



Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica
Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Venezuela

Boletín Climático
Febrero 2021

Este Boletín ha sido elaborado en la Departamento de Ingeniería hidrometeorológica, Facultad de ingeniería, Universidad Central de Venezuela. El Boletín ha sido realizado con fines educativos y no debe ser usado como referencia para toma de decisiones basadas en su contenido. Para cualquier información adicional o duda favor comunicarse con los autores.

Los datos utilizados para la realización de este boletín provienen de las siguientes instituciones:

- **Earth System Research Laboratory** de la NOAA. Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996; EE.UU.
- **NOAA/OAR/ESRL PSL**, Boulder, Colorado, USA, from their Web site at <https://psl.noaa.gov/>
- Bureau of Meteorology National Climate Centre Climate Analysis Section, Australia
- International Research Institute for Climate and Society, Earth Institute. Columbia University
- Climate Prediction Center/National Centers for Environmental Prediction/National Weather Service/NOAA/U.S. Department of Commerce. 2011, updated daily. NOAA CPC Morphing Technique (CMORPH) Global Precipitation Analyses. Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory. <https://doi.org/10.5065/D6CZ356W>. Accedido en † 08/08/2020.
- MERRA-2 tavgM_2d_aer_Nx: 2d,Monthly mean, Time-averaged, Single-Level, Assimilation, Aerosol Diagnostics V5.12.4. Global Modeling and Assimilation Office (GMAO)
- Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS).

Todos los mapas fueron elaborados con el Software GrADS (Grid Analysis and Display System)

El lector puede encontrar la interpretación de los campos de las variables en el pie de cada figura. Se recomienda hacer una lectura previa antes de avanzar con el contenido del boletín.

Cualquier información referente a este boletín contactar a:

Juan A. Arévalo

e-mail: j3arevalo@gmail.com

Alfredo Gil

e-mail: cgil@gmail.com

Rafael Mundaray

e-mail: remm69@gmail.com

Colaboración especial: Esteban Perdomo (@EstebanWXcast)

1. Los océanos tropicales

Aproximadamente el 80% de los trópicos está ocupado por los océanos Pacífico, Atlántico e Indico. Es por eso, que las condiciones climáticas sobre estas extensas superficies son de suma importancia por las implicaciones que tienen sobre el clima de otras regiones, tanto dentro como fuera de los trópicos. A continuación, se presenta el estado actual del clima en la región tropical orientado a identificar las condiciones asociadas a la variabilidad climática de reconocida influencia sobre los regímenes de precipitación y temperatura en Venezuela; como lo es el modo de variabilidad conocido como El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) y también aquellas condiciones que ocurren en el Atlántico tropical.

1.1. Pacífico ecuatorial

Durante el febrero, condiciones más frías de lo normal se han mantenido en el Pacífico ecuatorial, típicas de un evento La Niña. Anomalías de temperatura por debajo de $-0,5^{\circ}\text{C}$ se apreciaron sobre la línea ecuatorial, entre 100E y 160E (figura 1). Los índices Niño indican que las condiciones anómalas frías se han mantenido al menos desde el mes de julio de 2020. Durante el mes de febrero los índices Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4 cerraron con valores de temperatura por debajo de $-0,5^{\circ}\text{C}$ ($-1,2^{\circ}\text{C}$, $-1,2^{\circ}\text{C}$ y $-0,7^{\circ}\text{C}$, respectivamente) en tanto que el índice Niño 1+2 cerró en $+0,2^{\circ}\text{C}$, no había tenido anomalías de positivas de finales de mayo de 2020 (figura 2). La media móvil de 30 días del Índice de Oscilación del Sur ha evidenciado que la respuesta atmosférica al forzamiento oceánico se ha mantenido aproximadamente desde el mes de agosto de 2020 hasta febrero de 2021, aunque desde enero el índice ha ido retornando a valores normales, indicativo de un posible establecimiento de condiciones normales en el Pacífico ecuatorial (figura 3), cerrando en +11.0 al final del mes. Acorde con esto, los vientos Alisios entre 140O y 140E, que se han mantenido más intensos de lo normal, aunque también se han debilitado con respecto a lo observado en meses anteriores (figura 5).

En la alta atmósfera, el patrón anómalo observado (figura 6) indica que, durante febrero, en el extremo occidental del Pacífico ecuatorial ha estado ocurriendo más convección de lo normal, caracterizado por anomalías de potencial negativas y flujo divergente saliendo del área, aunque menos extendido respecto al mes anterior. Al este del meridiano 180 hasta aproximadamente 100O la anomalía de potencial de velocidad y la circulación divergente cambian de condiciones asociadas a divergencia y mayor convección ha condiciones de convergencia y subsidencia, particularmente fuerte en el área contigua a las costas de Suramérica desde el norte de Perú hasta Panamá. Por otra parte, sobre Suramérica y la cuenca del Caribe, potencial positivo y circulación divergente que converge en el área indican que durante el período parece haber estado ocurriendo fuerte subsidencia en el área. Al analizar la estructura de la circulación Walker entre 5N y 5S (figura 7) se encontró que el efecto del forzamiento oceánico es mucho más fuerte al oeste de 160E, mientras que entre 160E y aproximadamente 80O se aprecia un patrón subsidente que se hace más intenso en el meridiano 180 y entre 100O y 60O, mientras que entre 60 y el meridiano cero es más parecido a lo que pudiera esperarse en condiciones de La Niña, con movimientos verticales ascendentes más vigorosos de lo normal y que se extienden por todo el recorrido vertical de la tropósfera, mayormente entre 60 y 20 oeste.

1.2 Atlántico ecuatorial

Durante febrero, persistieron anomalías positivas de temperatura en el extremo oriental del Atlántico norte tropical y el Caribe superiores a $+0,5^{\circ}\text{C}$ (figura 1) La anomalía de temperatura media en la Principal Región de Desarrollo ha estado por encima de la media los últimos doce meses, cerrando en 28 de febrero en $+0,2^{\circ}\text{C}$ (figura 4). Adicionalmente se observó que las anomalías negativas de presión atmosférica a nivel del mar observadas en la mayor parte del Atlántico norte tropical han ido retornando a condiciones normales, prevaleciendo una área reducida entre 30 y 40 oeste y 10 y 15 norte que indujo un patrón ciclónico en la porción tropical del océano (figura 5). A pesar de la configuración del campo anómalo de presión a nivel del mar durante febrero, en general se ha observado que ha predominado fuerte subsidencia en la mayor parte del Atlántico norte tropical (figuras 6).

La circulación anómala media de las células de Hadley entre 70 y 60 oeste es mostrada en la figura 8. Se aprecian anomalías débiles al norte del ecuador caracterizado por un patrón subsidente débil entre el ecuador y 10N. Destacan anomalías de viento zonal del oeste entre 10S y 10N entre 850hPa. y 300hPa y Alisios algo más intensos de lo normal por debajo de 850 hPa. al sur de 20N.

Anomalías positivas de polvo disperso se observaron a lo largo de todo el atlántico norte tropical, alcanzando las Guayanas, Surinam y la mayor parte de Venezuela (figura 9).

2. Variabilidad observada de la precipitación y la temperatura en el trópico

Cambios en la distribución espacial de la convección en el trópico debidos a la presencia de condiciones de La Niña en el Pacífico ecuatorial se aprecian en la figura 10. anomalías positivas de Radiación de Onda Larga Saliente (OLR) se observaron entre 150E y 140O y anomalías negativas sobre el continente marítimo y norte de Australia. A lo largo del ecuador hasta la costa occidental de Suramérica hubo una débil supresión de la convección entre 120 y 80 oeste, al sur del ecuador. En norte de Suramérica, concretamente sobre Venezuela y Colombia el patrón observado estuvo cercano a lo normal, aunque hubo algo de supresión de convección o cielos más despejados en el norte de Colombia y porción occidental de Venezuela. En tanto que en el extremo este de Brasil anomalías negativas de OLR indican mayor convección de lo normal.

Las anomalías de temperatura estimada a 2 metros de la superficie se mantuvieron por debajo de lo normal en la mayor de cuenca del pacífico ecuatorial, con excepción de extensas áreas al oeste de 160E donde hubo anomalías positivas de temperatura (figura 11). De igual manera, en el Atlántico norte tropical también se observaron anomalías positivas de temperatura. En la porción norte de Suramérica, prevalecieron temperaturas por encima de lo normal, particularmente sobre los Países andinos, y negativas en algunas zonas del este de Brasil.

La variabilidad espacial de la precipitación continúa siendo dominada por La Niña durante febrero (figura 12). Predominio de anomalías negativas de precipitación se observaron a lo largo del Pacífico ecuatorial al este de 140E, en tanto que positivas hacia el oeste. Sobre Suramérica, anomalías positivas de precipitación se observaron en buena parte de Brasil y Oriente de Ecuador y Perú. Anomalías negativas se apreciaron al sur de Venezuela y la mayor parte de Colombia, costas de Perú y Ecuador, Bolivia, Paraguay y norte de Argentina. Sobre

el Atlántico tropical, anomalías positivas se observaron al norte del ecuador, indicativo de un ZCIT ubicada mas al norte de lo normal.

3. Variabilidad de la precipitación y la temperatura observada en Venezuela

Las anomalías de temperatura estimada a 2 metros de suelo se aprecian en la figura 13, destacan anomalías positivas de temperatura no mayores a $+1.2^{\circ}\text{C}$ en la mayor parte del sur y occidente del país y la zona en reclamación; en tanto que, en oriente y la región andina la temperatura estimada estuvo dentro de lo normal.

Déficit de lluvias se observó en la mayor parte del país, salvo en los Andes del Táchira y Mérida y la fachada atlántica de Delta Amacuro, Monagas y Sucre (figura 14). Eventos La Niña suelen estar asociados en temperaturas más frías de lo normal en el país y exceso de precipitación; sin embargo, el comportamiento observado no indica que esto haya ocurrido en la mayor parte del país durante febrero. Cabe destacar que en los llanos de los estados del occidente del país prácticamente no llovió.

4. Perspectivas

La Niña sigue presente en el Pacífico ecuatorial, de acuerdo con el pronóstico del International Research Institute for Climate and Society existe 60% de probabilidad de que persistan condiciones de La Niña al menos hasta el trimestre MAM, con la mayoría de los modelos (de un total de 25) pronosticando predominio de condiciones neutrales hasta el OND de 2021 a partir del trimestre AMJ (figura 15). Esta es la época del año en la que la habilidad de los modelos de pronóstico es la más baja, a pesar de esto, la dispersión observada se mantiene mayormente entre el rango de 0°C y $-0,5^{\circ}\text{C}$; escasamente 2 modelos pronostican condiciones de El Niño y alrededor de 5 pronostican la continuidad de condiciones de La Niña al final del año 2021. El consenso (promedio) de los modelos dinámicos y estadístico utilizados tienden a pronosticar condiciones límite entre neutrales y La Niña.

El pronóstico probabilístico para categorías de eventos El Niño del International Research Institute for Climate and Society otorga mayor probabilidad de que persistan condiciones de La Niña hasta el trimestre MAM a que se establezcan condiciones normales y estima improbable que ocurra un El Niño (figura 16). A partir del trimestre AMJ el modelo otorga mayor probabilidad de que se observen condiciones normales, seguido por la probabilidad de que persistan condiciones de La Niña y poca probabilidad de que ocurra un El Niño. Es importante indicar que por los momentos es más probable que prevalezcan condiciones de normales a frías lo que queda de año, dado que la probabilidad de que condiciones El Niño ocurra este año no excede de 20% (OND). Adicionalmente, no es raro que condiciones de La Niña ocurran durante dos año seguidos.

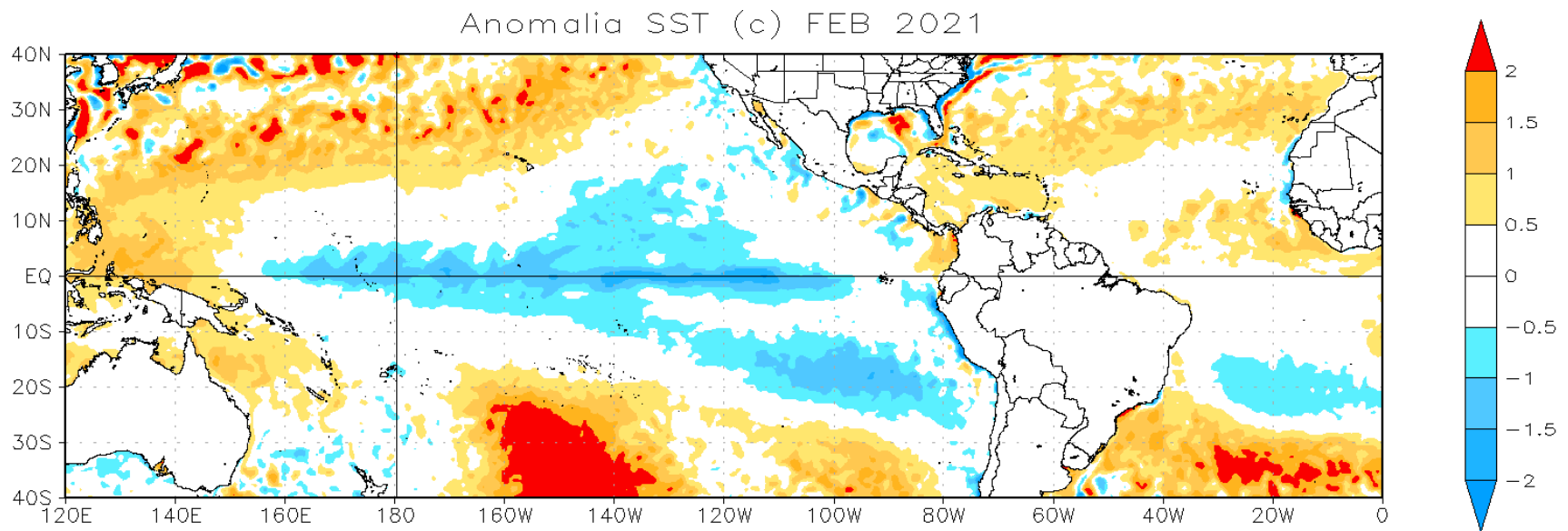


Figura 1. Anomalia de temperatura de la superficie del mar, regiones del Atlántico y Pacífico Tropical. Los tonos naranja indican anomalías positivas de temperatura, azules negativas. Media climatológica 1981-2010. Datos: *Earth System Research Laboratory* de la NOAA

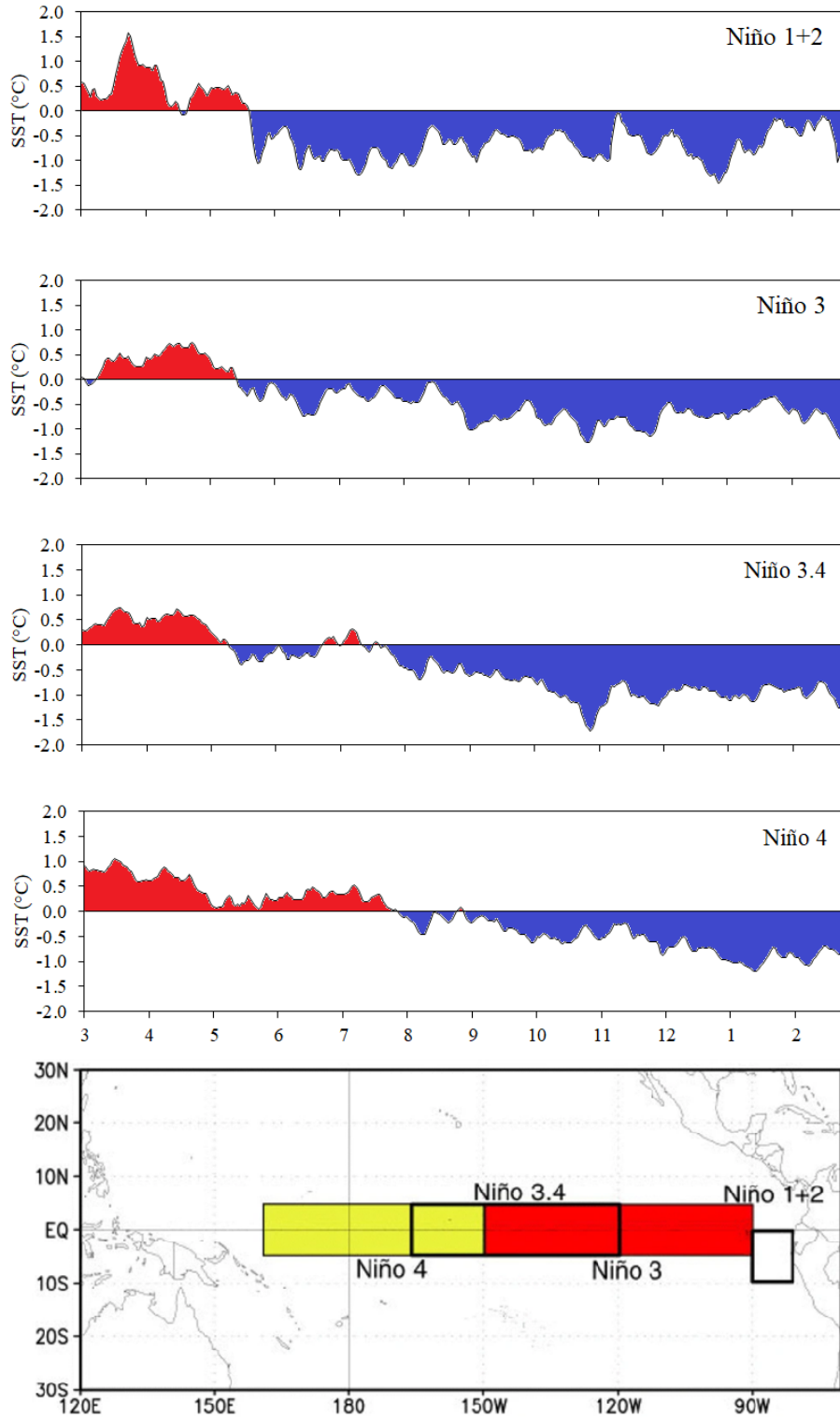


Figura 2. Anomalia diaria de la temperatura de la superficie del mar en la regiones Niño (Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 y Niño 4). Valores de anomalia de temperatura en la región Niño 3.4 localizados en el rango de $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$ se consideran normales. El color rojo indica anomalías positivas de temperatura, azul negativas. Panel inferior localización geográfica de cada región Niño. Media climatológica 1981-2010. Datos: Climate Prediction Center, NOAA.

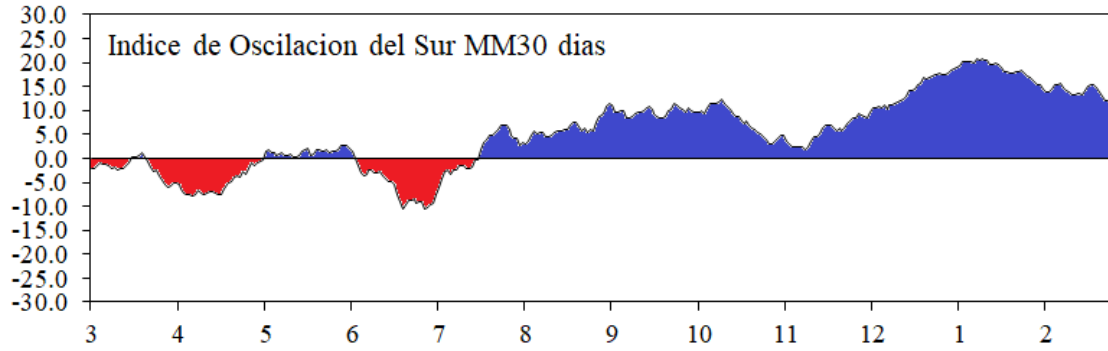


Figura 3. Anomalía de presión atmosférica en superficie, media móvil trimestral en Tahití y Darwin. Valores del Índice de Oscilación del Sur cercanos a cero indican condiciones normales en la circulación Walker del Pacífico Central y Occidental. Datos: Department of Environment and Resource Management, Australia.

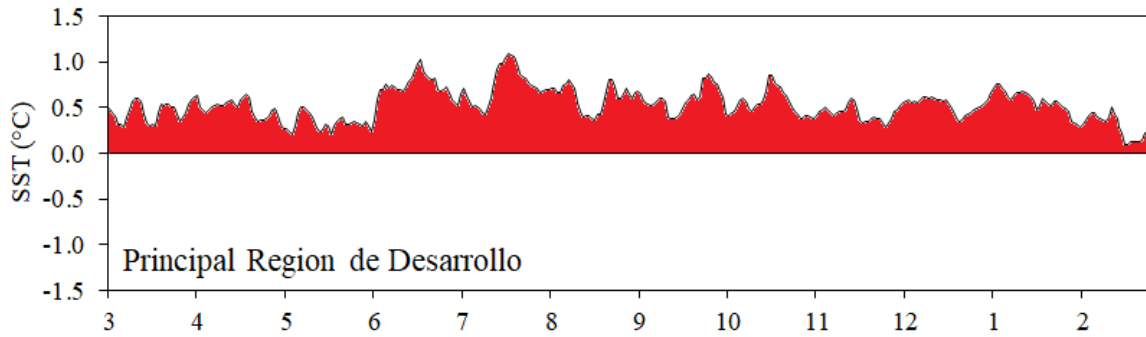


Figura 4 Anomalía diaria de la temperatura de la superficie del mar la principal región de desarrollo (5°-20°N, 30°-50°O). El color rojo indica anomalías positivas de temperatura, azul negativas. Media climatológica 1981-2010. Datos: Climate Prediction Center, NOAA.

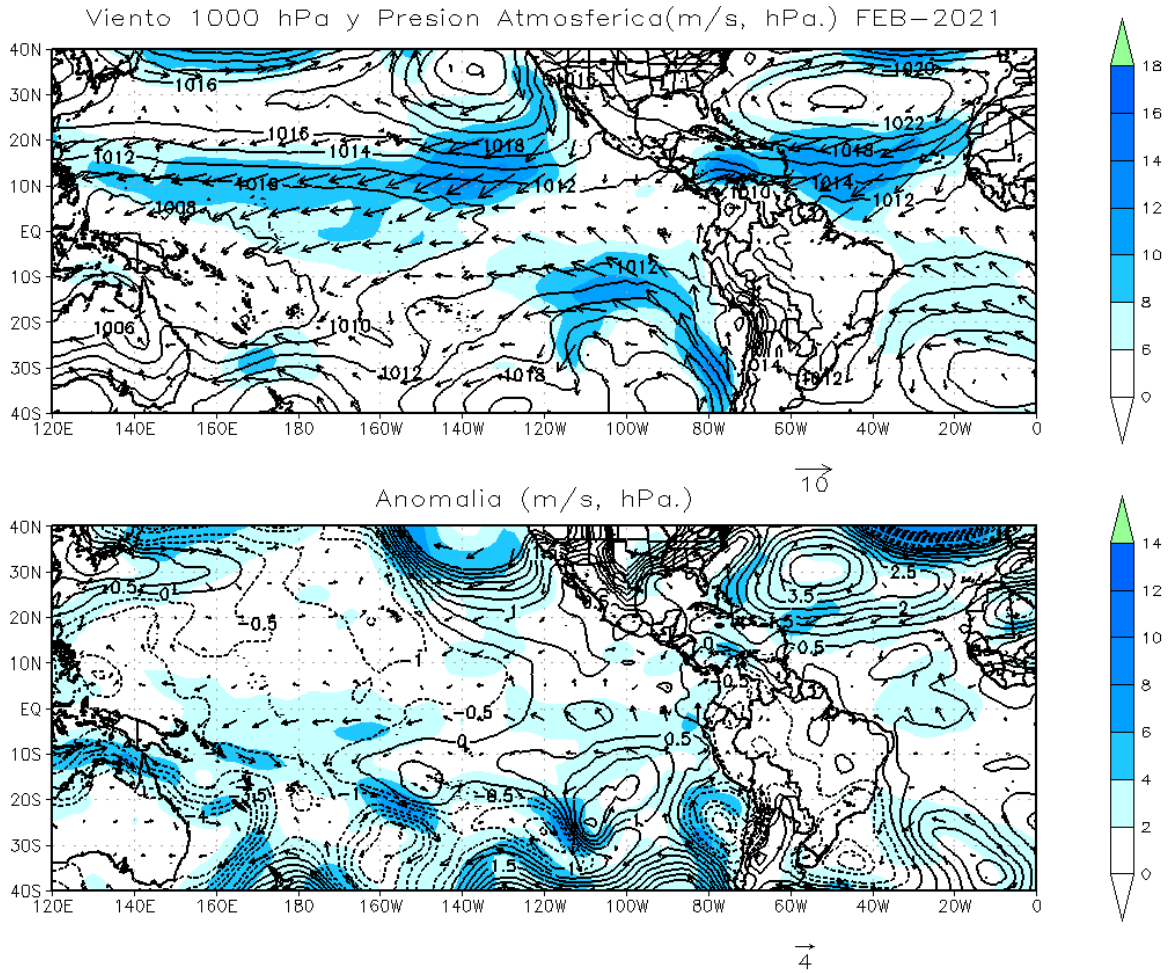


Figura 5. Velocidad y vectores de dirección del viento en 1000 hPa y presión atmosférica superficial medio mensual (panel superior) y anomalías. Los tonos azules indican la magnitud de la velocidad del viento. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996.

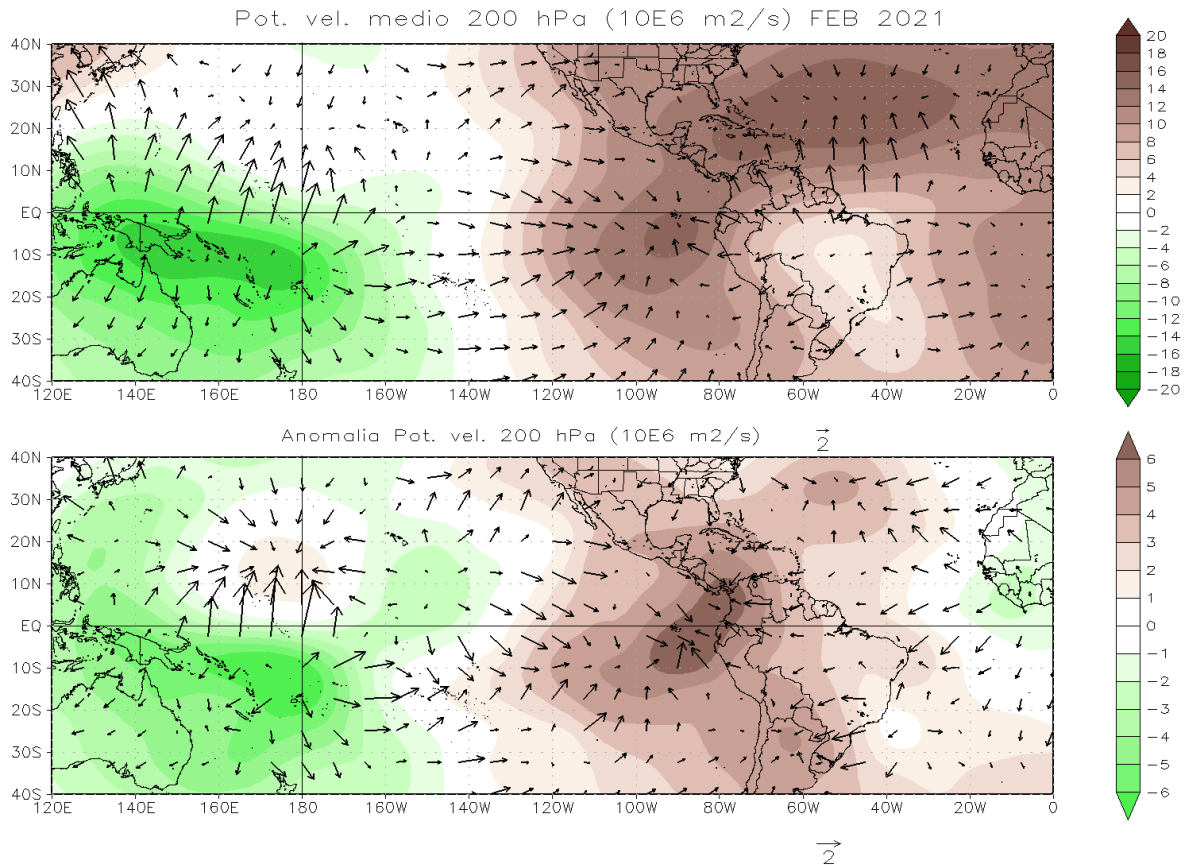


Figura 6 Potencial de velocidad (contorno) y vectores de viento divergente en 200 hPa medio mensual (panel superior) y anomalía. Valores negativos (tonos verdes) de potencial de velocidad con vectores “salientes” indican zonas donde los movimientos verticales son ascendentes, en tanto que valores positivos (tonos marrones) de potencial de velocidad y vectores “entrantes” corresponde a zonas donde hay subsidencia. Anomalías negativas (positivas) indican movimientos verticales ascendentes (descendentes) más intensos de lo normal, cuya dirección está expresada por los vectores. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996

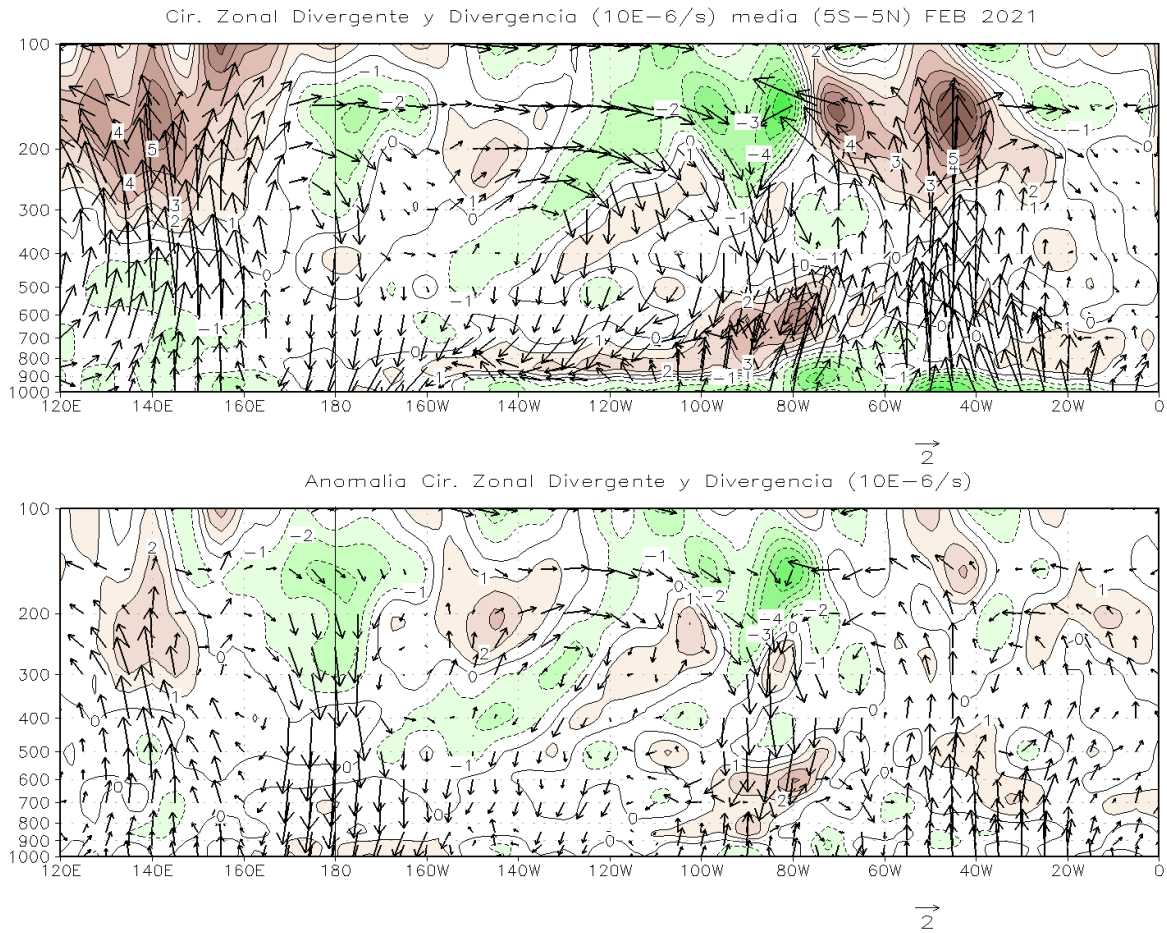


Figura 7. Vectores de circulación zonal y divergencia (contornos de intervalos de $1 \times 10^{-6} s^{-1}$) promedio entre $5^{\circ}S$ y $5^{\circ}N$. Media mensual (superior) y anomalía. Valores positivos (tonos marrones) de la divergencia meridional corresponden a zonas donde existe divergencia y los negativos a convergencia (tonos verdes), lo mismo aplica para las anomalías. Los vectores describen las estructura dinámica zonal de la atmósfera, donde los vectores ascendentes (apuntan hacia “arriba”) corresponden a zonas donde se espera mayor desarrollo de nubes y los descendentes (apuntan hacia “abajo”) a zonas donde existe subsidencia y poco desarrollo de nubes. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996

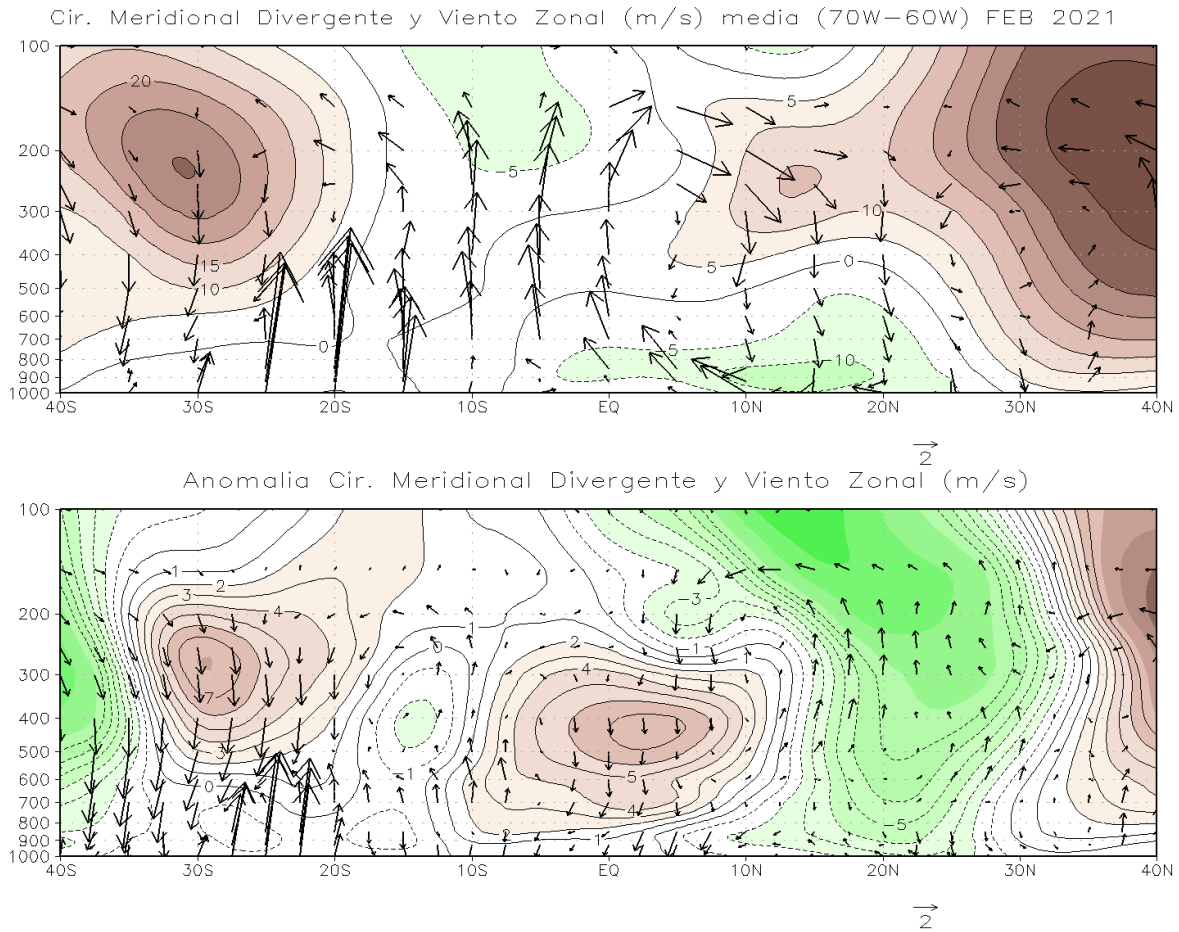


Figura 8. Vectores de circulación meridional y componente zonal de viento (contornos, m/s) medio entre 80°O y 30°O. Media mensual (superior) y anomalía. Valores positivos (tonos marrones) del viento zonal corresponden viento zonal del oeste y los negativos (tonos verdes) a viento del este, lo mismo aplica para las anomalías. Los vectores describen las estructura dinámica meridional media de la atmósfera, donde los vectores ascendentes (apuntan hacia “arriba”) corresponden a zonas donde se espera mayor desarrollo de nubes y los descendentes (apuntan hacia “abajo”) a zonas donde existe subsidencia y poco desarrollo de nubes. Media climatológica 1981-2010. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996

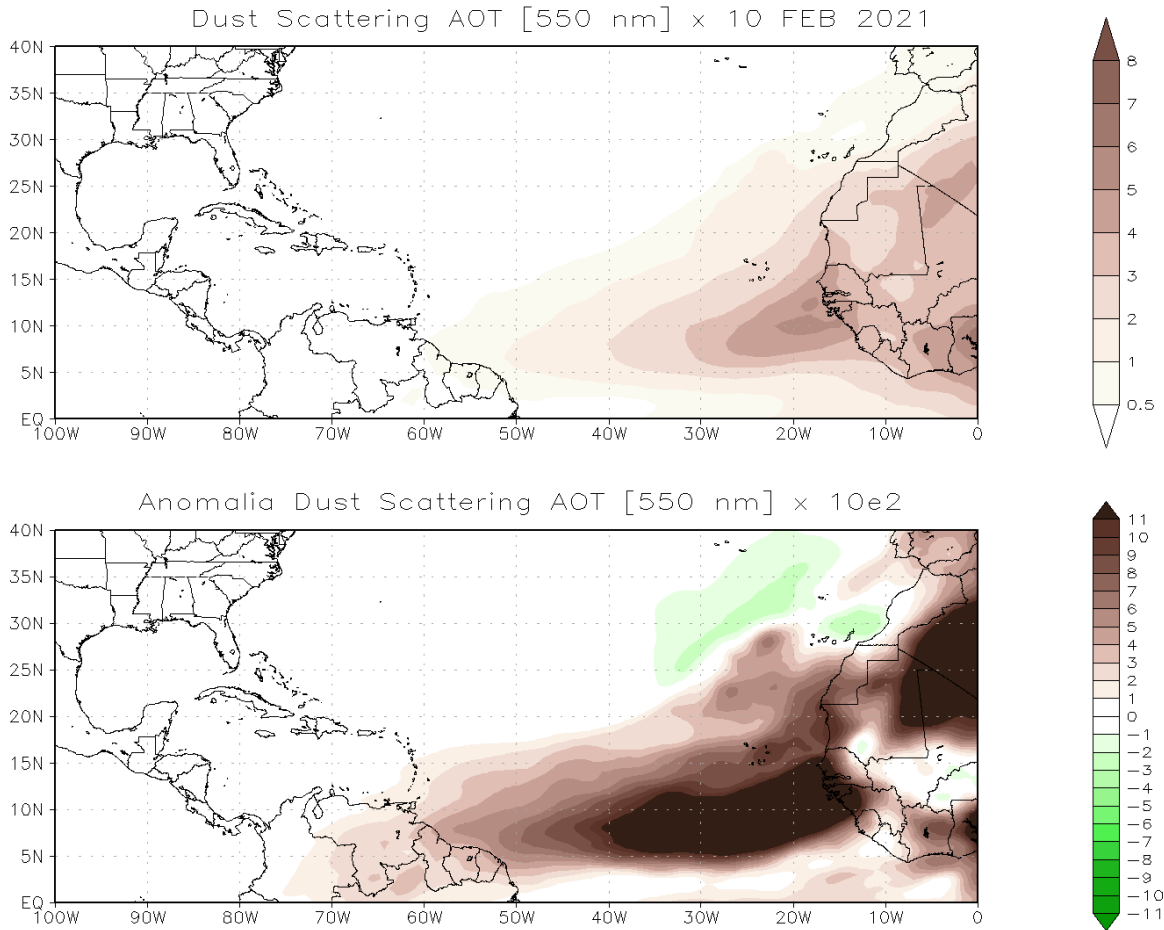


Figura 9. Espesor Óptico Atmosférico (AOT, por sus siglas en inglés) de Polvo Disperso (550nm). Tonos marrones indican valores de observados ($\times 10$) de AOT y anomalías positivas ($\times 10^2$). Tonos verdes indican anomalías negativas ($\times 10^2$). Media climatológica 1991-2020 Datos: MERRA-2 tavgM_2d_aer_Nx: 2d, Monthly mean, Time-averaged, Single-Level, Assimilation, Aerosol Diagnostics V5.12.4. Global Modeling and Assimilation Office (GMAO)

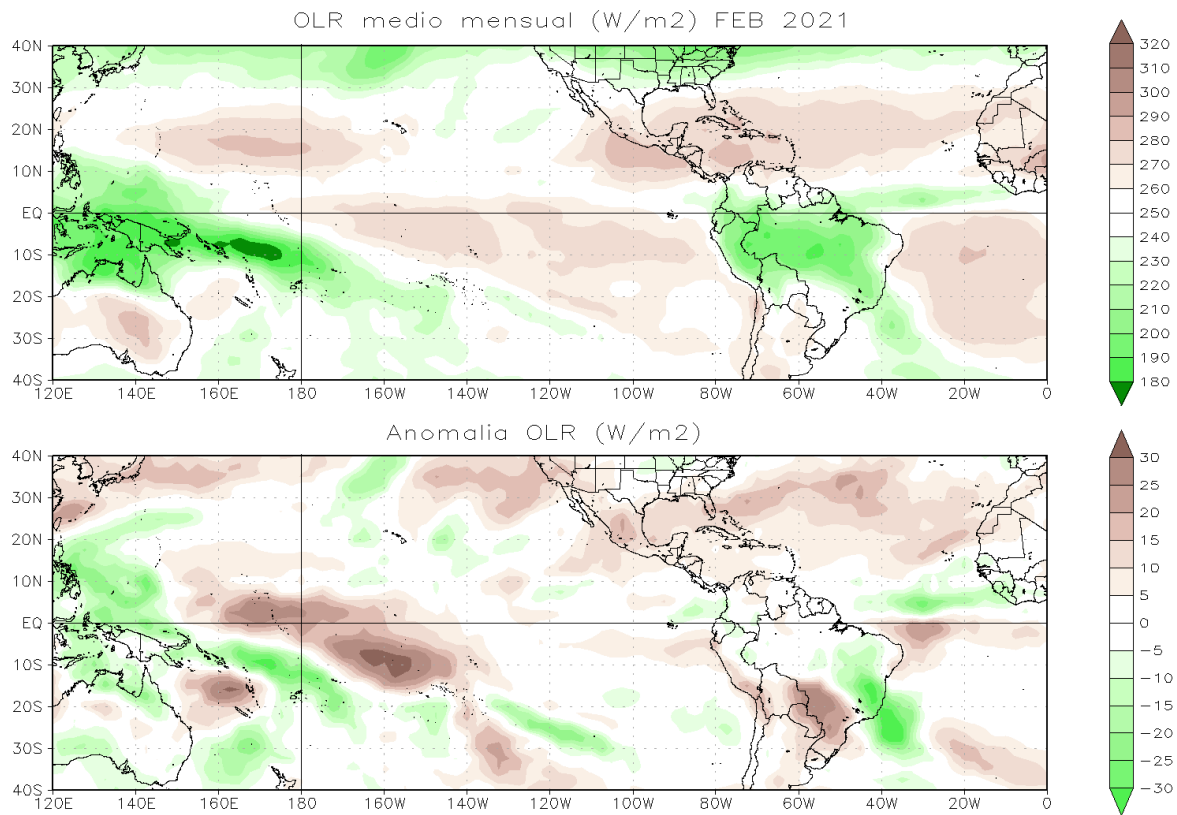


Figura 10. Radiación de Onda Larga Saliente (OLR, por sus siglas en inglés) medio mensual (panel superior) y anomalía. Valores de $OLR \leq 250 \text{ W/m}^2$ (tonos verdes) en la zona tropical indican presencia de nubes de gran desarrollo vertical y actividad convectiva. Anomalías negativas (positivas) indican valores de OLR menores (mayores) a lo normal, lo que se relaciona con más (menos) actividad convectiva de lo normal. Los tonos verdes indican anomalías negativas, los marrones positivas. Datos: Kalnay et al., The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Media climatológica 1981-2010 Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437-470, 1996

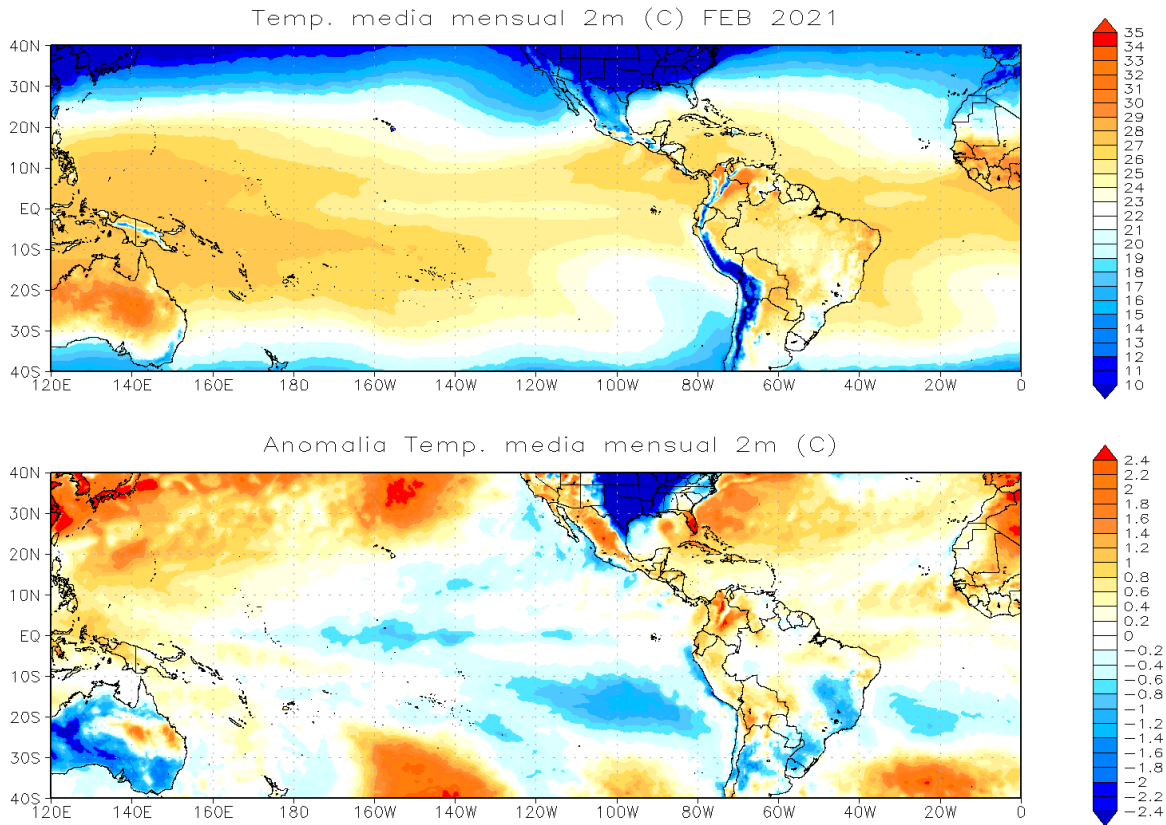


Figura 11. Temperatura a 2 metros del suelo. Media mensual (panel superior) y anomalía. Valores positivos de la anomalía (tonos amarillos) indican temperatura por encima de lo normal, en tanto que valores negativos (tonos azules) temperaturas más frías de lo normal. Media climatológica 1981-2010. Datos: Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J-N. (2019): ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 22-03-2021), 10.24381/cds.f17050d7

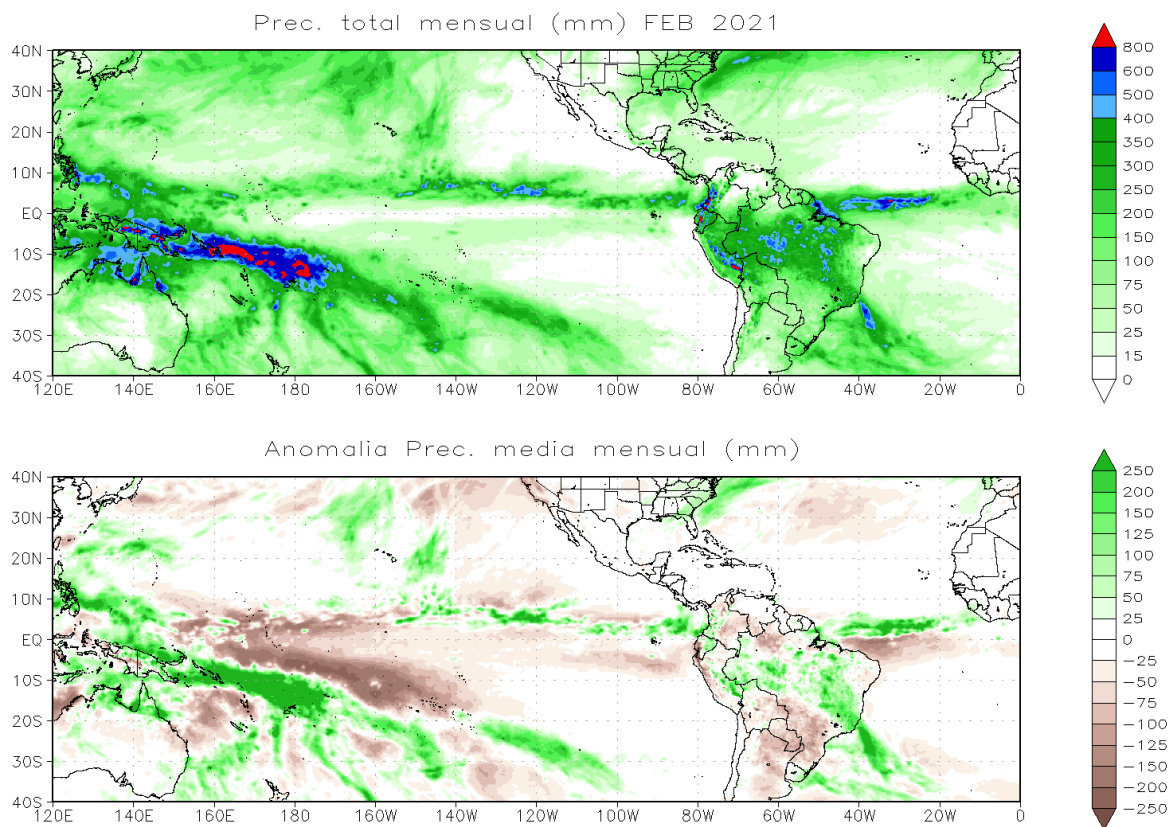


Figura 12. Total mensual de precipitación mensual (panel superior) y anomalía. En las anomalías, tonos verdes indican superávit de precipitación, los tonos marrones déficit. Media climatológica 2003-2020 Datos: Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J-N. (2019): ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 22-03-2021), 10.24381/cds.f17050d7

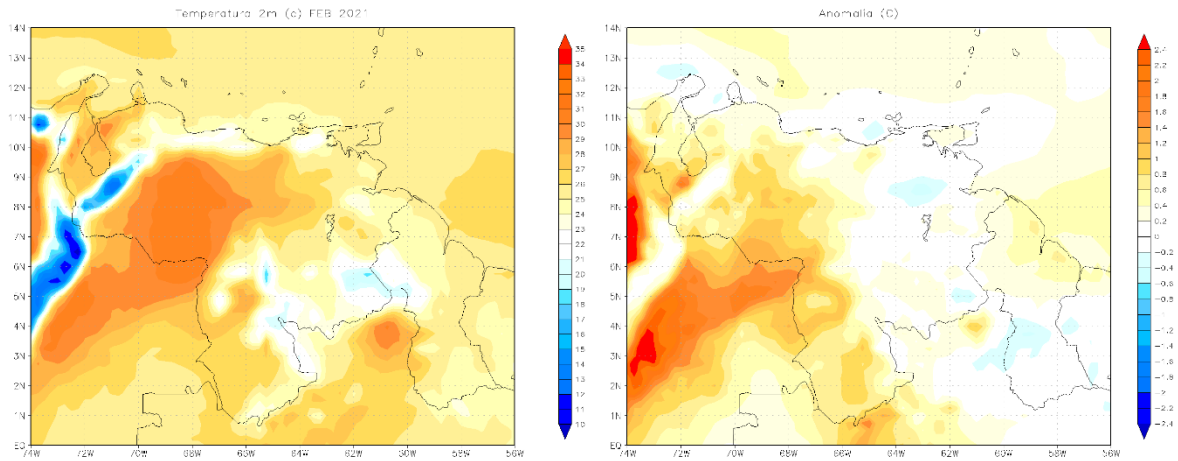


Figura 13. Temperatura a 2 metros del suelo. Media mensual (panel superior) y anomalía. Valores positivos de la anomalía (tonos amarillos) indican temperatura por encima de lo normal, en tanto que valores negativos (tonos azules) temperaturas más frías de lo normal. Media climatológica 1981-2010. Datos: Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J-N. (2019): ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 22-03-2021), 10.24381/cds.f17050d7

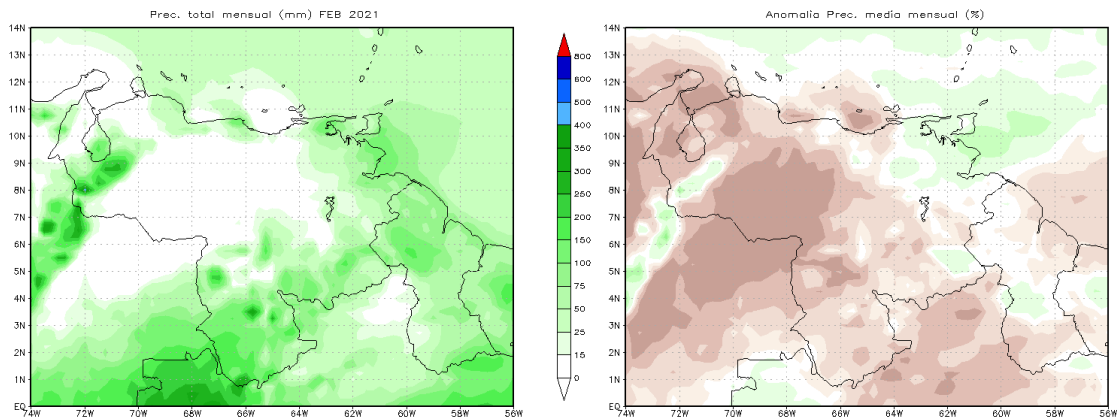


Figura 14. Total mensual de precipitación mensual (panel izquierdo) y anomalía. En las anomalías, tonos verdes indican superávit de precipitación, los tonos marrones déficit. Media climatológica 1981-2010. Datos: Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., Thépaut, J-N. (2019): ERA5 monthly averaged data on single levels from 1979 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (Accessed on 22-03-2021), 10.24381/cds.f17050d7

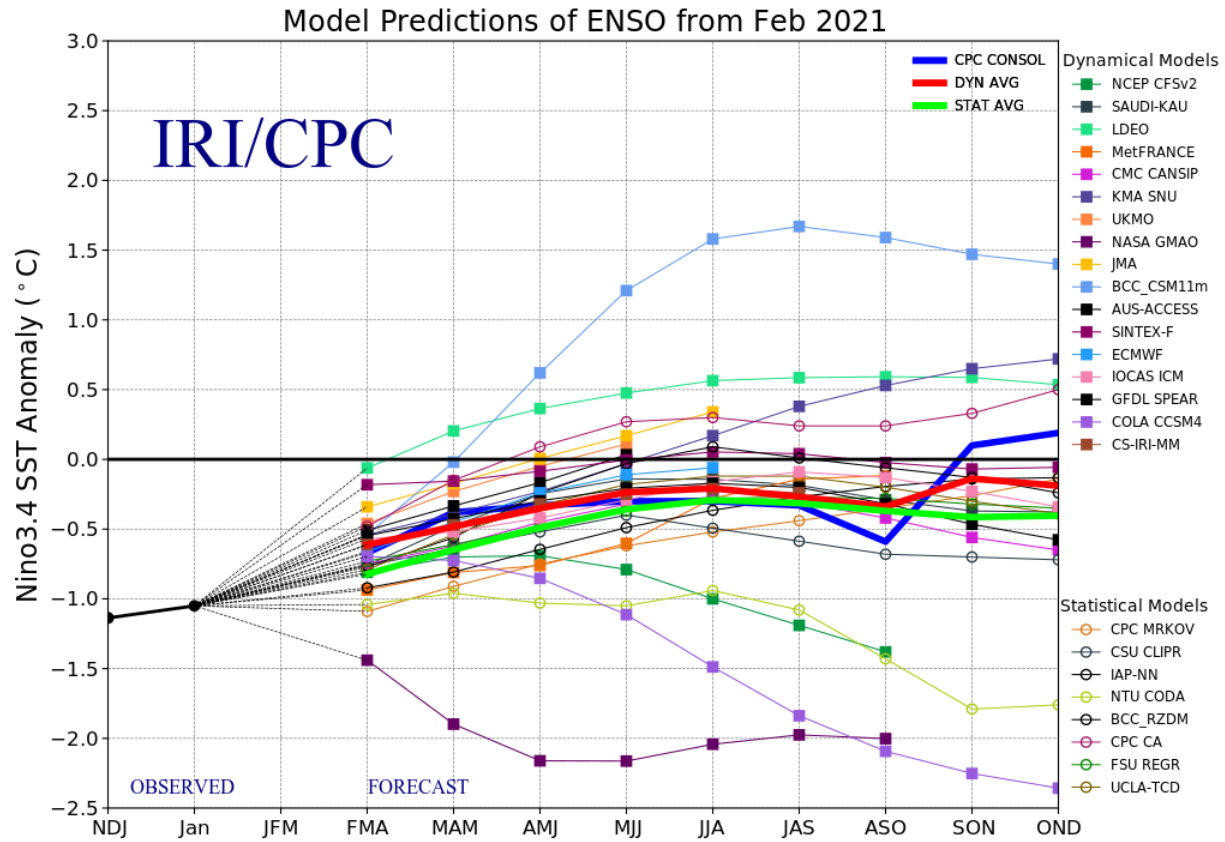


Figura 15. Pronóstico de anomalía de temperatura de la superficie del mar en la región Niño 3.4, Pacifico ecuatorial. Modelos dinámicos 18, modelos estadísticos 8. Fuente: International Institute for Climate and Society, Columbia University.

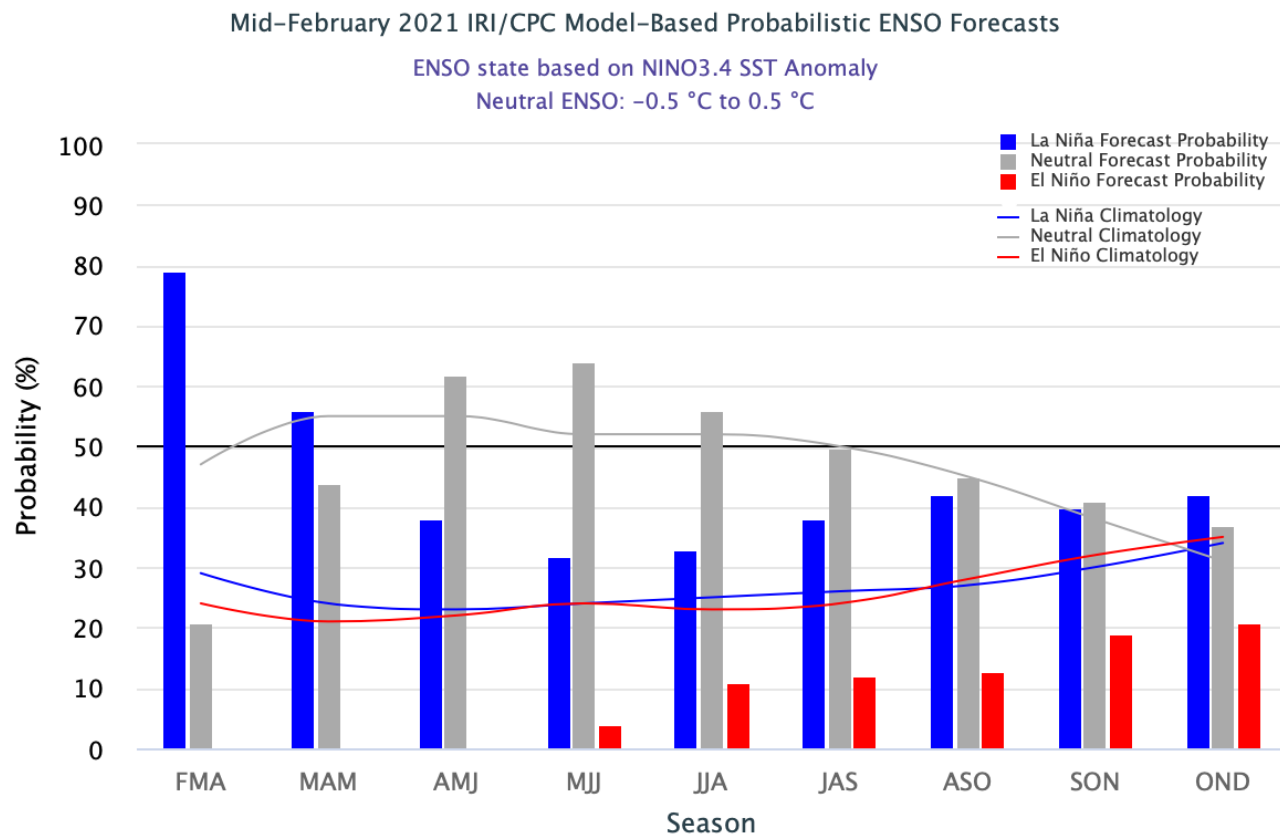


Figura 16. Pronóstico de probabilidad de ocurrencia de las tres categorías de eventos (El Niño, La Niña y Neutral). Las barras indican la probabilidad de cada categoría, en tanto que las líneas la probabilidad climatológica. Fuente: International Research Institute for Climate and Society, Earth Institute. Columbia University.