



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

PP 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres"

Producto: “Estudios para la estimación de los riesgos de desastres”

Actividad: “Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño”

Instituto Geofísico del Perú

INFORME TÉCNICO N° PpR/El Niño-IGP/2022-03

18/04/2022

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

Resumen

Para el mes de febrero, según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), en la costa peruana se presentó la condición climática fría débil ($-1.05\text{ }^{\circ}\text{C}$), entre tanto los valores del ICEN temporal (ICEN-tmp) de marzo ($-0.87\text{ }^{\circ}\text{C}$) y abril ($-0.65\text{ }^{\circ}\text{C}$) indican condiciones neutras. Por otro lado, para el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) de febrero ($-0.95\text{ }^{\circ}\text{C}$), así como los temporales (ONI-tmp) de marzo ($-0.92\text{ }^{\circ}\text{C}$) y abril ($-0.93\text{ }^{\circ}\text{C}$), indica la condición fría débil. Conforme a las observaciones, *in situ* y satelital, el núcleo de la onda de Kelvin cálida habría arribado a la costa americana durante el mes de marzo. Por otro lado, las mismas observaciones muestran que el paquete de ondas de Kelvin frías habría iniciado su arribo a la costa peruana a fines de marzo e inicios de abril.

Frente a la costa peruana, el promedio de las predicciones numéricas de los seis modelos climáticos de NMME —inicializados con la información de abril de 2022— indica la predominancia de condiciones neutras hasta noviembre, aunque con valores negativos. Por otro lado, para el Pacífico central, los resultados de los mismos modelos indican condiciones desde frías débiles (de abril a octubre) hasta moderadas (noviembre). Según estos resultados, el desarrollo del evento La Niña en el Pacífico central se extendería, por lo pronto, hasta noviembre.

Se sabe que los pronósticos numéricos de los modelos climáticos para otoño e invierno son menos confiables, ya que están influenciados por la barrera de predictibilidad. Sin embargo, no hay que dejar de lado la posibilidad de una extensión del fenómeno La Niña en el Pacífico central hasta mediados de la primavera, lo cual podría significar deficiencias de lluvias en los Andes en dicho periodo.

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

Introducción

Empezando el año 2016, en el marco del programa presupuestal 068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres", algunas instituciones que conforman la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN), bajo la coordinación del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), participan en el producto "Estudios para la estimación de los riesgos de desastres", en el cual el IGP contribuye con la actividad denominada "Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño". El presente informe técnico se genera en el marco de esta actividad, el cual se entrega al IMARPE, como coordinador de la actividad y encargado de la presidencia de la comisión multisectorial, para contribuir a la evaluación periódica que dicha comisión realiza. El informe técnico, generado posteriormente por la comisión multisectorial, será el documento oficial sobre el monitoreo y pronóstico del fenómeno El Niño/La Niña en el Perú.

Índice Costero El Niño

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

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

Año	Mes	ICEN	Categoría
2021	Noviembre	-1.18	Fría Débil
2021	Diciembre	-1.28	Fría Moderada
2022	Enero	-1.43	Fría Fuerte
2022	Febrero	-1.05	Fría Débil

Para los siguientes dos meses se generan versiones 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 marzo y abril de 2022.

Año	Mes	ICENTmp	Categoría
2022	Marzo	-0.87	Neutra
2022	Abril	-0.65	Neutra

Los valores del ICENTmp de marzo y abril de 2022 indican condiciones neutras, aunque con valores negativos (ver Tabla 2).

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

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Índice Oceánico Niño (ONI)

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés) de febrero de 2022, actualizado por la NOAA, tiene el valor de -0.95°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 ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2021	Noviembre	-0.98	Fría Débil
2021	Diciembre	-0.99	Fría Débil
2022	Enero	-0.97	Fría Débil
2022	Febrero	-0.95	Fría Débil

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de marzo y abril de 2022, usando datos observados y de los pronósticos de NMME, indican condiciones frías débiles (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimados preliminares del ONI (ONItmp)

Índice Oceánico Niño temporales			
Año	Mes	ONItmp ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2022	Marzo	-0.92	Fría Débil
2022	Abril	-0.93	Fría Débil

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

En marzo, las anomalías diarias de la TSM registradas en la región Niño 3.4 estuvieron en el rango de frías débiles. Por otro lado, en la región Niño 1+2 en la primera y última semana del mes se observaron anomalías negativas, mientras que en la segunda y tercera semana las anomalías fueron positivas. En promedio, las condiciones fueron neutras (Figura 1).

Conforme a la información mensual de las boyas de TAO, a lo largo del Pacífico ecuatorial, los vientos alisios fueron, levemente, más intensos que lo normal, aunque, en el extremo oriental, se desarrollaron anomalías positivas (Figura 2a). En cuanto a la anomalía de la TSM, esta mostró valores negativos en casi todo el Pacífico a excepción de la región ubicada al oeste de la línea de cambio de fecha (Figura 2b). En lo relacionado a la termoclina, se observaron anomalías positivas en casi todo el Pacífico ecuatorial, a excepción de la región comprendida entre 150° y 120°W (ver Figura 2c).

Según la información diaria del esfuerzo de viento zonal ecuatorial del producto ASCAT y NCEP, se observaron pulsos de viento del este en el Pacífico ecuatorial central, siendo más intensos en la segunda y tercera semana de marzo (155°E - 160°W). Por otro lado, durante inicios de abril se formó un pulso de viento del oeste en el extremo occidental (135° - 155°E) y otro pequeño pulso de viento del este cerca 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).

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

De acuerdo a la información diaria de los datos de TAO, la inclinación de la termoclina estuvo más inclinada de lo normal (Figura 5a), mientras que su profundidad promedio —relacionada al contenido de calor— estuvo ligeramente por encima de su valor normal (Figura 5b). En la región oriental, alrededor de 95°W, la anomalía de la profundidad de la termoclina —basada en la información de un conjunto de flotadores ARGO— muestra valores cercanos a su normal, en promedio (Figura 6).

En marzo, la data de OLR (Outgoing Longwave Radiation) —que está relacionada con la convección—, tanto en la zona occidental (170°E-140°W, 5°S-5°N) como la oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N), muestra valores mayores a su climatología. Ver Figura 7 (zona occidental) y 8 (zona oriental).

Conforme a la información de altimetría satelital y la de los modelos numéricos de ondas en el Pacífico ecuatorial, el núcleo de la onda de Kelvin cálida habría arribado a la costa americana durante marzo. Por otro lado, según la profundidad de la termoclina, altimetría satelital, así como de los datos de los flotadores ARGO ubicados frente a la costa norte peruana, el paquete de ondas de Kelvin frías habría iniciado su arribo a la costa peruana a fines de marzo e inicios de abril (Figuras 4 y 13). Finalmente, en la región occidental se aprecian anomalías del nivel del mar, así como la profundización de la termoclina que, según los modelos de ondas, sería una onda de Kelvin cálida.

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 estuvieron más intensos de lo normal en la costa peruana. Por otro lado, la TSM, según OSTIA, se mantuvo con valores alrededor (por de bajo) de su normal al norte (sur) de 9°S, aunque al norte de los 4°S se observaron anomalías positivas. El nivel del mar, del producto DUACS, mostró valores normales, en promedio, al sur de 8°S; mientras que al norte de esta latitud se observaron anomalías positivas. Según la información de los flotadores ARGO, debajo de la superficie aún se observan anomalías negativas, principalmente, por encima de los 100 m de profundidad al sur de los 11.5°S. Los mismos flotadores ARGO indican la presencia de masas de aguas ecuatoriales superficiales hasta los 8°S de la costa norte, al sur de esta latitud se observaron aguas costeras frías y masas de agua subtropicales superficiales (ver Figura 10).

Sin el promedio de los últimos 365 días de la información diaria de DUACS a lo largo de la costa peruana, se continúan observando anomalías positivas del nivel del mar que se habrían producido por el paso de la onda de Kelvin cálida que inició su arribo en febrero (Figura 9b). Según la información del flotador ARGO (No. 3901809) —localizado dentro las 50 millas náuticas de la costa y entre 5.5° y 6°S—, durante marzo se registraron anomalías positivas y cercanas a su climatología principalmente dentro de los 40 m de profundidad, en la última semana se observan anomalías negativas posiblemente relacionadas con el paquete de ondas de Kelvin frías (Figura 11).

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Según la data observada y la de los modelos de ondas se espera que el paquete de ondas de Kelvin frías esté presente en la costa peruana hasta fines de mayo, aunque su máximo impacto podría darse durante abril, afectando la TSM y nivel del mar frente a la costa peruana. Por otro lado, en junio se espera el arribo de una onda de Kelvin cálida—quizás un paquete de ondas—, la cual sería el producto de la reflexión de una onda de Rossby cálida y el pulso de viento del oeste a inicios de abril (Figura 12 y 13).

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

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, los resultados de los seis modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR² y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales de abril de 2022, indican condiciones neutras, por lo pronto, hasta el mes de noviembre, aunque durante todo este periodo las anomalías serían negativas (ver Tabla 5 y Figura 14).

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

<i>Modelo</i>	<i>FMA</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>
CFSv2		-0.65	-0.69	-0.71	-0.60	-0.56	-0.54	-0.55	-0.57
CanCM4i		-0.58	-0.66	-0.72	-0.54	-0.39	-0.29	-0.30	-0.33
GEM5_NEMO		-0.53	-0.52	-0.50	-0.53	-0.50	-0.48	-0.56	-0.66
NASA		-0.77	-1.36	-1.97	-2.15	-1.87	-1.57	-1.53	-1.68
GFDL_SPEARE		-0.72	-0.89	-0.91	-0.95	-0.84	-0.74	-0.63	-0.52
NCAR_CCSM4		-0.61	-0.62	-0.73	-0.82	-0.98	-1.10	-1.23	-1.33
NMME		-0.64	-0.79	-0.92	-0.93	-0.86	-0.79	-0.80	-0.85
ICENtmp	-0.87								

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los resultados de los mismos modelos mencionados en el párrafo anterior, las condiciones frías, de débiles a moderada, se mantendrían hasta noviembre de 2022. Estos resultados indican que La Niña en el Pacífico central se extendería hasta la primavera del año en curso (ver Tabla 6 y Figura 15).

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

<i>Modelo</i>	<i>FMA</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>
CFSv2		-1.16	-1.26	-1.27	-1.15	-1.03	-1.02	-1.03	-0.97
CanCM4i		-0.90	-0.77	-0.61	-0.45	-0.39	-0.46	-0.59	-0.70
GEM5_NEMO		-0.96	-0.85	-0.66	-0.46	-0.37	-0.41	-0.54	-0.63
NASA		-0.83	-0.97	-1.23	-1.41	-1.43	-1.56	-1.74	-1.86
GFDL_SPEAR		-0.77	-0.54	-0.35	-0.21	-0.20	-0.31	-0.46	-0.52
NCAR_CCSM4		-0.98	-1.01	-1.07	-1.18	-1.30	-1.44	-1.55	-1.59
NMME		-0.93	-0.90	-0.87	-0.81	-0.79	-0.87	-0.99	-1.05
ONItmp	-0.92								

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

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

Conclusiones

En el Pacífico ecuatorial central continúa el desarrollo del evento La Niña, el cual que se manifiesta con los índices oceánicos y atmosféricos. Por un lado, los vientos alisios sobre la franja ecuatorial central continúan más intensos de lo normal, mientras que los valores de la TSM se mantiene con valores por debajo de lo normal.

En marzo, frente a la costa peruana norte y centro se han observado, en la variación diaria, anomalías negativas y positivas en la TSM, que, en promedio, muestran una condición neutral en la región Niño 1+2. El valor del ICEN para febrero corresponde a una condición fría débil, mientras que los valores de sus temporales, para de marzo y abril, a pesar de mostrar valores negativos, se encuentran en el rango de condiciones neutras.

Como resultado del paso de la onda de Kelvin cálida, se observaron anomalías positivas del nivel del mar y de la temperatura del mar —hasta los 25 metros de profundidad— frente a la costa norte del Perú. Por otro lado, el paquete de ondas de Kelvin frías habría iniciado su arribo a la costa peruana entre fines de marzo e inicios de abril.

Los pronósticos de los modelos numéricos de las agencias internacionales indican, frente a la costa norte y centro del Perú, valores negativos hasta, por lo pronto, noviembre del año curso, aunque dentro de su rango neutral. Estos mismos modelos pronostican que en el Pacífico central se tendrían condiciones frías, tanto débiles (abril-octubre) como moderada (noviembre). Esto indica que La Niña del Pacífico central se extendería, por lo menos, hasta la primavera.

Se sabe que los pronósticos numéricos de los modelos climáticos para otoño e invierno son menos confiables, ya que están influenciados por la barrera de predictibilidad. Sin embargo, no hay que dejar de lado la posibilidad de una extensión del fenómeno La Niña en el Pacífico central hasta mediados de la primavera, lo cual podría significar deficiencias de lluvias en los Andes en dicho periodo.

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

Bibliografía

- **Aparco J., K. Mosquera y K. Takahashi**, 2014: Flotadores Argo para el cálculo de la anomalía de la profundidad de la termoclina ecuatorial (Aplicación Operacional), Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, mayo, 1, 5.
- Cravatte, S., W. S. Kessler, N. Smith, S. E. Wijffels, Ando, K., Cronin, M., Farrar, T., Guilyardi, E., Kumar, A., Lee, T., Roemmich, D., Serra, Y., Sprintall, J., Strutton, P., Sutton, A., **Takahashi, K.** y Wittenberg, A., 2016: First Report of TPOS 2020. GOOS-215, 200 pp. [<http://tpos2020.org/first-report>]
- DiNezio, P., 2016: Desafíos en la predicción de La Niña, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 3 (9), 4-8.
- ENFEN, 2012: Definición operacional de los eventos “El Niño” y “La Niña” y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN.
- ENFEN, 2015: Pronóstico probabilístico de la magnitud de El Niño costero en el verano 2015-2016. Nota Técnica ENFEN 02-2015.
- Huang, B., Thorne, P.W., Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., Zhang, H.-M., 2017: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons, *J. Climate*, doi: [10.1175/JCLI-D-16-0836.1](https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0836.1)
- Kug, J.-S., Jin, F.-F., An, S.-I., 2009: Two types of El Niño events: Cold tongue El Niño and warm pool El Niño. *J. Climate* 22, 6, 1499–1515, doi:10.1175/2008JCLI2624.1.
- Lavado-Casimiro, W., **Espinoza, J. C.**, 2014: Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007), Revista Brasileira de Meteorologia, 29 (2), 171-182.
- Meehl G, Hu A, Teng H, 2016: Initialized decadal prediction for transition to positive phase of the Interdecadal Pacific Oscillation. *Nature Communications*, doi: 10.1038/ncomms11718
- **Morera, S. B.**, Condom, T., Crave, A., Steer, P., and Guyot, J. L., 2017: The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968-2012). *Scientific Reports*, v. 7, No. 1, p. 11947 DOI:10.1038/s41598-017-12220-x.
- **Mosquera, K.**, 2009: Variabilidad Intra-estacional de la Onda de Kelvin Ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): Simulación Numérica y datos observados. Tesis para obtener el grado de Magíster en Física - Mención Geofísica en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- **Mosquera, K., B. Dewitte y P. Lagos**, 2010: Variabilidad Intra-estacional de la onda de Kelvin ecuatorial en el Pacífico (2000-2007): simulación numérica y datos observados. Magistri et Doctores, Revista de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Año 5, No9, julio-diciembre de 2010, p. 55.
- **Mosquera, K.**, 2014: Ondas Kelvin oceánicas y un modelo oceánico simple para su diagnóstico y pronóstico, Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 4-7
- **Reupo, J. y Takahashi, K.**, 2014: Validación de pronósticos con modelos globales: Correlaciones de TSM (1982-2010). Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Inst. Geofísico del Perú, Enero, 1, 8-9.
- **Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C.**, Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W., 2017: Impacts of different ENSO flavors and tropical Pacific convection variability (ITCZ, SPCZ) on austral summer rainfall in South America, with a focus on Peru. *Int. J. Climatol.* Doi:10.1002/joc.5185.

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

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

- **Takahashi, K.**, 2017: Verificación de los pronósticos probabilísticos de El Niño y La Niña costeros. Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, 4 (8), 8-9.
- **Takahashi, K., Martínez, A. G.**, 2016: The very strong El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. Climate Dynamics, doi: 10.1007/s00382-017-3702-1.
- Thoma M, Greatbatch R, Kadow C, Gerdes R, 2015: Decadal hindcasts initialized using observed surface wind stress: Evaluation and prediction out to 2024. Geophys. Res. Lett. doi:10.1002/2015GL064833
- **Urbina, B. y K. Mosquera**, 2020: Implementación y validación de un modelo oceánico multimodal para la región ecuatorial del océano Pacífico. Boletín científico El Niño, Instituto Geofísico del Perú, Vol. 7 N° 01, 13-20.
- Zuta, S., y O. Guillén, 1970: Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Boletín Instituto Del Mar Del Perú, 2(5), 157-324. <https://revistas.imarpe.gob.pe/index.php/boletin/article/view/249>

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

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

Equipo

Kobi Mosquera, Dr. (responsable)

Jorge Reupo, Lic.

Gerardo Rivera, Bach.

Brayan Urbina, Bach.

Agradecimientos

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

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

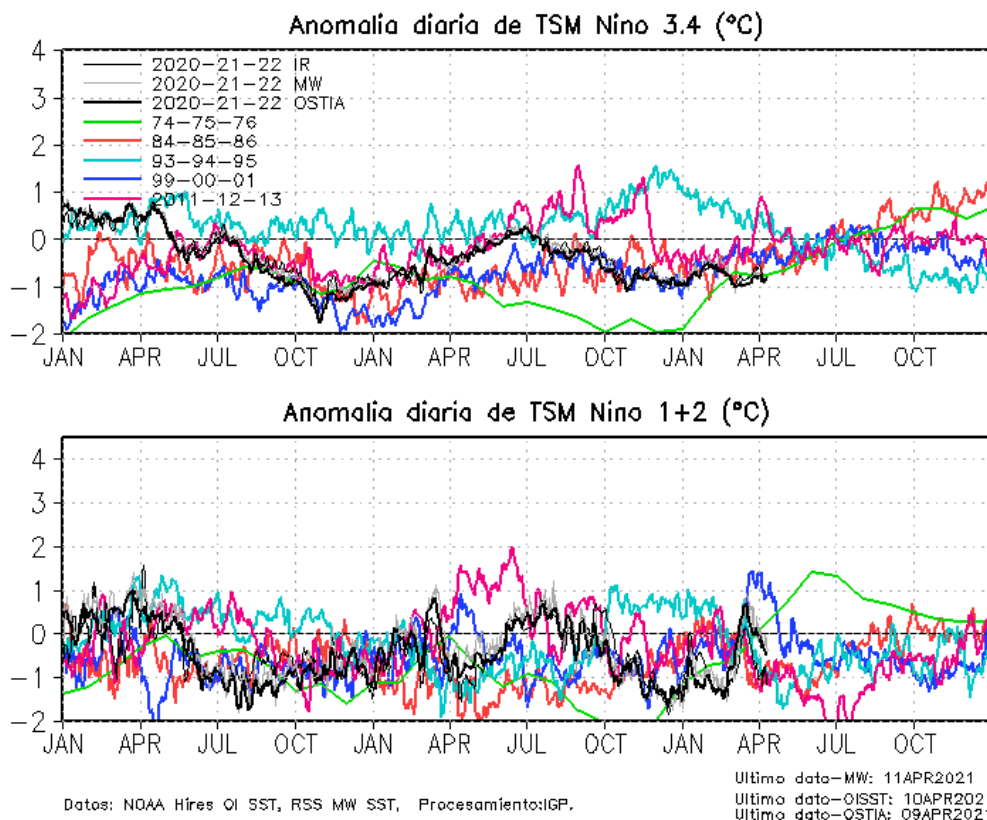
Figuras


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

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

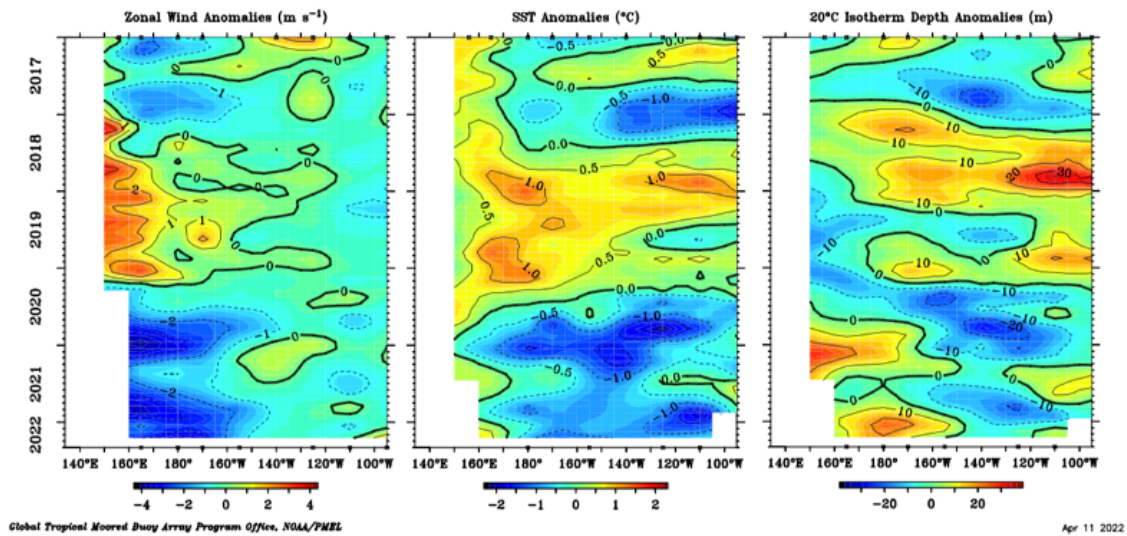
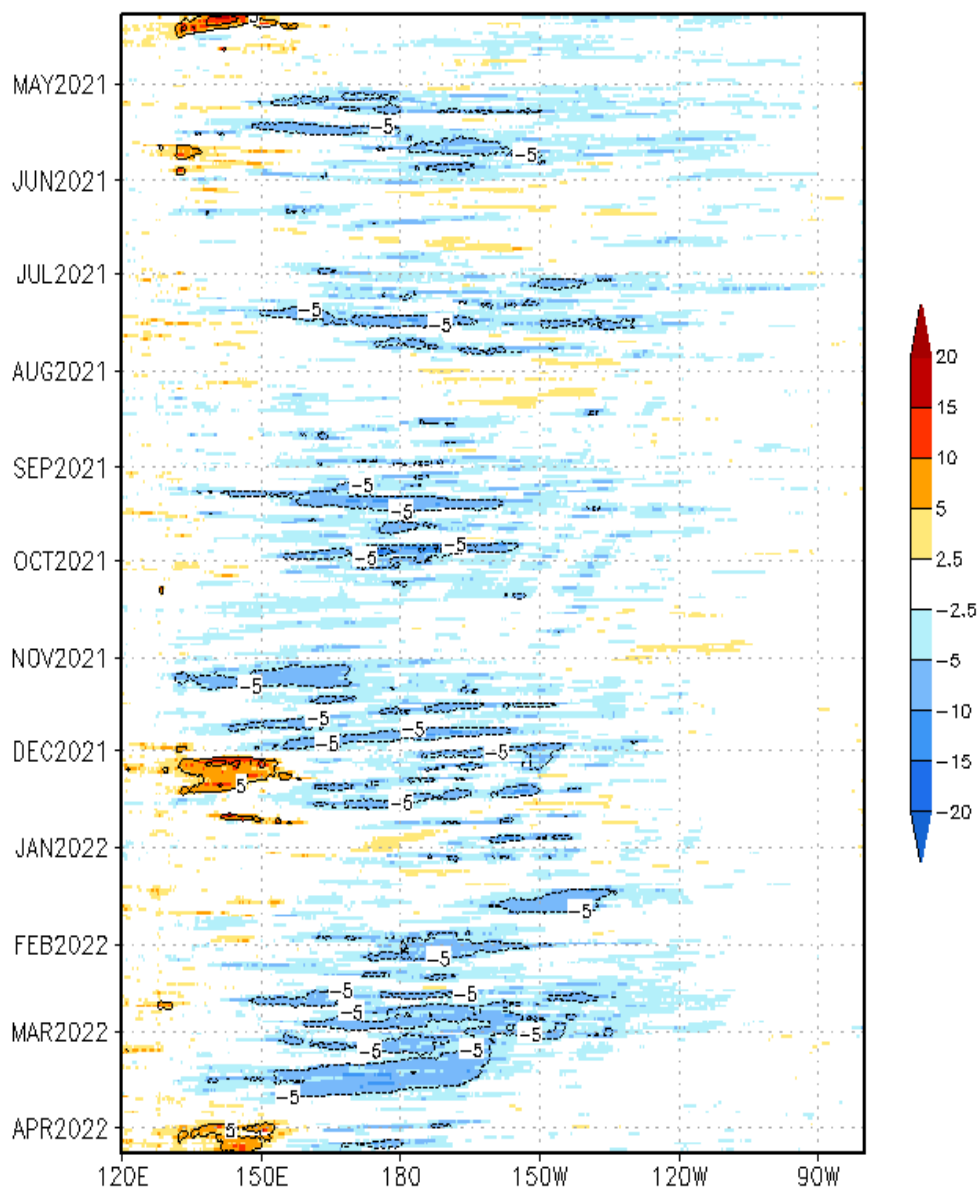


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (a), de la profundidad de la isoterma de 20 $^{\circ}\text{C}$ (b) y de la temperatura superficial del mar (c) a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

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

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



Datos ASCAT, Procesamiento:IGP, Ultima data:09Apr2022
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 09 de abril de 2022. Elaborado por el IGP.

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

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

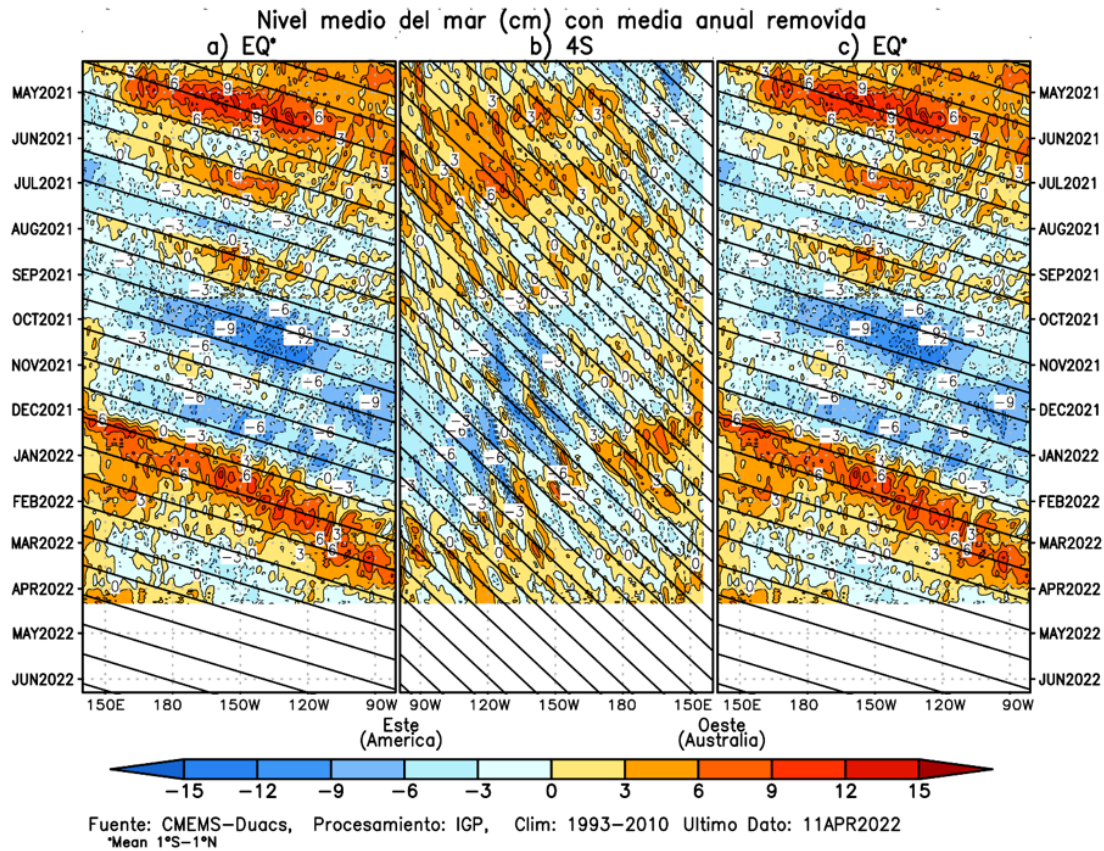
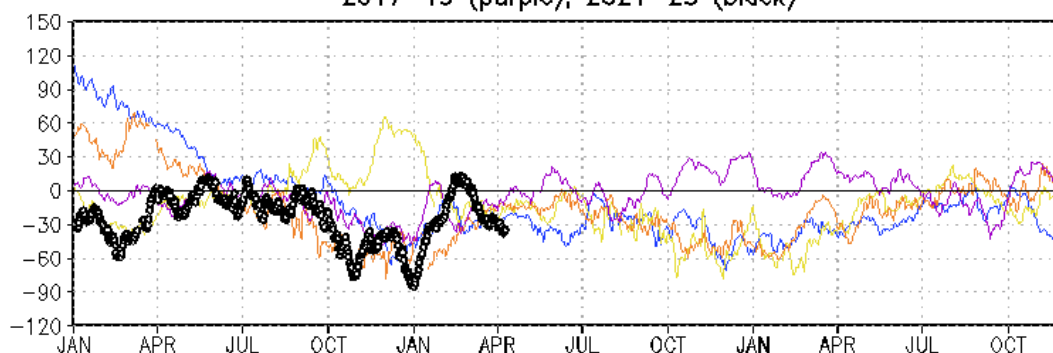


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°S, pero con el eje zonal de este a oeste.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

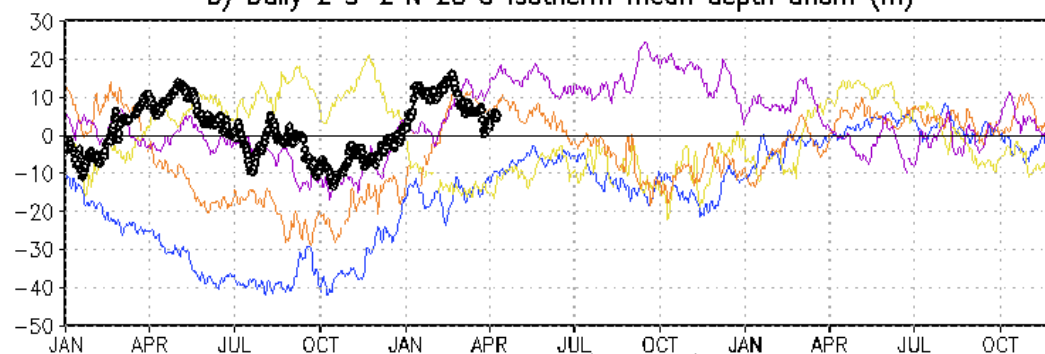
“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres”

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

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



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: 09APR2022). Processing:IGP

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

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

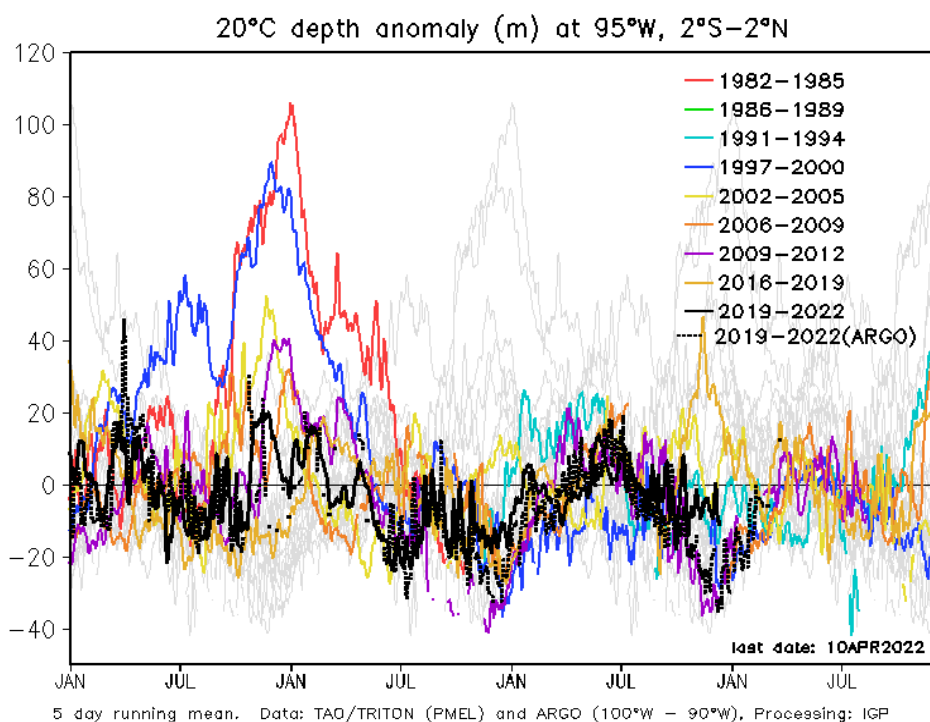


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95°W y promediada entre 2°S y 2°N, con datos de ARGO (línea negra cortada) y TAO (línea negra continua). Elaborado por el IGP.

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

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

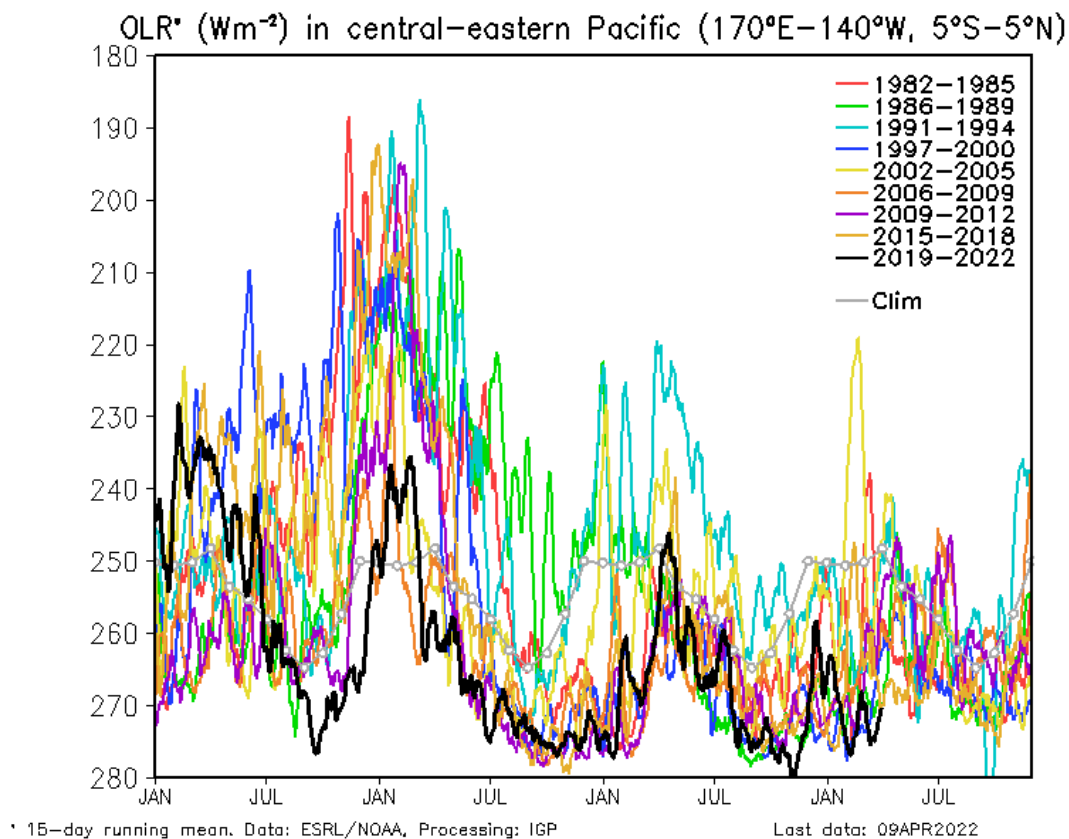


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

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

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

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

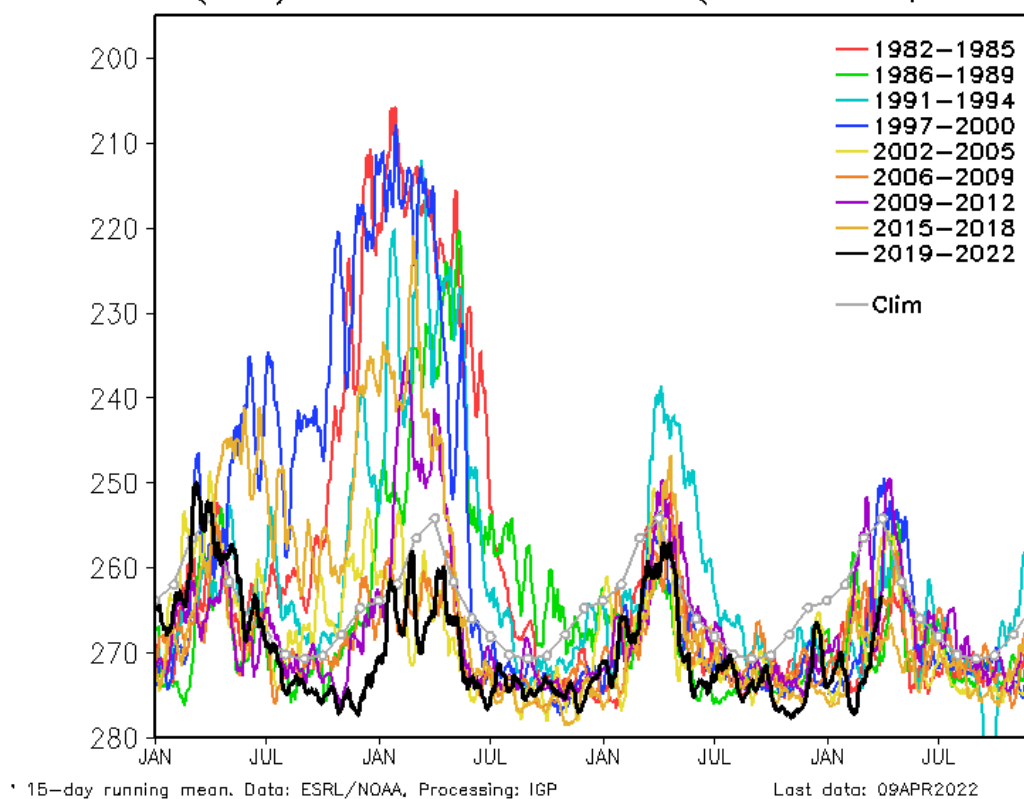


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR. Elaborado por el IGP.

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

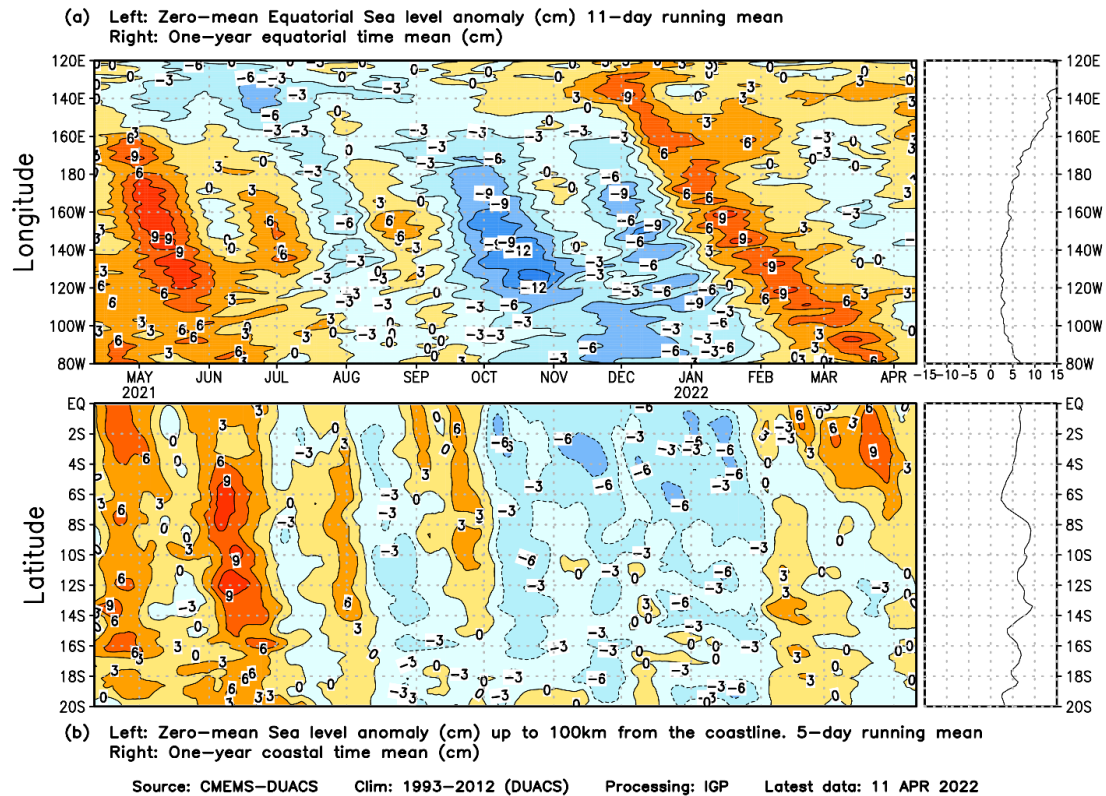


Figura 9. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior),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

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

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

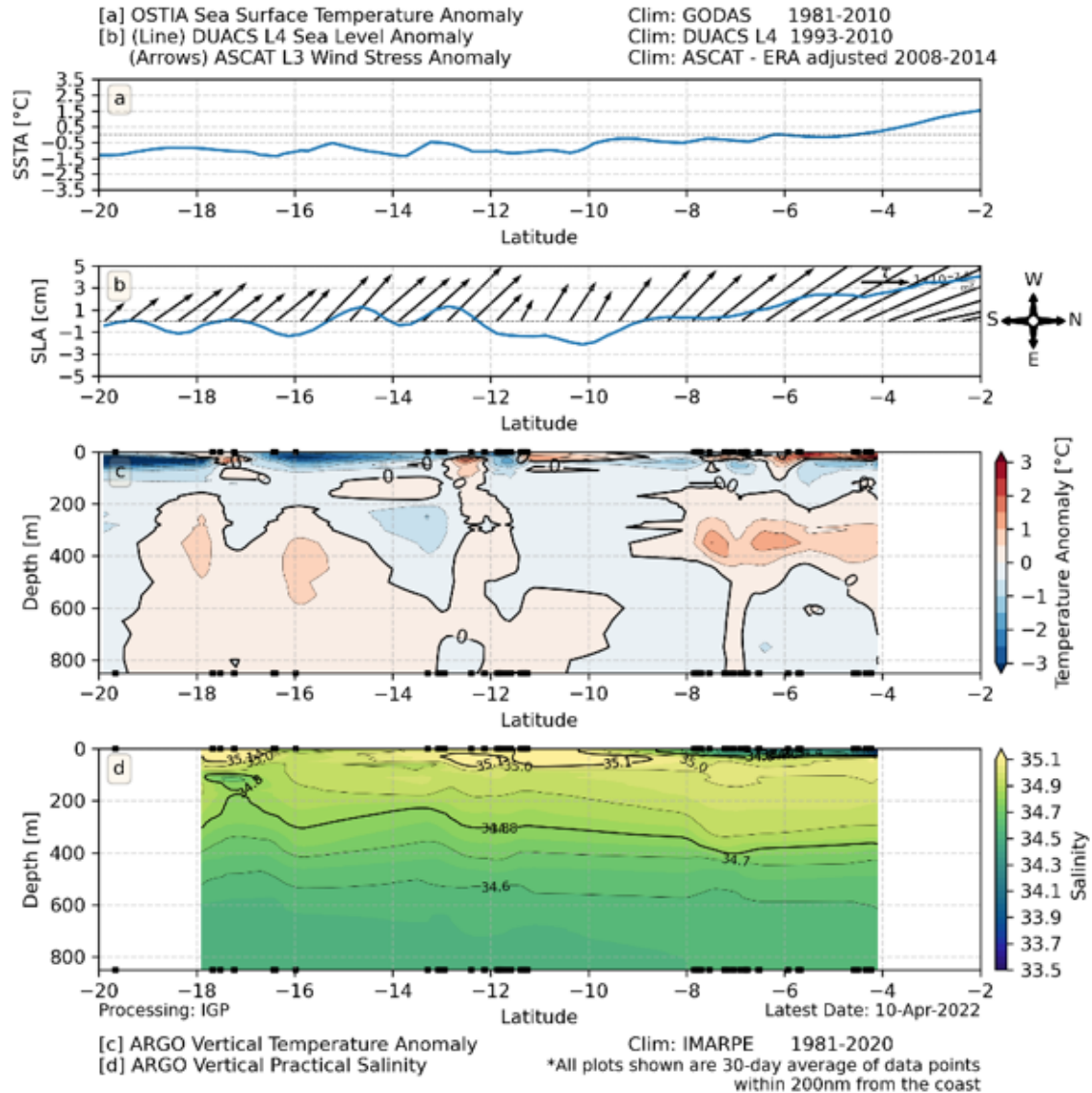


Figura 10. Variables a lo largo de la costa promediadas en los últimos 30 días y dentro de las 200 millas náuticas. De arriba abajo: 1) anomalía de la TSM obtenida del producto OSTIA; 2) anomalías del nivel del mar (línea azul) y esfuerzo de viento (vectores) de los productos DUACS y Blended, respectivamente,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

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

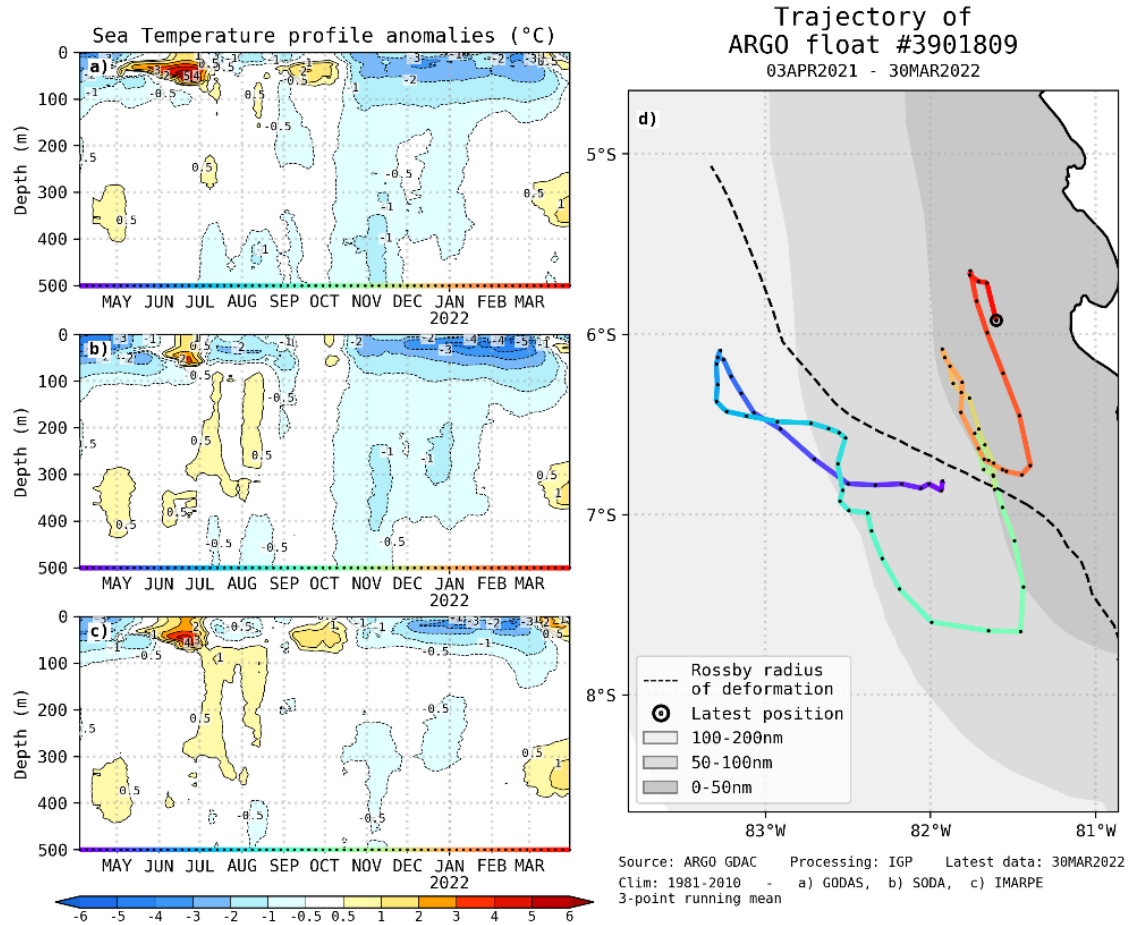


Figura 11. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901809. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días y el círculo abierto representa la última posición del flotador. Elaborado por el GP.

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

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

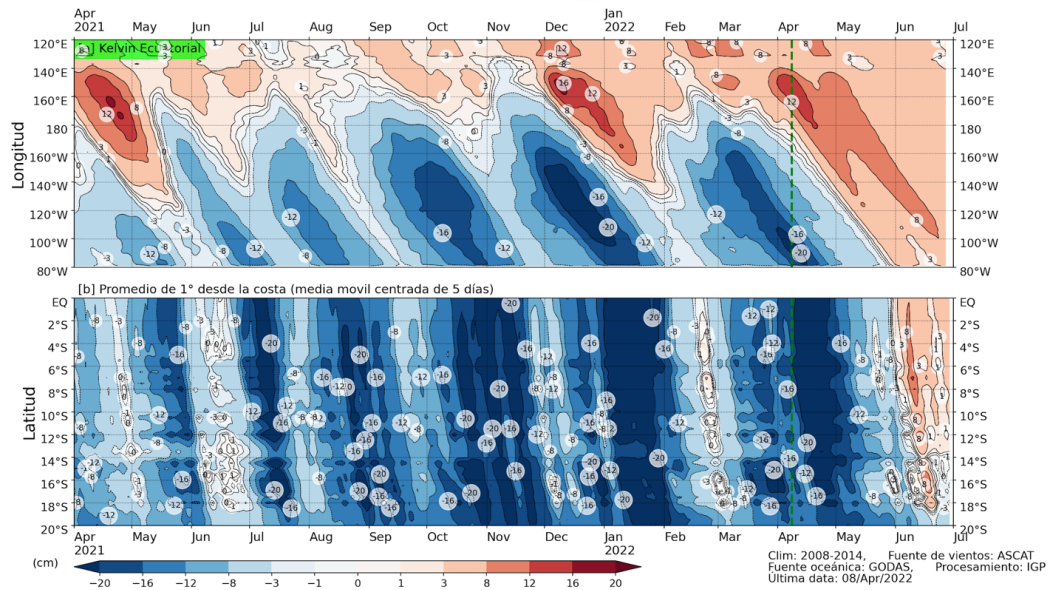
Anomalia del nivel del mar [cm] - $\sum$ Modos -- [ASCAT]

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

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

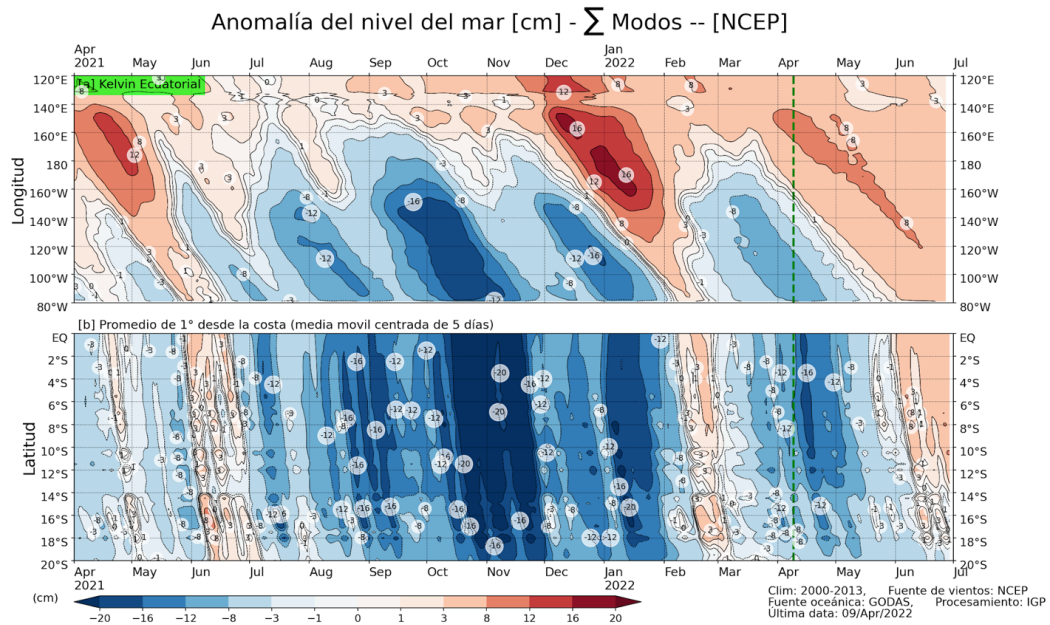


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar (cm) a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con los vientos del *reanalysis* de NCEP.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

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

Pronostico con modelos del ICEN CI 202204

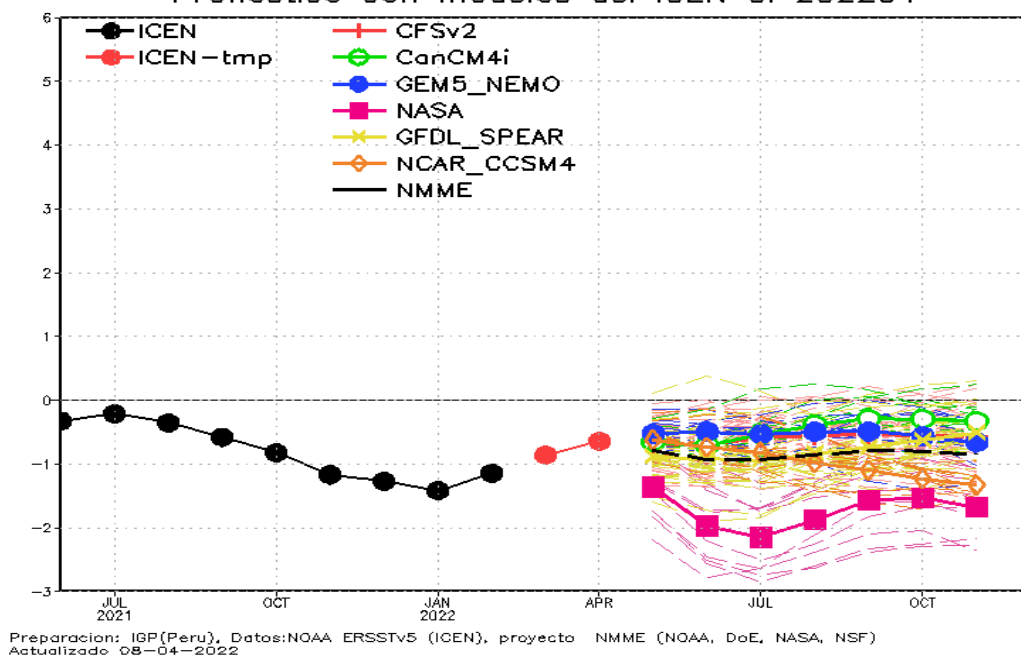


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENV5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM5_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial de abril de 2022. Fuente: IGP, NOAA, NMME.

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

Condiciones Iniciales de Abril 2022

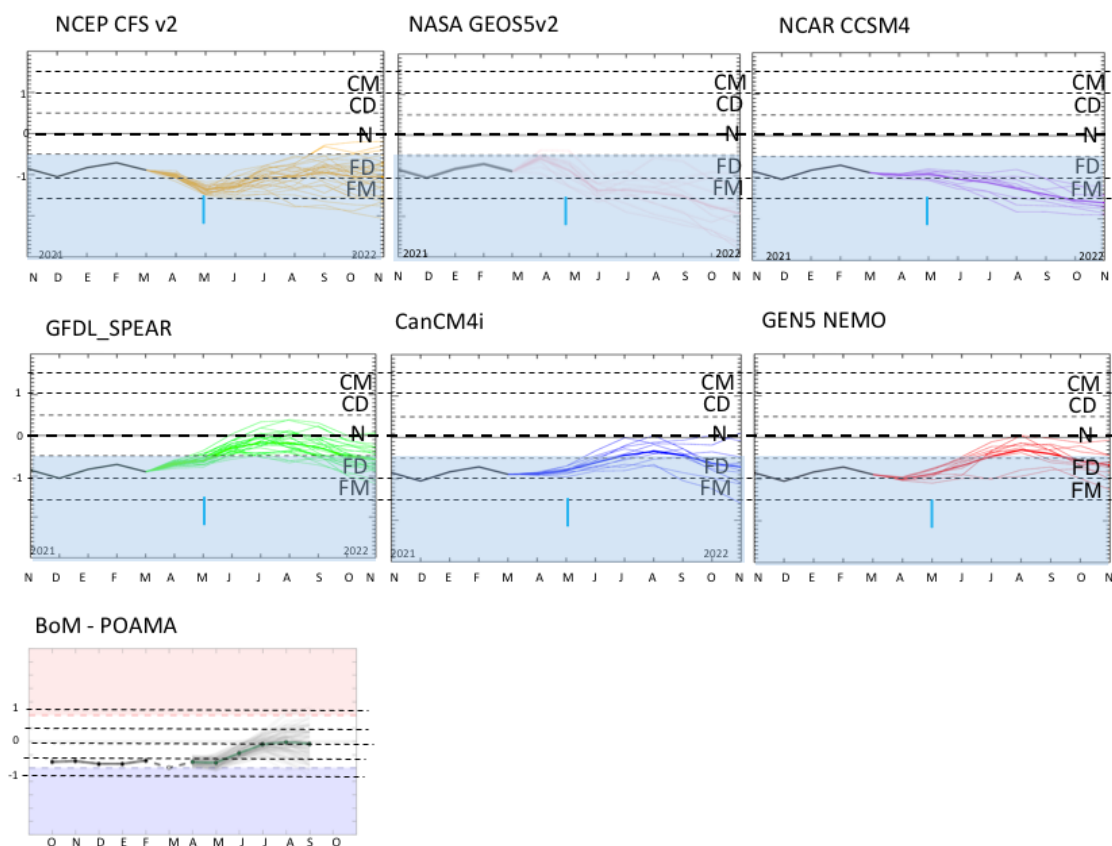


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado (líneas de color plomo) y pronosticado por los modelos de NMME (líneas de distintos colores). Fuente: NMME.