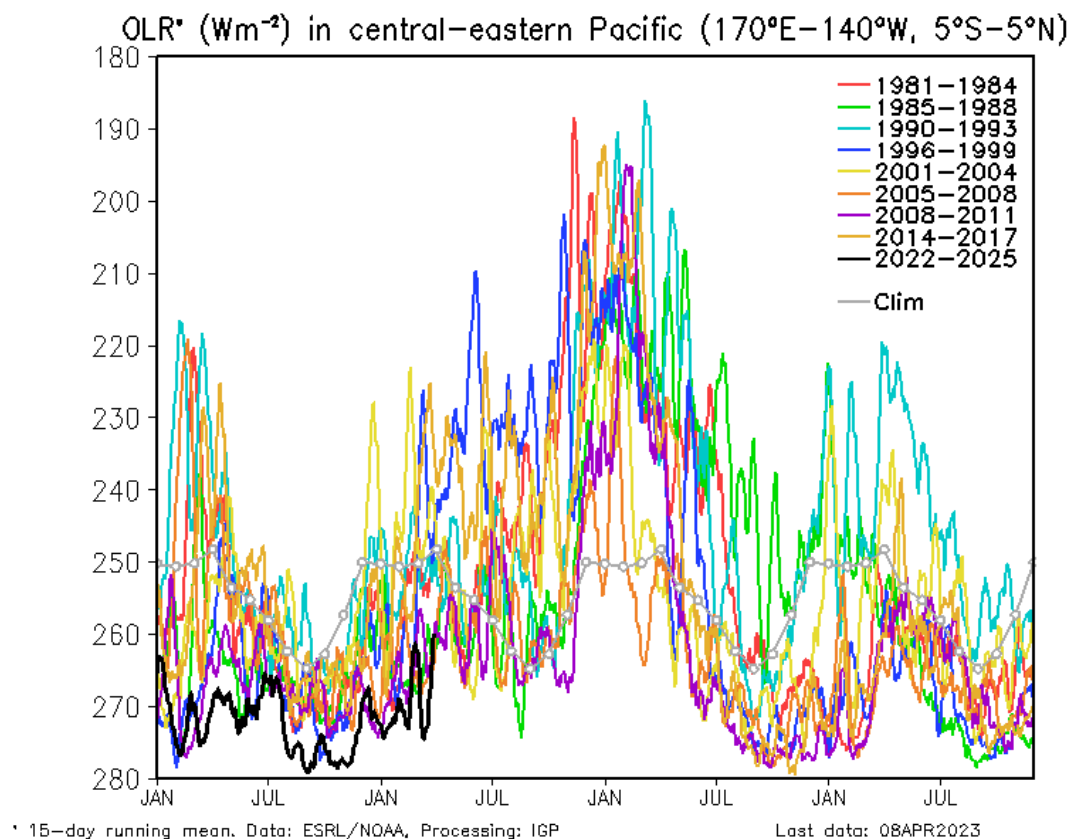


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.





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)

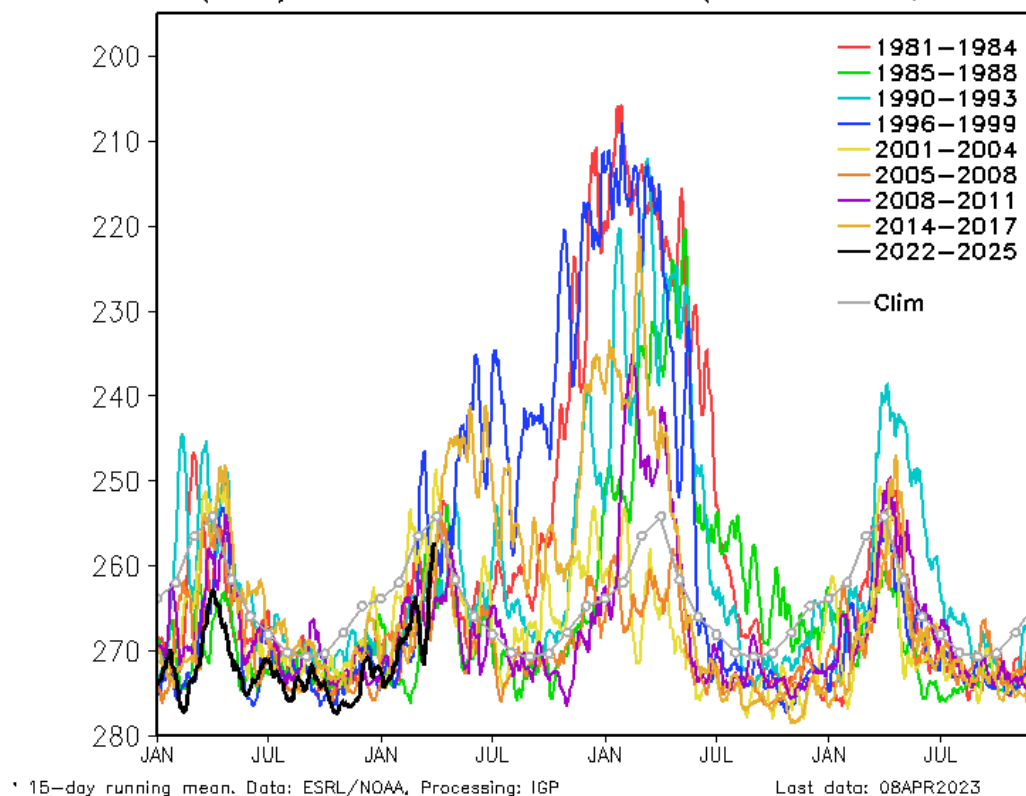


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.



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

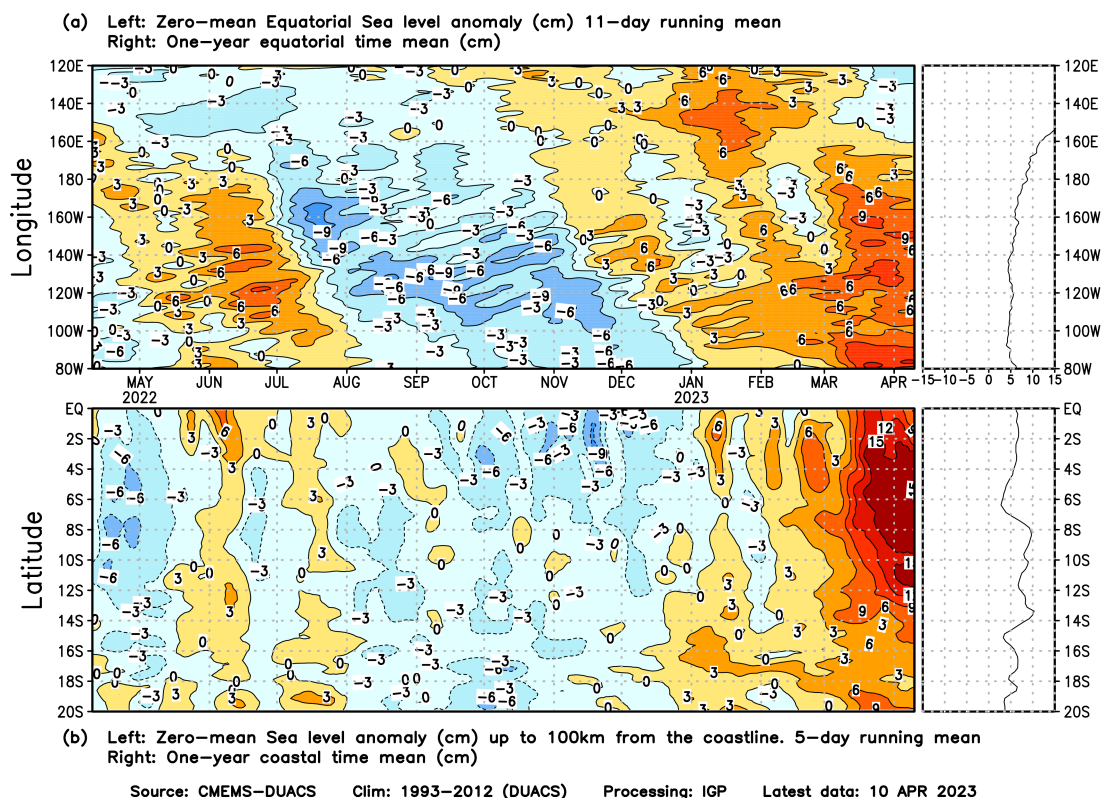


Figura 9. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

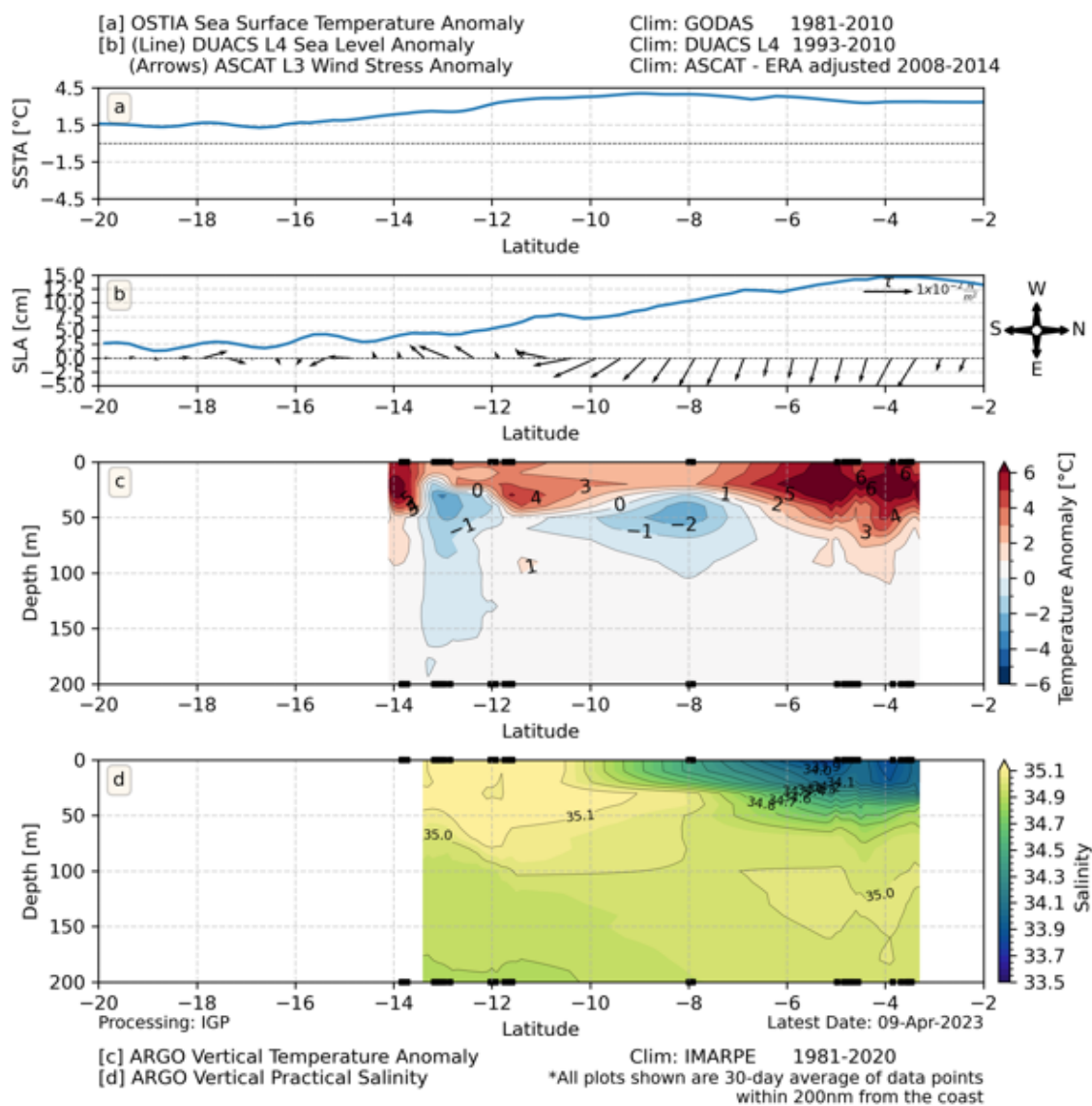


Figura 10. Variables a lo largo de la costa promediadas en los últimos 30 días y dentro de las 200 millas náuticas. De arriba abajo: 1) anomalía de la TSM obtenida del producto OSTIA; 2) anomalías del nivel del mar (línea azul) y esfuerzo de viento (vectores) de los productos DUACS y Blended, respectivamente,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

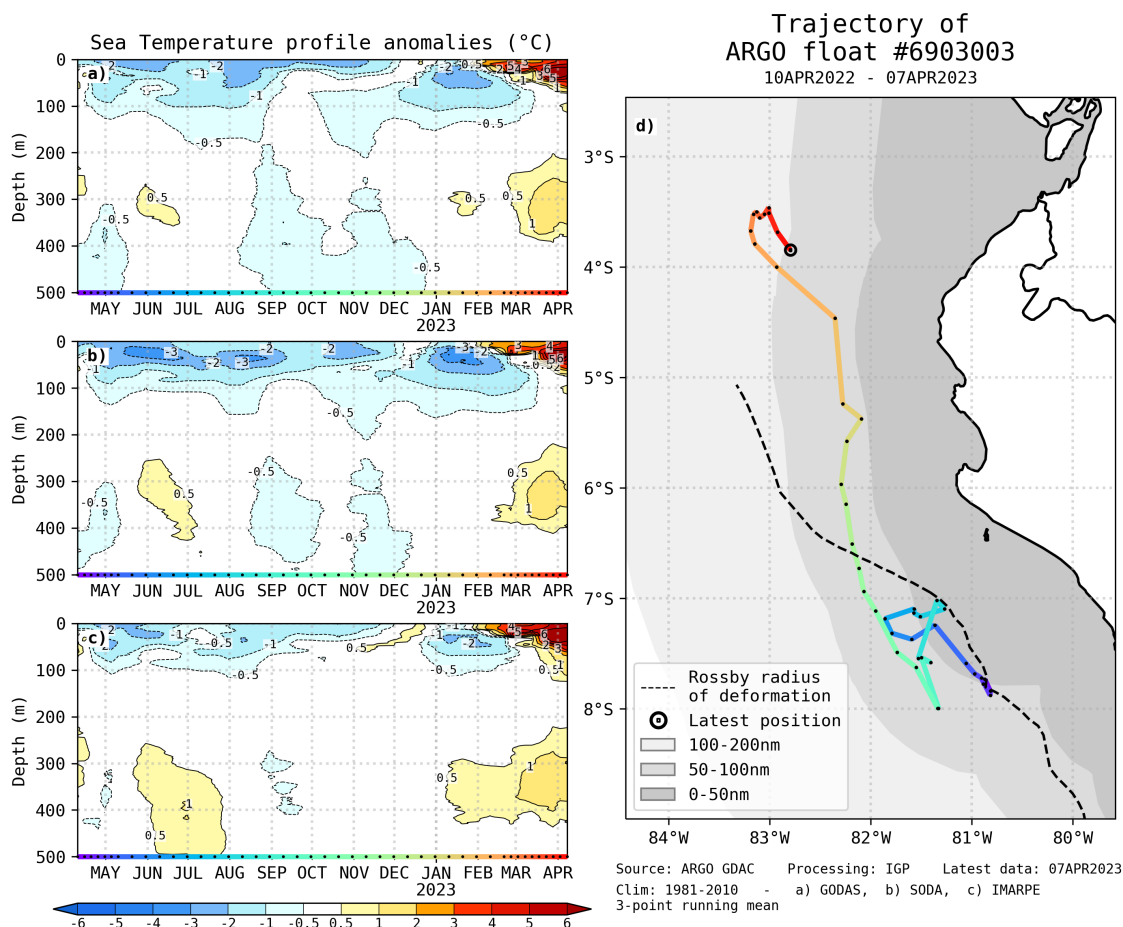


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 6903002. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria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

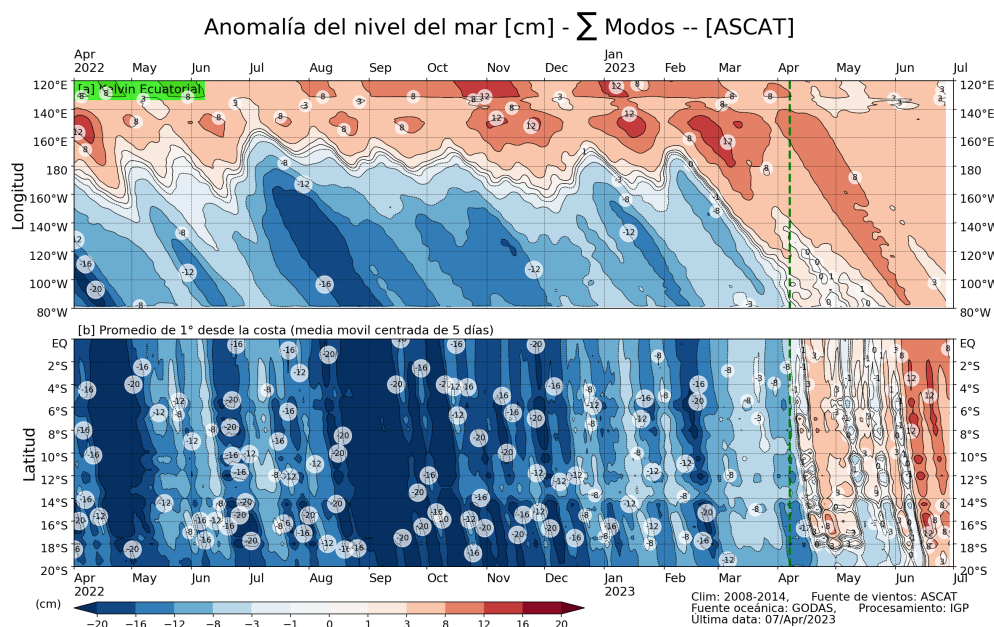


Figura 12 Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con el producto de vientos denominado *ASCAT*.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

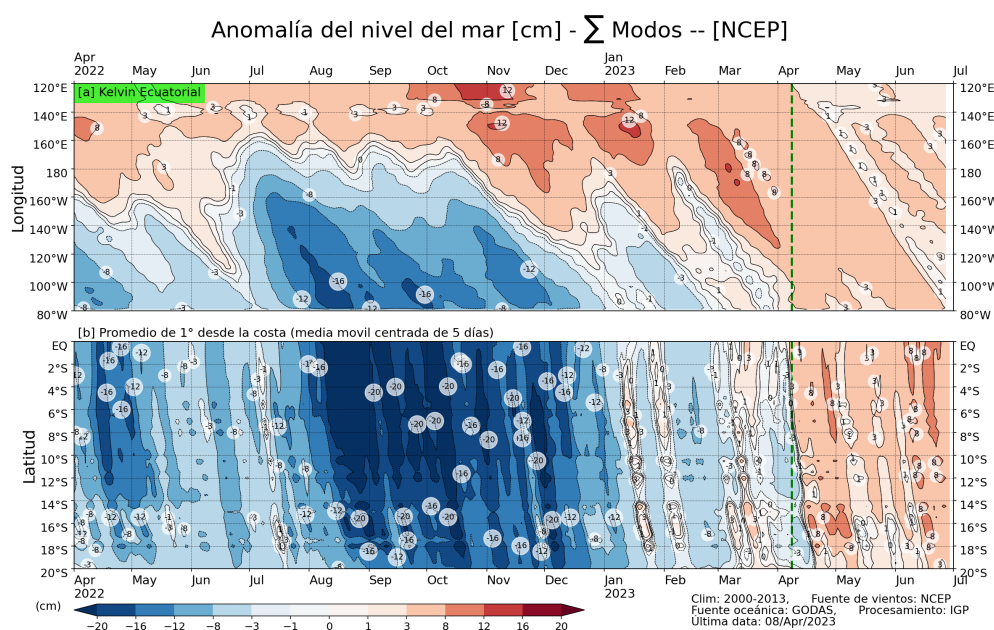


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos del *reanalysis* de NCEP.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

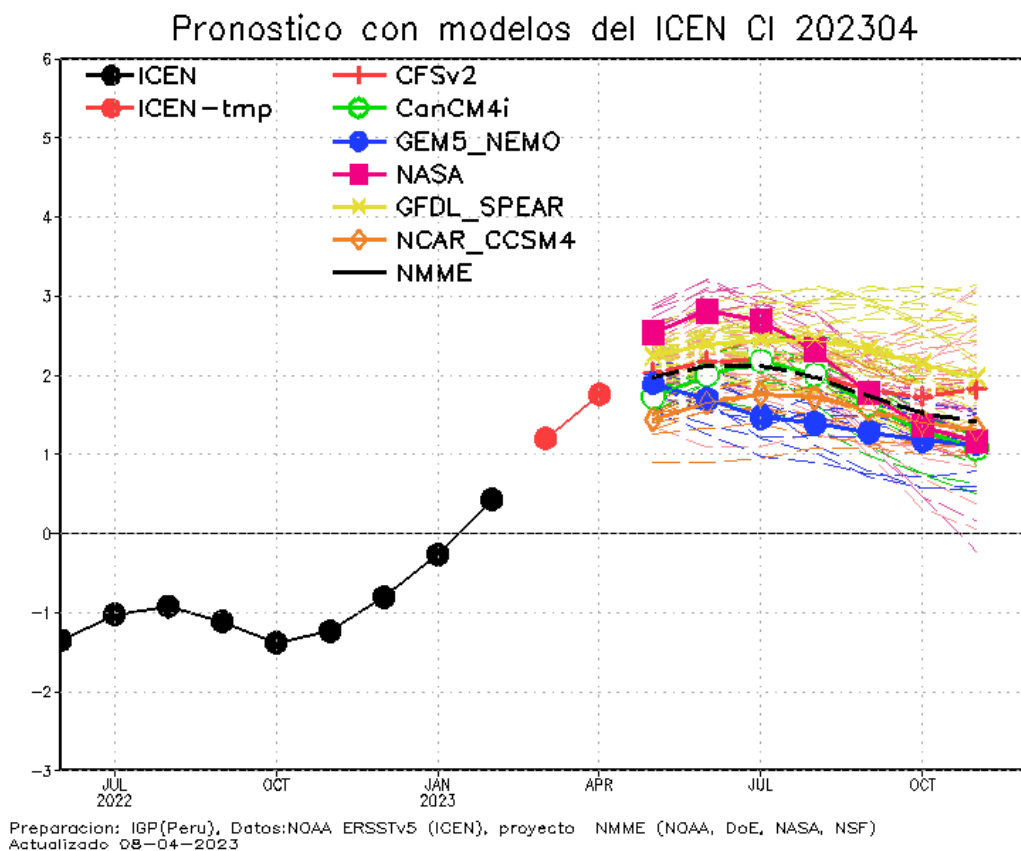


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos.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

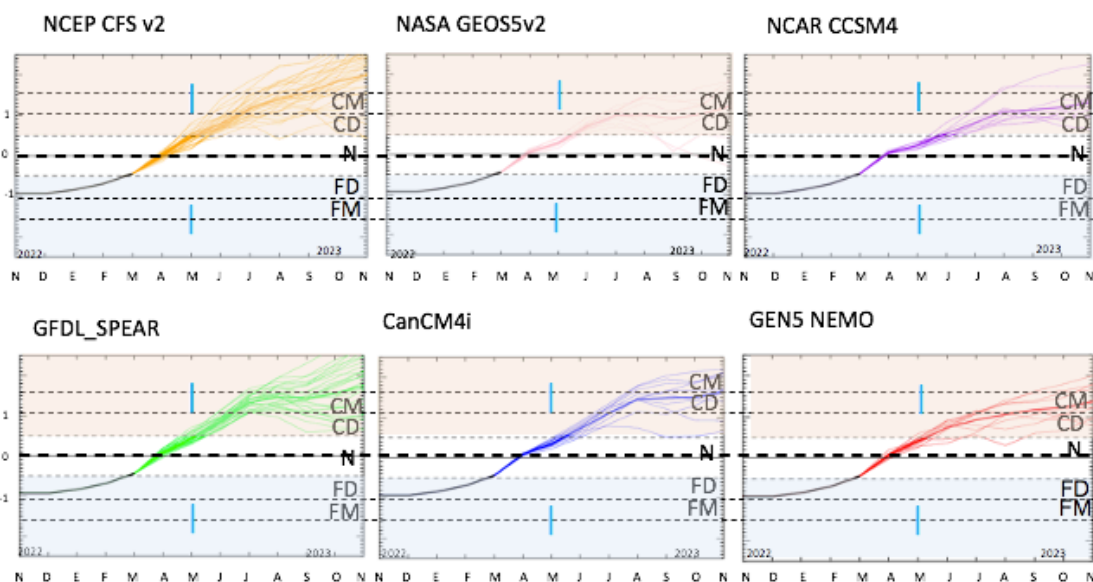


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.

