



Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú - IGP



BICENTENARIO
PERÚ 2021

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

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/2021-02

15/03/2021

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 enero de 2021, según el valor del Índice Costero El Niño (ICEN), se presentó la condición climática neutra (-0.86°C), la misma condición se observa en los valores temporales del ICEN (ICENTmp) de los meses de febrero y marzo. Por otro lado, para el Pacífico central, el valor del Índice Oceánico Niño (ONI, por sus siglas en inglés) para el mes de enero de 2021 (-1.06°C) presenta la condición fría moderada, mientras que los valores temporales del ONI para febrero y marzo muestran condiciones frías débiles.

En el mes de febrero se continuó observando pulsos de viento del oeste en la zona oriental del Pacífico, los cuales habrían reforzado a otra onda de Kelvin cálida, que se habría formada por la reflexión de una onda de Rossby, la cual continuó impactando la costa peruana en el mes de febrero. Por otra parte, se observa que el paquete de ondas de Kelvin frías, formado por pulsos de viento del este durante la quincena del mes de enero, según la información *in situ* y satelital, se habría debilitado en su trayectoria hacia la costa americana.

Las predicciones numéricas de los siete modelos climáticos de NMME, inicializados con la información oceánica y atmosférica del mes de marzo de 2021, continúan indicando en promedio y hasta setiembre de 2021 valores por debajo de su normal, pero sin llegar al rango de las condiciones frías débiles frente a la costa peruana. En el Pacífico central, la mayoría de los modelos indican que el fin del evento La Niña se daría entre abril y mayo del 2021, pero luego muestran una tendencia negativa. Cabe señalar que los pronósticos de estos modelos más allá de abril o mayo son menos precisos debido a la barrera de predictibilidad.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

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 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 es generado en el marco de esta actividad, el cual es entregado al IMARPE, como coordinador de la actividad y encargado de la presidencia de la comisión multisectorial del ENFEN, para ser utilizado como insumo en la evaluación periódica que dicha comisión realiza. El informe técnico generado posteriormente por la comisión multisectorial del ENFEN será la información oficial sobre el monitoreo y pronóstico del fenómeno El Niño y asociados en el Perú.

Índice Costero El Niño

Utilizando la versión 5 de la información reconstruida y extendida de la temperatura superficial del mar (TSM), que se denomina ERSSTv5, se calculó el ICEN para el mes de enero de 2021, el cual indicó una condición neutra (ver Tabla 1).

Para calcular el ICEN se utilizan los datos que son denominados como “datos en tiempo real”, los cuales se caracterizan por cambiar ligeramente su valor en el transcurso de los siguientes meses. Es por esta razón que pueden existir pequeñas discrepancias en el cálculo 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
2020	Octubre	-0.95	Neutra
2020	Noviembre	-0.83	Neutra
2020	Diciembre	-0.88	Neutra
2021	Enero	-0.86	Neutra

Para los siguientes dos meses se generan versiones preliminares y temporales del ICEN (ICENTmp), las cuales se calculan del promedio de los pronósticos de la anomalía de la TSM de NMME de un mes y dos meses, tanto para el primer y segundo ICENTmp, respectivamente. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. ICEN temporales (ICENTmp) y sus categorías para febrero y marzo de 2021.

Año	Mes	ICENTmp	Categoría
2021	Febrero	-0.70	Neutra
2021	Marzo	-0.57	Neutra

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Según los valores del ICENtmp, para el mes de febrero y marzo de 2021, se esperarían condiciones neutras. Estos resultados se confirmarán en los siguientes meses.

Índice Oceánico Niño (ONI)

Por otro lado, para el Pacífico central (Niño 3.4), el ONI (*Ocean Niño Index* en inglés; <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/oni.ascii.txt>) del mes de enero de 2021, actualizado por la NOAA, es de -1.06°C , lo cual corresponde a una condición fría moderada¹.

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

Índice Oceánico Niño			
Año	Mes	ONI ($^{\circ}\text{C}$)	Categoría
2020	Octubre	-1.21	Fría moderada
2020	Noviembre	-1.32	Fría moderada
2020	Diciembre	-1.19	Fría moderada
2021	Enero	-1.06	Fría moderada

Los valores estimados del ONI (ONItmp) de febrero y marzo de 2021, combinando datos observados y 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
2021	Febrero	-0.89	Fría débil
2021	Marzo	-0.77	Fría débil

Diagnóstico del Pacífico ecuatorial

Durante el mes de febrero de 2021, en la región Niño 3.4 las anomalías diarias de la TSM fueron negativas y oscilaron entre -1.2°C y -0.8°C (Figura 1a). En lo que respecta a la región Niño 1+2, las anomalías oscilaron entre -1.0°C y 0.2°C (Figura 1b). Según la información de las boyas de TAO a lo largo del Pacífico ecuatorial, se siguen observando anomalías positivas (negativas) del viento al este (oeste) de 160°W (Figura 2a). Con respecto a la anomalía de la TSM, aún se observan valores negativos en la mayor parte de la región, no obstante se aprecia una disminución de las anomalías negativas en la zona oriental (Figura 2b). Finalmente, en cuanto a la profundidad de la isoterma de 20°C , esta mantiene anomalías negativas (positivas) al este (oeste) de 170°W (Figura 2c).

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 Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Según la información diaria del esfuerzo de viento zonal ecuatorial del producto ASCAT, se observaron pulsos de viento del este en los primeros días del mes, entre 170°E-175°W, y en los últimos días del mes, entre 180°-160°W. Por otro lado, en la zona occidental y alrededor de la quincena de febrero, entre 120 y 150°E, se desarrolló un pulso de viento del oeste (ver Figura 3). Según la información de los datos de TAO, la termoclina se encuentra más inclinada de lo normal (Figura 5a), mientras que el contenido de calor muestra valores positivos (Figura 5b). En la región oriental, la anomalía de la profundidad de la termoclina, deducida de la información de la boya de TAO en 95°W, mostró en promedio una anomalía de -10 m (Figura 6).

La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva), durante febrero, en la región occidental (170°E-140°W, 5°S-5°N), así como en la región oriental (170°W-100°W, 5°S-5°N), continúa indicando valores superiores a su climatología, lo cual está relacionado a una deficiencia de precipitación, sin embargo, en los primeros días del mes el valor de OLR en la segunda región estuvo próximo a su climatología. Esta información se puede apreciar en las Figura 7 (región occidental) y Figura 8 (región oriental).

Según la información de los flotadores ARGO, de la altimetría satelital (Figura 4) y de los modelos numéricos (Figuras 9 y 10), la onda de Kelvin cálida, que se formó por la reflexión de una onda de Rossby cálida en la zona occidental del Pacífico y que luego se reforzó por pulsos de viento del oeste en la zona oriental, continuó impactando la costa peruana durante el mes de febrero. Por otro lado, nuevamente, en base a la información *in situ* y satelital, la intensidad del paquete de ondas de Kelvin frías, las cuales se formaron debido a pulsos de viento del este durante la quincena del mes de enero, en su trayecto a la costa americana se habría debilitado. Según los modelos numéricos de ondas (Figuras 9 y 10), este paquete frío y debilitado habría iniciado su arribo a las costas americanas en la quincena del mes de febrero.

Adicionalmente, se observa la presencia de una nueva onda de Kelvin cálida localizada en 150°W, la cual se habría formado como producto de la reflexión de una onda de Rossby cálida reforzada por un pulso de viento del oeste en la zona occidental (ver Figura 9 y 10).

Ondas de Kelvin a lo largo de la costa peruana

Sin el promedio de los últimos 365 días, la información de DUACS a lo largo de la costa peruana durante febrero e inicios de marzo muestra, por un lado, anomalías positivas del nivel del mar que serían el resultado del paso de la onda de Kelvin cálida y, por otro lado, se aprecian anomalías negativas que serían la consecuencia del paso del paquete de ondas frías (Figura 11 b).

Según la información del flotador ARGO (No. 3901231); el cual se localizó durante febrero entre 82° y 81.2°W y entre 7.6° y 4.5°S, y alrededor de las 55 mn frente a la costa norte del Perú; se observaron en promedio, usando la climatología de GODAS y SODA, anomalías negativas dentro de los 150 m de profundidad (ver Figura 12 a y b). Sin embargo, las anomalías que fueron calculadas usando la climatología de IMARPE muestran valores positivos cerca a la superficie y entre 250 y 350 metros de profundidad (Figura 12c).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Pronóstico a corto plazo con modelo de ondas y observaciones

Se espera que la onda de Kelvin fría continúe afectando la costa peruana durante el mes de marzo, aunque con menos intensidad de lo esperado. Por otro lado, se espera el arribo de ondas de Kelvin cálidas entre fines de marzo y mayo, las cuales elevarían la temperatura del mar, pero dentro del rango normal (Figura 13).

Pronóstico estacional con modelos climáticos

Para la región Niño 1+2, según los seis modelos climáticos de NMME (CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR² y NCAR_CCSM4), con condiciones iniciales del mes de marzo de 2021 y con una proyección hasta setiembre, se espera que se mantengan los valores negativos aunque dentro del rango normal y con una lenta tendencia positiva hasta el mes de julio. Luego de julio, se aprecia una tendencia negativa (ver Tabla 5 y Figura 14).

Para el Pacífico central (región Niño 3.4), según los mismos modelos mencionados en el párrafo anterior, se esperan en promedio condiciones frías débiles entre los meses de marzo y setiembre de 2021. Sin embargo, la mayoría de los modelos indicarían que el evento La Niña finalizaría entre los meses de abril y mayo. Los valores del modelo de la NASA continúan siendo los más fríos (ver Tabla 6 y Figura 15).

Hay que señalar que los pronósticos a partir de abril y mayo de cada año son menos precisos debido a la “barrera de predictibilidad”.

Tabla 5. Pronósticos del ICEN con diferentes modelos climáticos utilizando condiciones iniciales de marzo de 2021.

Modelo	EFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO
CFS2		-0.44	-0.24	-0.21	-0.02	0.08	0.05	-0.03
CanCM4i		-0.42	-0.08	0.18	0.31	0.27	0.12	0.02
GEM_NEMO		-0.43	-0.12	0.05	0.22	0.17	-0.07	-0.32
GFDL_SPEARE		-0.10	0.22	0.24	0.28	0.28	0.20	0.08
NASA		-1.36	-2.05	-2.63	-2.50	-2.07	-1.60	-1.31
NCAR_CCSM4		-0.68	-0.37	-0.05	0.04	-0.18	-0.47	-0.72
NMME		-0.57	-0.44	-0.40	-0.28	-0.24	-0.30	-0.38
ICENtmp	-0.70							

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 Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Tabla 6. Pronósticos del ONI con diferentes modelos climáticos utilizando condiciones iniciales de marzo de 2021.

	<i>EFM</i>	<i>FMA</i>	<i>MAM</i>	<i>AMJ</i>	<i>MJJ</i>	<i>JJA</i>	<i>JAS</i>	<i>ASO</i>
<i>CFS2</i>		-0.55	-0.27	-0.20	-0.19	-0.27	-0.35	-0.42
<i>CanCM4i</i>		-0.73	-0.49	-0.31	-0.13	-0.06	-0.12	-0.31
<i>GEM_NEMO</i>		-0.82	-0.71	-0.67	-0.62	-0.58	-0.58	-0.61
<i>GFDL_SPEARE</i>		-0.69	-0.37	-0.09	0.12	0.18	0.08	-0.11
<i>NASA</i>		-1.18	-1.58	-2.07	-2.33	-2.33	-2.26	-2.28
<i>NCAR_CCSM4</i>		-0.63	-0.39	-0.34	-0.43	-0.69	-1.00	-1.27
<i>NMME</i>		-0.77	-0.64	-0.61	-0.60	-0.63	-0.71	-0.83
<i>ONItmp</i>	-0.89							

Conclusiones:

1. El ICEN para el mes de enero de 2021 (-0.86) y los valores temporales para febrero (-0.70) y marzo (-0.57) de 2021 se encuentran dentro de las condiciones neutras.
2. En el Pacífico central, el ONI de enero de 2021 (DEF) es -1.06, el cual corresponde a condiciones frías moderadas. Mientras que los ONI-tmp para los meses de febrero (-0.89) y marzo (-0.77) corresponden a condiciones frías débiles.
3. La información de OLR (relacionada con la actividad convectiva) en las regiones del Pacífico occidental (170°E-140°W, 5°-5°N) y oriental (170°-100°W 5°S-5°N) continúa mostrando valores superiores a su climatología, es decir, menos precipitación de lo normal.
4. Hasta la fecha, en la región del Pacífico ecuatorial, se siguen observando anomalías positivas (negativas) del viento al este (oeste) de 160°W. La ATSM aún se mantiene con valores negativos en la mayor parte de esta región, pero continúa observándose una disminución de las anomalías negativas en la zona oriental. La profundidad de la isoterma de 20°C mantiene anomalías negativas (positivas) al este (oeste) de 170°W.
5. Según los datos de TAO, en febrero, en promedio, se desarrollaron anomalías de viento del este (oeste), localizados al este (oeste) de 160°W. La información diaria de ASCAT muestra dos pulsos de viento del este al inicio y fin de febrero en el Pacífico central; mientras que en la

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

quincena del mismo mes se observó un pulso de viento del oeste en la región occidental.

6. Basado en los datos de TAO, la termoclina se mantiene más inclinada de lo normal, mientras que el contenido de calor muestra valores positivos.
7. La onda de Kelvin cálida, que se formó como consecuencia de la reflexión de otra onda de Rossby cálida en la zona occidental del Pacífico y que, además, se habría reforzado con anomalías de viento del oeste en la zona oriental del Pacífico, continuó impactando la costa peruana durante el mes de febrero.
8. Según la información *in situ* y satelital, la intensidad del paquete de ondas de Kelvin frías, en su trayectoria hacia la costa americana, se habría debilitado. Según los modelos numéricos de ondas, este paquete habría arribado a la costa peruana durante la quincena del mes de febrero.
9. Por otro lado, se observa una onda de Kelvin cálida localizada en 150° W, aproximadamente.
10. A lo largo de la costa, durante el mes de febrero, el nivel del mar habría sido influenciado por la presencia de las ondas de Kelvin, tanto frías como cálidas.
11. Se espera que el paquete de ondas de Kelvin frías continúe afectando la costa peruana durante el mes de marzo, aunque con menor intensidad de lo esperado.
12. Se espera la presencia de ondas de Kelvin cálidas entre fines de marzo y mayo.
13. Para el Pacífico oriental (región Niño 1+2), los seis modelos de NMME con condiciones iniciales de marzo de 2021, indican que las anomalías negativas se mantendrían hasta setiembre de 2021, aunque dentro del rango neutral.
14. Para el Pacífico central (región Niño 3.4), los modelos de NMME indican en promedio condiciones frías débiles entre marzo y setiembre de 2021, sin embargo la mayoría de los modelos indican condiciones neutras a partir del mes de abril, lo que indicaría el fin de La Niña en el Pacífico central.
15. Hay que tener en cuenta que los pronósticos más allá de los meses de abril o mayo están influenciados por la “barrera de predictibilidad”, la cual provoca que sean menos precisos.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

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 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
- **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", Instituto Geofísico del Perú, Enero, 1, 8-9.
- **Sulca, J., Takahashi, K., Espinoza, J.C.**, Vuille, M. and Lavado-Casimiro, W., 2017: Impacts

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

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, pág. 13-20.

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

<http://intranet.igp.gob.pe/productonino/>

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 Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Figuras

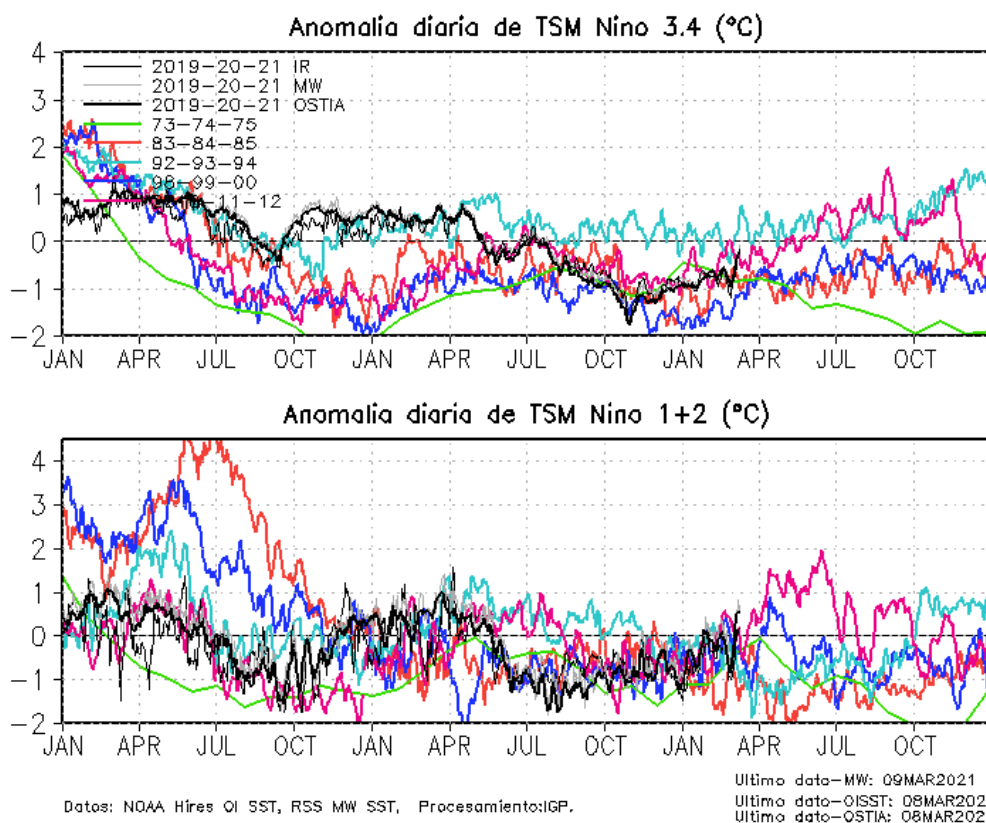


Figura 1. Series de tiempo de la anomalía diaria de la TSM en la región Niño 3.4 (arriba) y en la región Niño 1+2 (abajo). Las líneas en color negro (gruesa), gris y negro (fina) indican la evolución de la anomalía de la TSM en el presente año usando información infrarroja (IR), microondas (MW) y del 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 Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

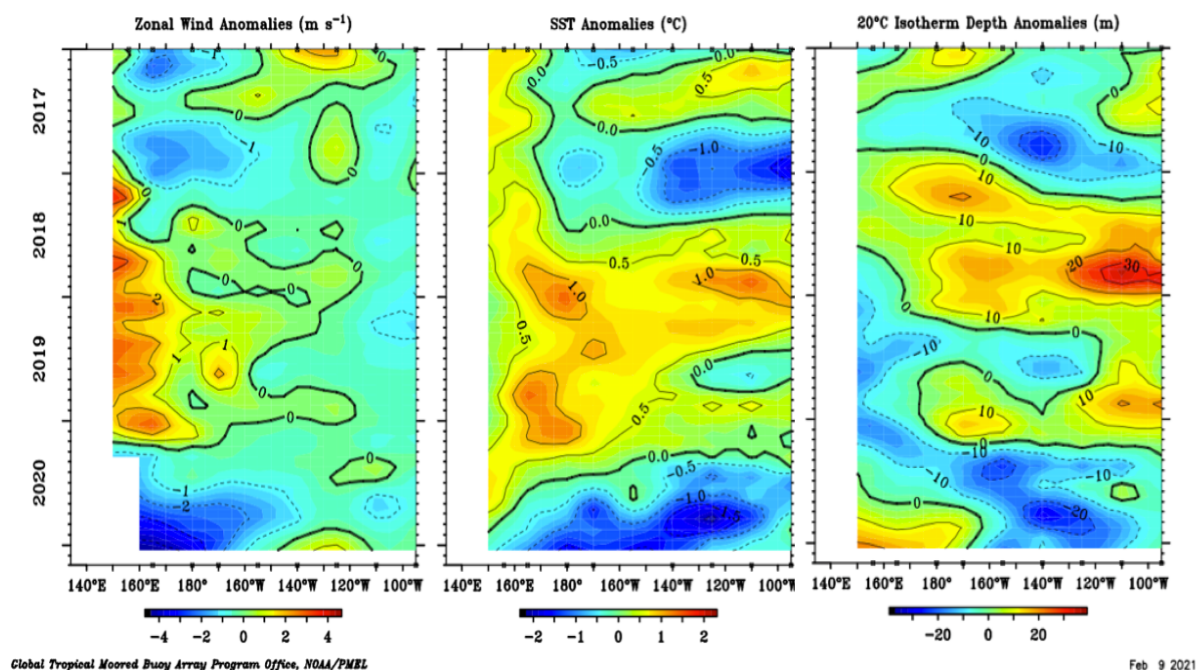


Figura 2. Promedio mensual de la anomalía del viento zonal (a), de la profundidad de la isoterma de 20 °C (b) y de la temperatura superficial del mar (c) a lo largo de la franja ecuatorial del Pacífico (2°S-2°N). Esta imagen se elaboró de otras que se obtienen del proyecto TAO: www.pmel.noaa.gov/tao.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

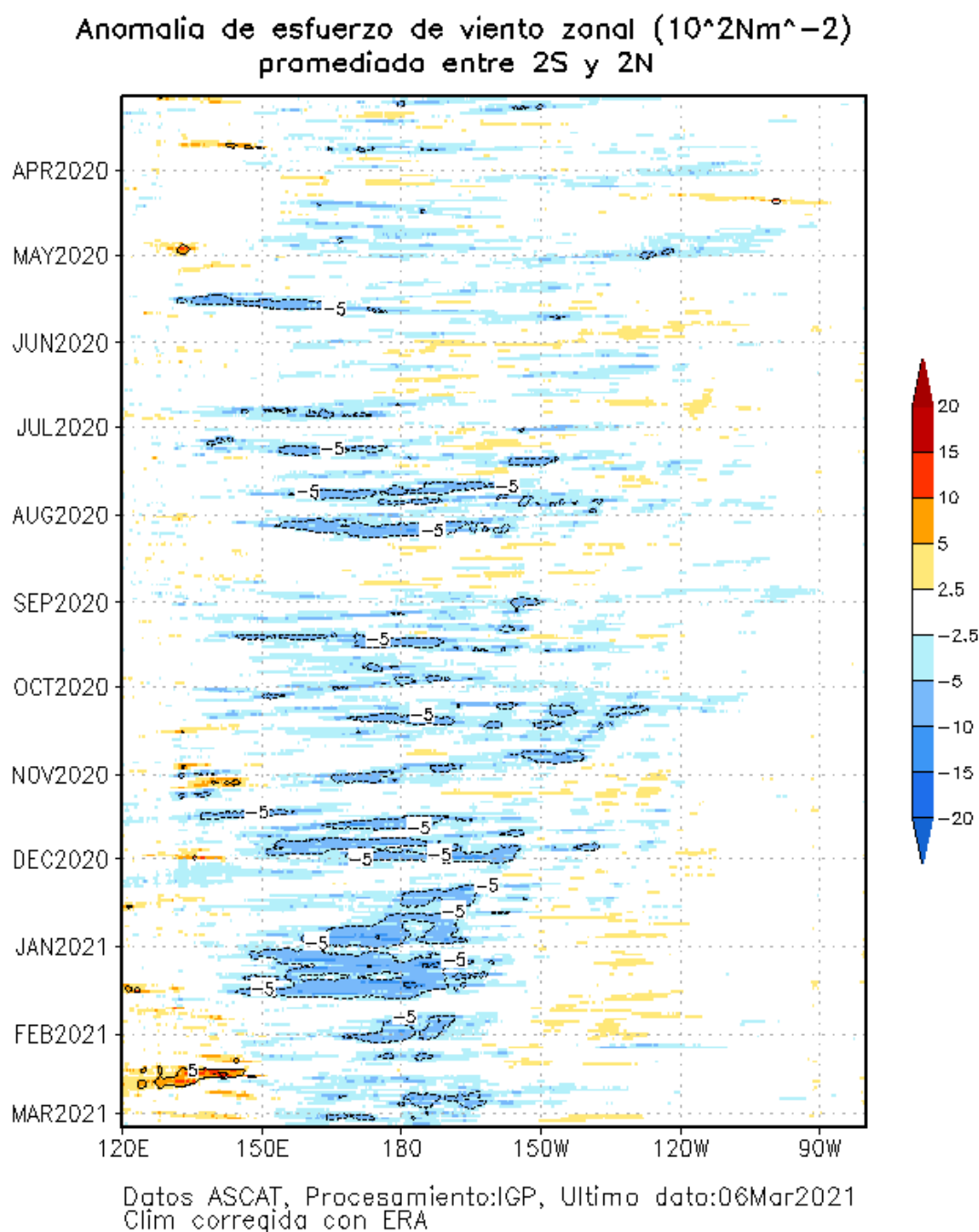


Figura 3. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías del esfuerzo de viento zonal ecuatorial que se obtiene de los datos del producto ASCAT hasta el 06 de marzo de 2021. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

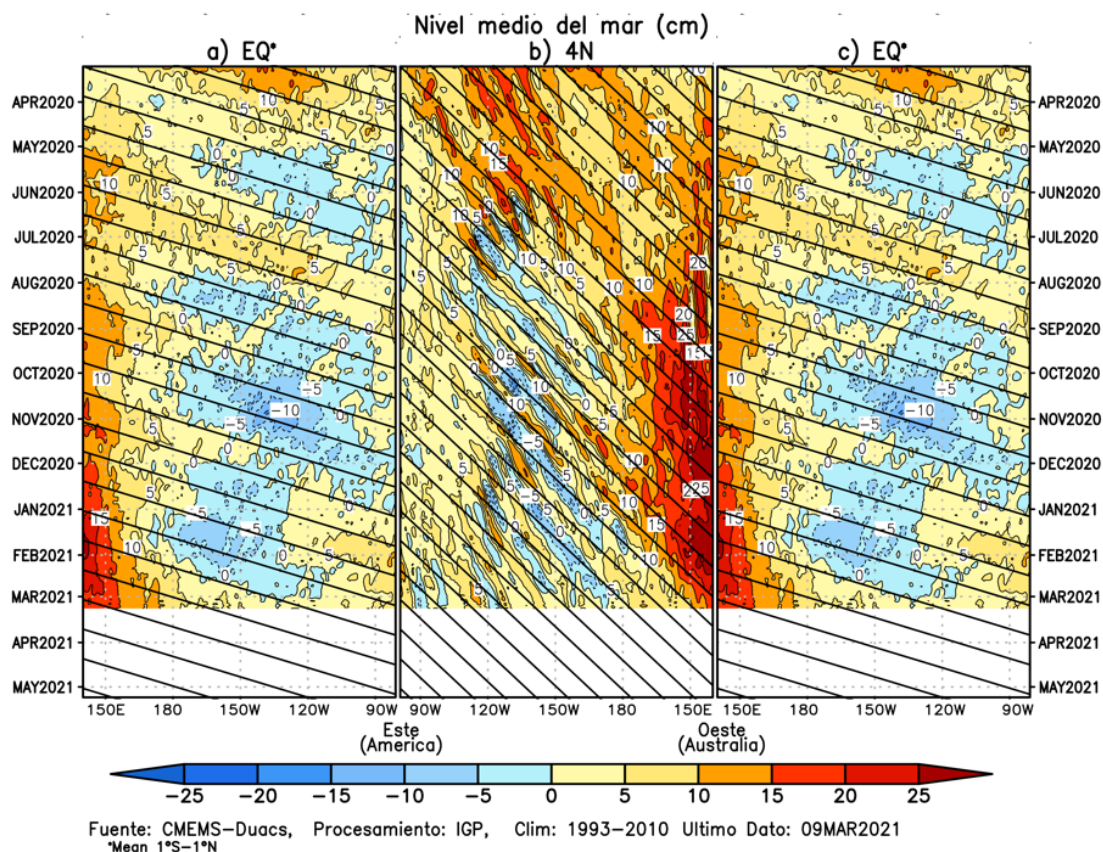


Figura 4. Diagramas longitud-tiempo de la anomalía del nivel medio del mar en el Pacífico ecuatorial usando el producto DUACS. Los paneles (a) y (c) son los mismos y representan la información a lo largo de la línea ecuatorial; mientras que (b), a lo largo de 4°N, pero con el eje zonal de este a oeste.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

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

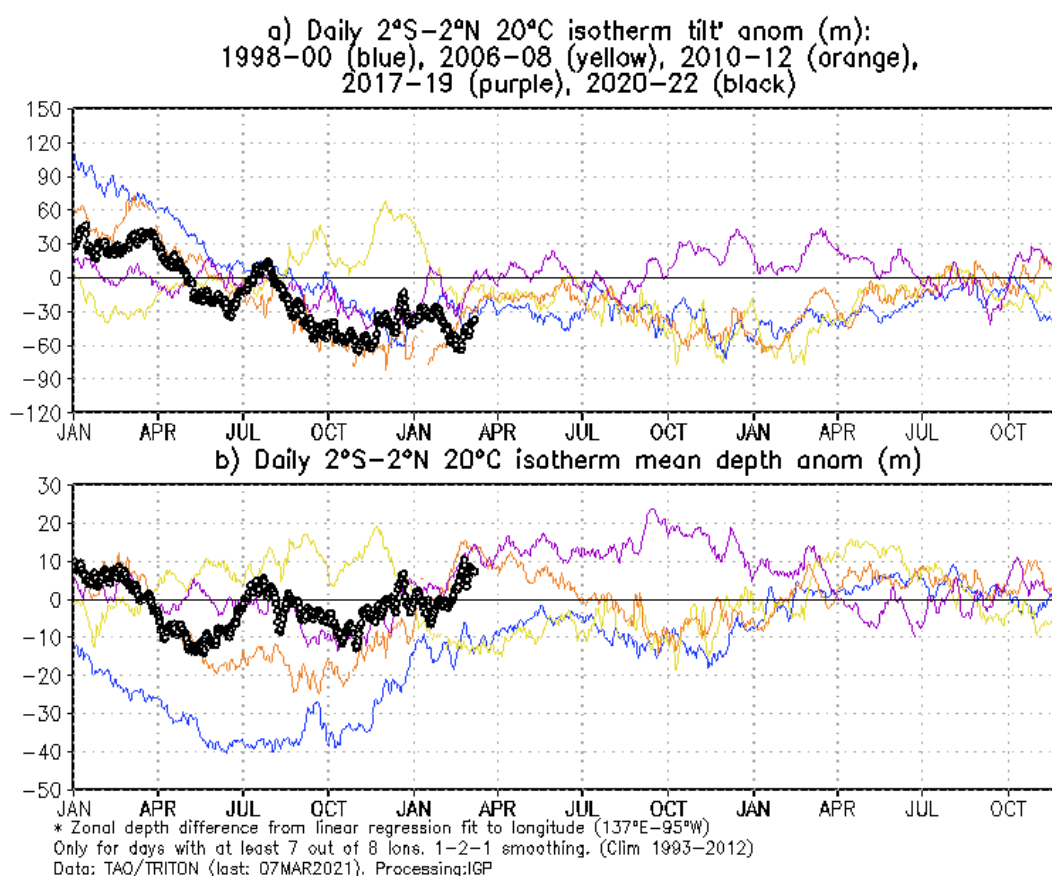


Figura 5. a) Inclínación de la termoclina y **b)** contenido de calor en el Pacífico ecuatorial (2°N y 2°S). La data usada para este cálculo proviene de las boyas TAO. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

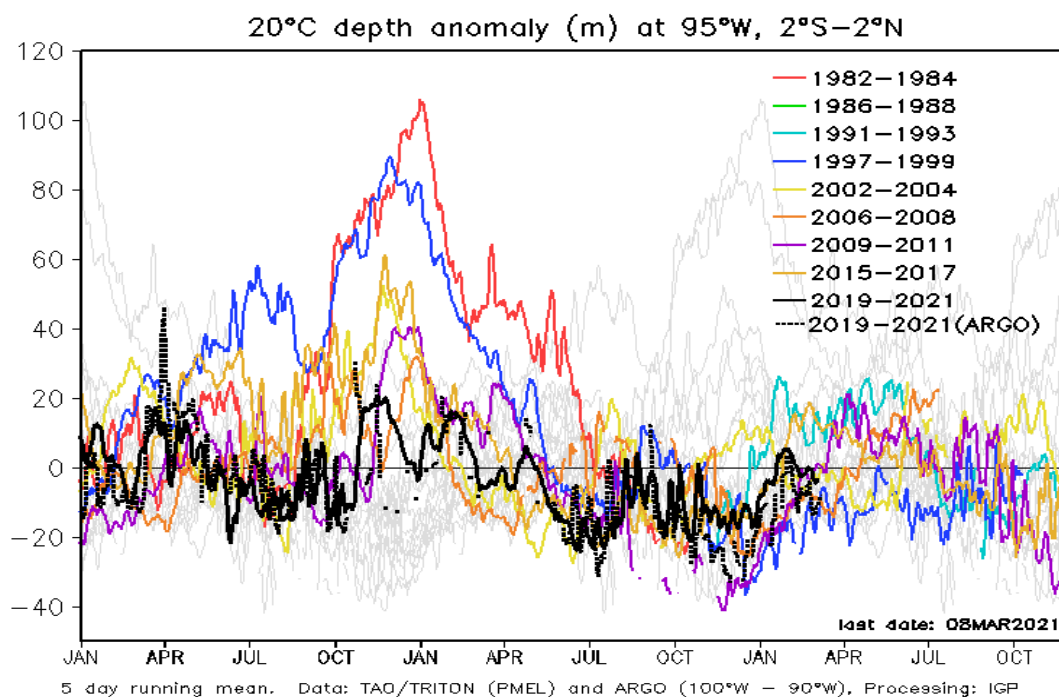


Figura 6. Anomalía de la profundidad de la isoterma de 20 °C (m) en 95°W y promediada entre 2°S y 2°N, con datos de ARGO (línea negra cortada) y TAO (línea negra continua). Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

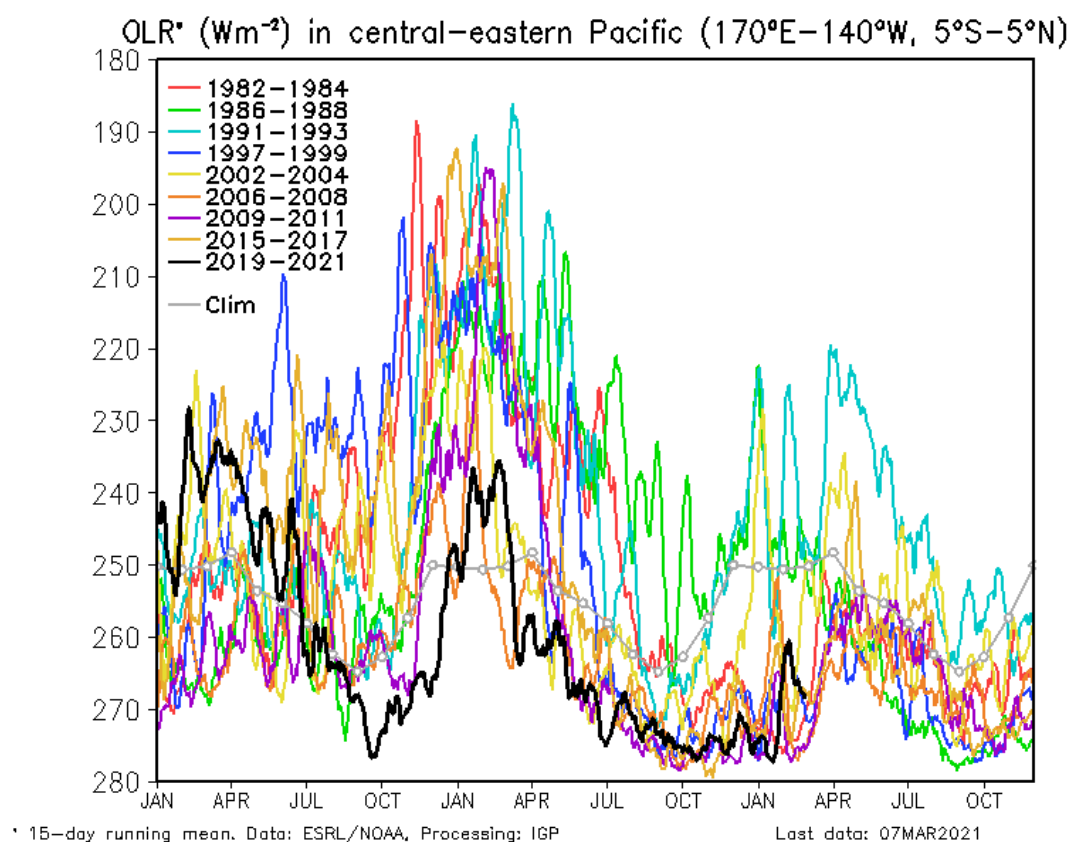


Figura 7. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental ($170^{\circ}\text{E}-140^{\circ}\text{W}$ y $5^{\circ}\text{S}-5^{\circ}\text{N}$) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

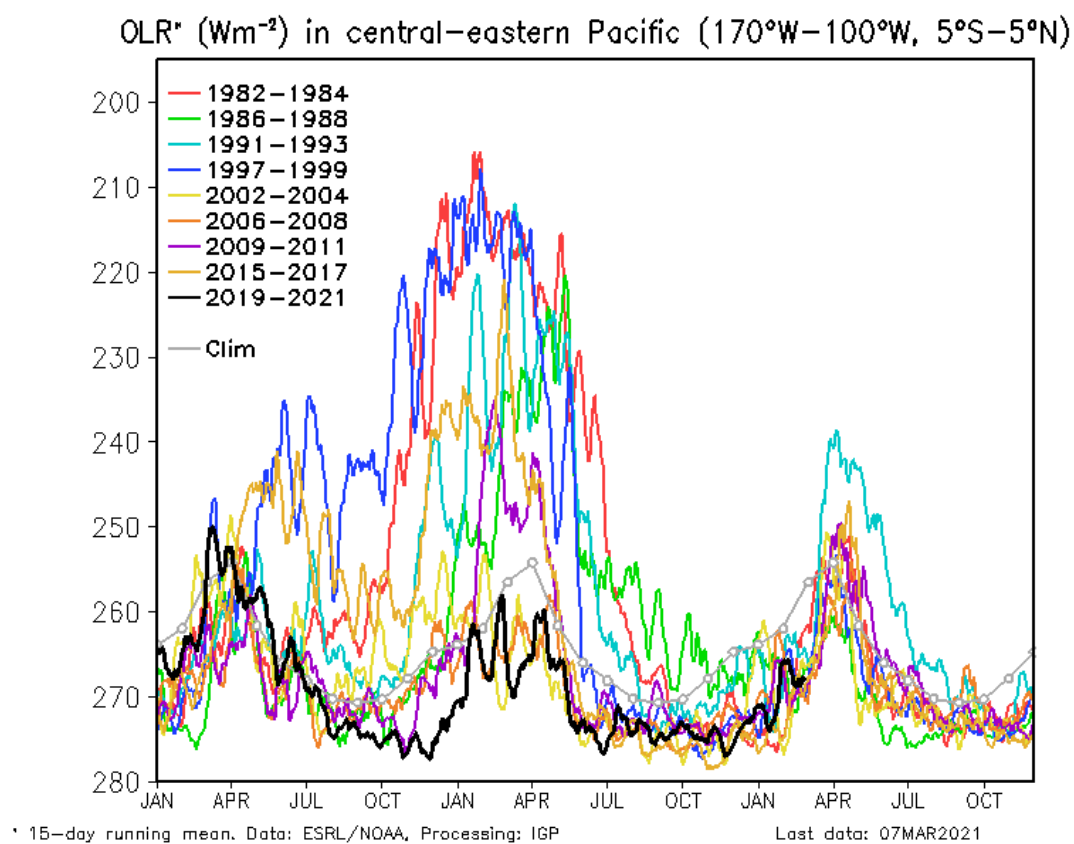


Figura 8. Actividad convectiva en el Pacífico central oriental (170°W – 100°W y 5°S – 5°N) en base a la información de OLR (Outgoing Longwave Radiation). Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

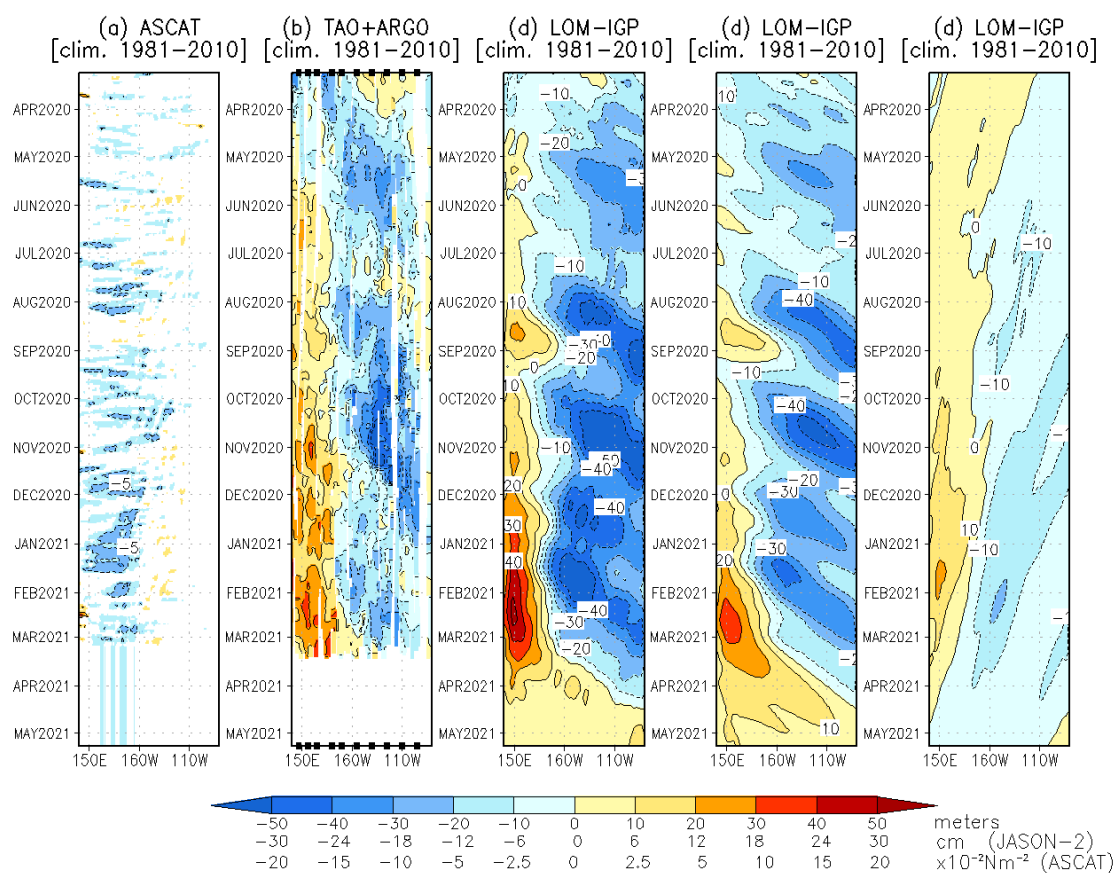


Figura 9. Diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (primer panel), anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C obtenido de los datos de las boyas de TAO y de los flotadores de ARGO (segundo panel), diagrama de la onda de Kelvin y Rossby (tercer panel), diagrama de la onda de Kelvin (cuarto panel) y finalmente diagrama de la onda de Rossby (quinto panel), las que fueron calculadas con el modelo LOM-IGP (forzado por ASCAT, y tau=0 para el pronóstico). Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

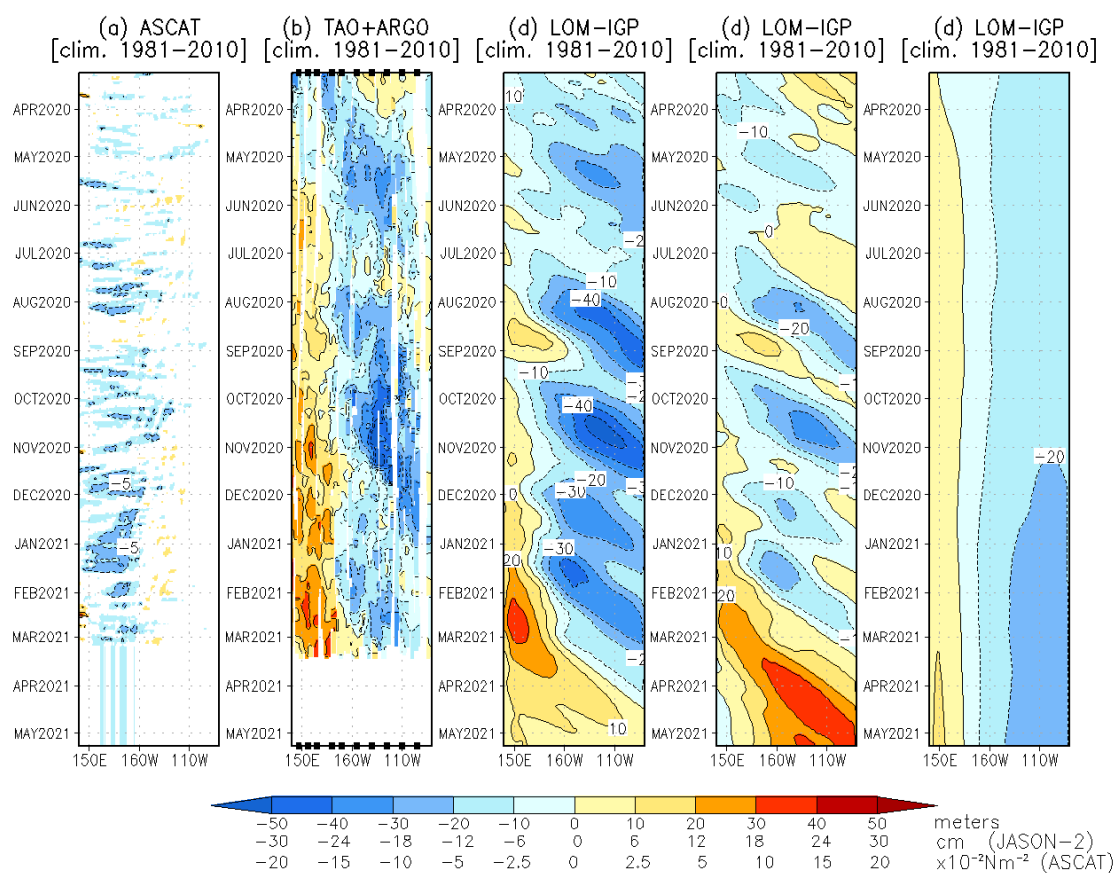


Figura 10. De izquierda a derecha: diagrama longitud-tiempo de las anomalías de esfuerzo de viento zonal ecuatorial basado en datos de ASCAT (primer panel); anomalía de la profundidad de la isoterma de 20°C obtenido de los datos de las boyas de TAO y de los flotadores de ARGO (segundo panel); onda de Kelvin (tercer panel), onda de Kelvin intraestacional (cuarto panel), onda de Kelvin interanual multiplicado por un factor de dos (quinto panel). Las tres imágenes de la derecha son los resultados numéricos de un modelo oceánico lineal, forzado con información de vientos de ASCAT. Elaborado por el IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

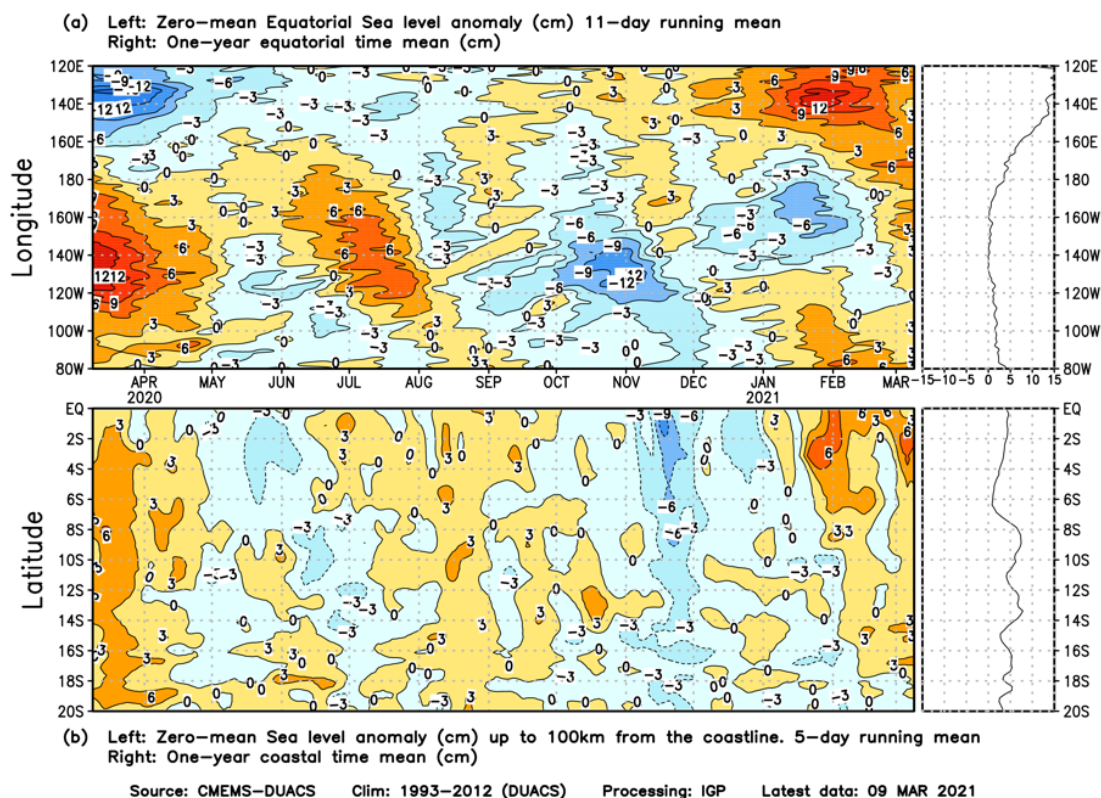


Figura 11. Anomalia centrada del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial (Figura superior-izquierda) y a lo largo de la costa peruana (Figura inferior-izquierda). A la derecha se muestra el promedio de los últimos 365 días en la franja ecuatorial (superior) y a lo largo de la costa (inferior), 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 Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

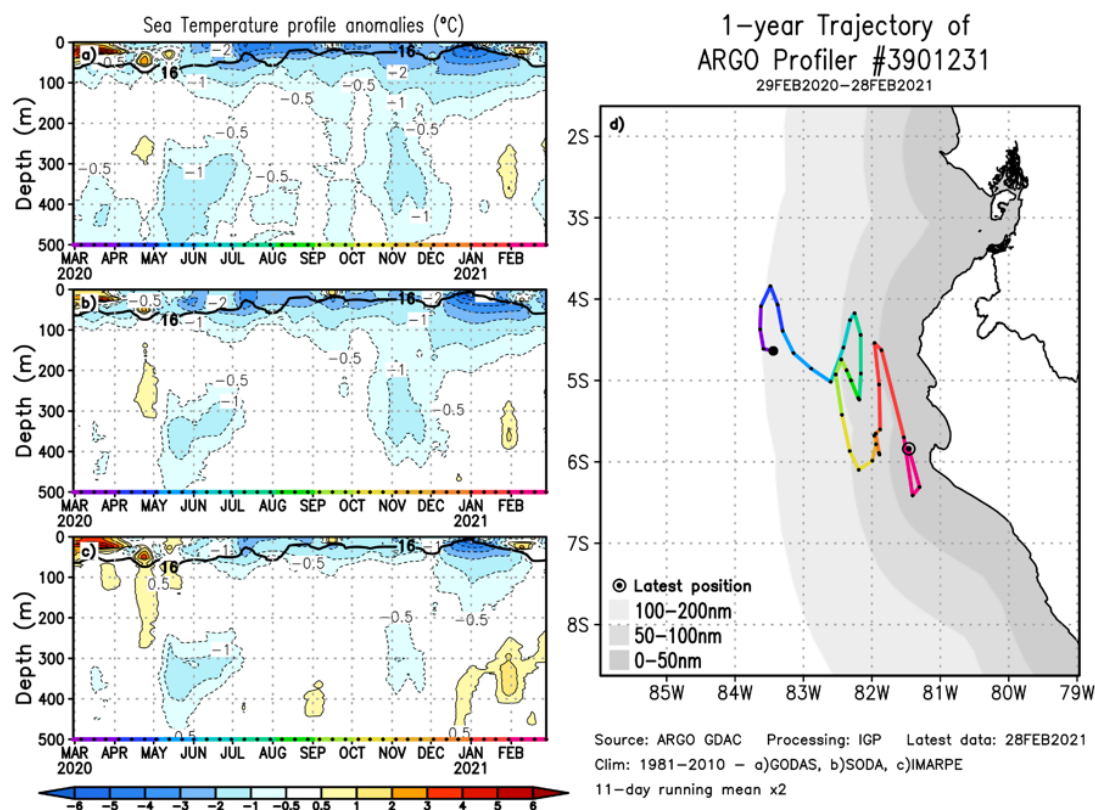


Figura 12. A la izquierda se aprecia la anomalía de la temperatura del mar hasta los 500 metros de profundidad, calculada de los datos del flotador ARGO No. 3901231. Esta anomalía se calcula en base a la climatología (1981-2010) de: (a) GODAS, (b) SODA e (c) IMARPE. A la derecha se aprecia la trayectoria del flotador en el último año. Cada color indica un periodo de aproximadamente 30 días, en donde el círculo abierto representa la última posición del flotador. Elaboración: IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

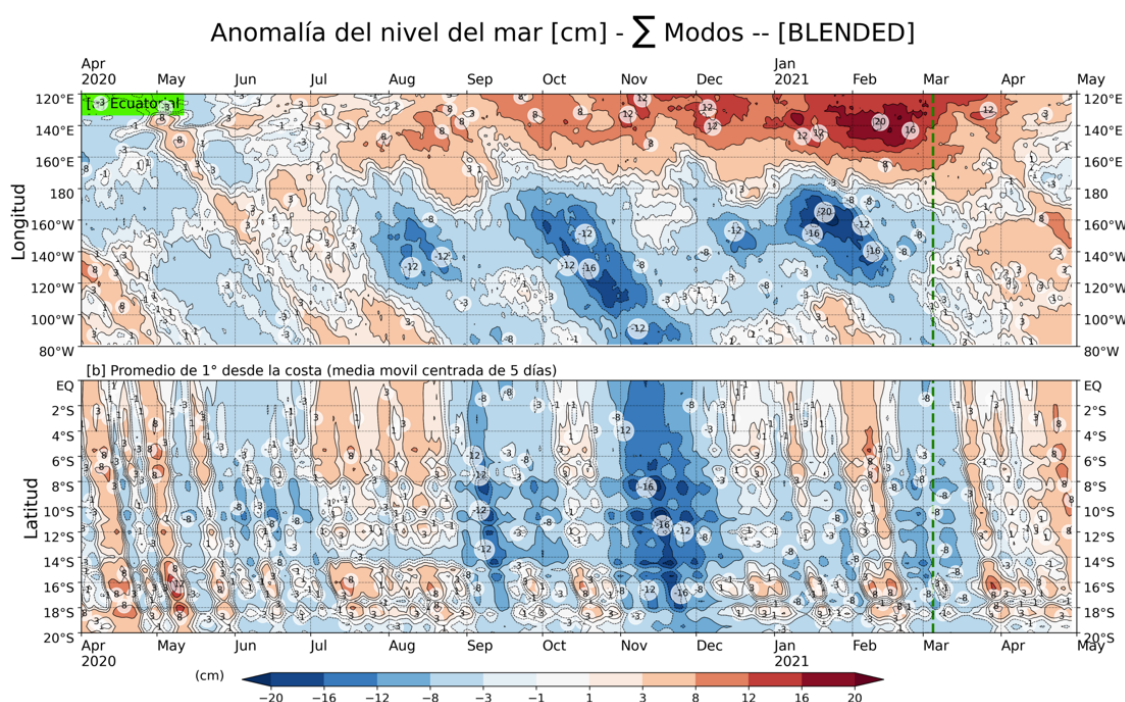


Figura 13. Simulación numérica de la anomalía del nivel del mar a lo largo de la franja ecuatorial del océano Pacífico (panel superior) y a lo largo de la costa peruana (panel inferior). Esta simulación se realizó con el modelo oceánico multimodal forzado con el producto de vientos denominado *Blended*. Elaboración: IGP.

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Pronostico con modelos del ICEN CI 202103

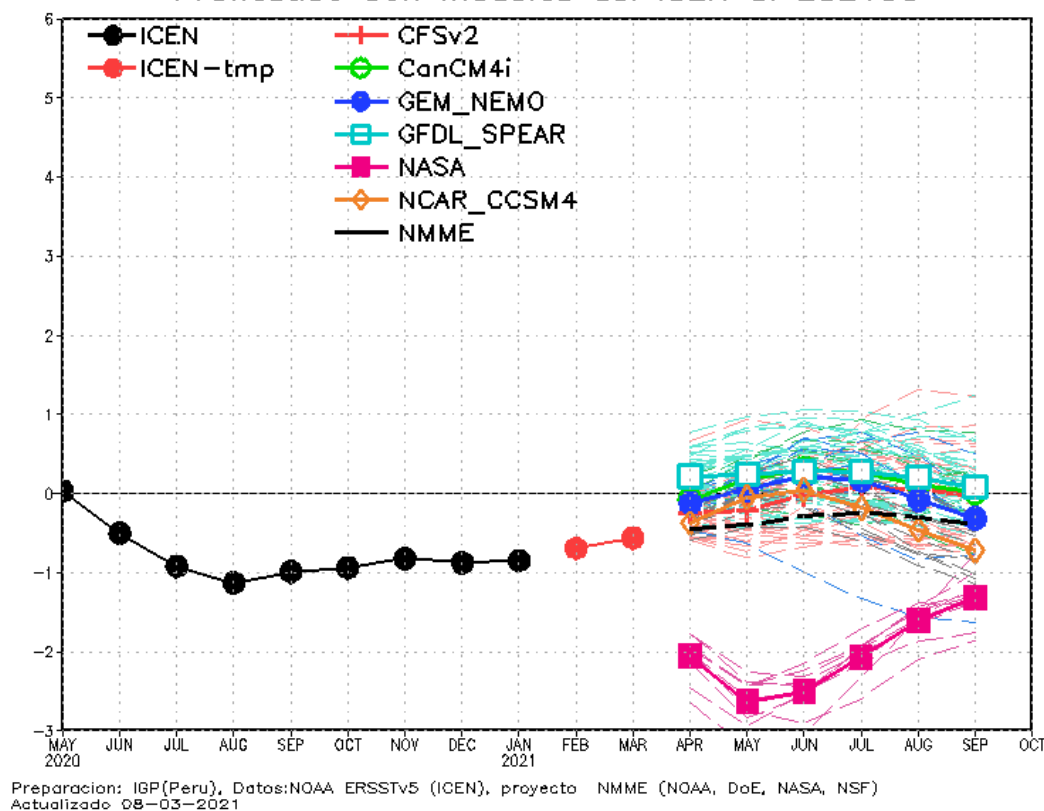
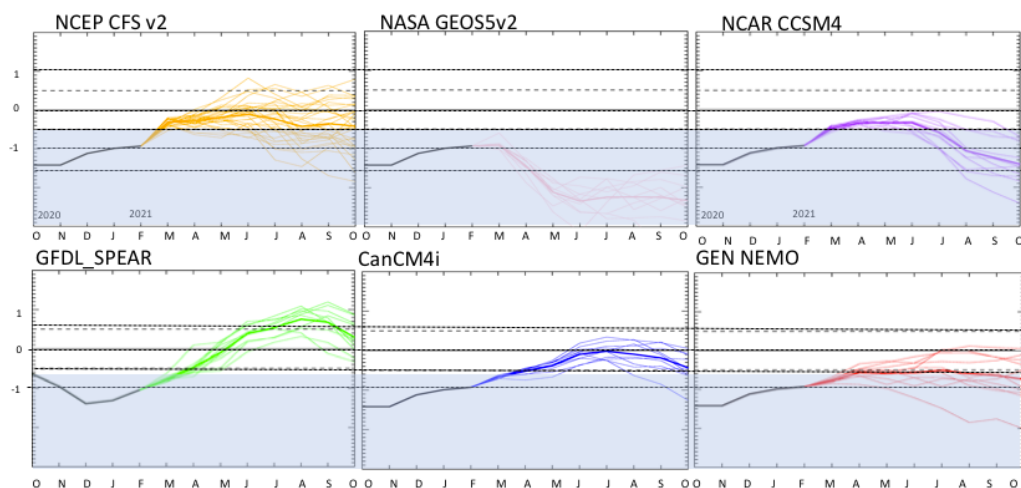


Figura 14. Índice Costero El Niño (ICEN, línea negra con círculos llenos, fuente ERSSTv5) y sus valores temporales (ICENv5tmp, rojo con círculo lleno). Además, pronósticos numéricos del ICEN (media móvil de 3 meses de las anomalías pronosticadas de TSM en Niño 1+2) por diferentes modelos climáticos. Los pronósticos de los modelos CFSv2, CanCM4i, GEM_NEMO, NASA, GFDL_SPEAR y NCAR_CCSM4 tienen como condición inicial el mes de marzo de 2021. (Fuente: IGP, NOAA, proyecto NMME).

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia”

Condiciones Iniciales de Marzo 2021



Condiciones Iniciales de Febrero 2021

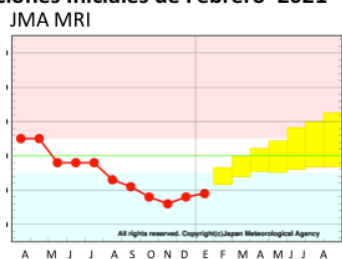


Figura 15. Índice Niño 3.4 mensual observado y pronosticado por los modelos de NMME y otros. Fuente: NMME.