

Estado del clima en América Latina y el Caribe en 2022



TIEMPO CLIMA AGUA



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL

OMM-N° 1322

Necesitamos su opinión

Este año, el equipo de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha puesto en marcha un proceso para recabar opiniones sobre los informes que tratan el estado del clima y las áreas que deben mejorarse. Una vez que haya terminado de leer la presente publicación, le rogamos nos dé su opinión a través de [esta breve encuesta](#). Le agradecemos mucho su aportación.

Imagen de portada: Playa, Azul y Caribe_LAC_beach-84531_Varadero_Cuba_Source_PublicDomainPictures, Pixabay.

OMM-N° 1322

© Organización Meteorológica Mundial, 2023

La OMM se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica o de otro tipo y en cualquier idioma. Pueden reproducirse pasajes breves de las publicaciones de la OMM sin autorización siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial, así como todas las solicitudes para publicar, reproducir o traducir la presente publicación parcial o totalmente deberán dirigirse al:

Presidente de la Junta de Publicaciones
Organización Meteorológica Mundial (OMM)
7 bis, avenue de la Paix
Case postale 2300
CH-1211 Ginebra 2, Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
correo electrónico: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-31322-5

NOTA

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OMM y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no entrañan, de parte de la Organización, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de determinados productos o sociedades mercantiles no implica que la OMM los favorezca o recomiende con preferencia a otros análogos que no se mencionan ni se anuncian.

Las observaciones, interpretaciones y conclusiones expresadas en las publicaciones de la OMM por autores cuyo nombre se menciona son únicamente las del autor y no reflejan necesariamente las de la Organización ni las de sus Miembros.

Índice

Mensajes principales	3
Prefacio	4
Contexto climático global	5
Clima regional	6
Principales factores condicionantes del clima	6
Temperatura	7
Precipitación	9
Glaciares	10
Nivel del mar	11
Fenómenos extremos	13
Ciclones tropicales	13
Precipitaciones intensas e inundaciones	14
Sequías	15
Olas de calor e incendios forestales	16
Olas de frío	17
Observaciones que constituyen la base del monitoreo del clima	18
Impactos y riesgos relacionados con el clima	20
Población afectada y daños	20
Agricultura y seguridad alimentaria	20
Recursos hídricos y producción de energía	21
Mejora de las políticas de adaptación y resiliencia al clima	23
Actualización de las prioridades sectoriales de la región	23
Fortalecimiento del papel de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales en apoyo de una agricultura resiliente	23
Mejora de los sistemas de información y los sistemas de alerta temprana sobre peligros múltiples, la política climática y los servicios climáticos	24
Potenciación de las energías renovables para un desarrollo resiliente y sostenible	26
Mejora de los servicios climáticos para la transición energética hacia emisiones netas cero	26
Conjuntos de datos y metodología	27
Lista de colaboradores	30
Notas	33

Mensajes principales



En América Latina y El Caribe, el 2022 no fue tan cálido como el 2021. No obstante, en el período comprendido entre 1991 y 2022 se observa una tendencia de calentamiento medio de aproximadamente 0,2 °C por decenio (que es mayor en México y el Caribe), la cual es la más acusada desde que se comenzaron a registrar las climatologías de 30 años en 1900.



El nivel del mar siguió aumentando a un ritmo mayor en el Atlántico Sur y el Atlántico Norte subtropical respecto de la media mundial, lo que pone en peligro a las zonas costeras continentales y a varios países y pequeños Estados insulares en desarrollo de América Latina y el Caribe.



Las tormentas tropicales, en particular los huracanes Fiona, Lisa e Ian, causaron daños importantes en América Central y el Caribe. El huracán Fiona es el tercer huracán que más pérdidas económicas provocó del que se tiene constancia (desde 1980): ocasionó daños por valor de 2 500 millones de dólares de los Estados Unidos de América a un Puerto Rico gravemente afectado.



Las crecidas y los deslizamientos de tierra provocados por lluvias intensas causaron cientos de víctimas mortales y miles de millones de dólares en pérdidas económicas en toda la región. En tan solo unas pocas semanas, del 15 de febrero al 20 de marzo, dos desastres relacionados con las lluvias arrasaron Petrópolis (estado de Río de Janeiro, Brasil) y provocaron 230 muertes.



Las condiciones prolongadas de sequía contribuyeron a los efectos negativos en varios sectores económicos de la región, a saber, el agrícola, el de la energía, el del transporte y el del suministro de agua. En el Brasil, el índice de producción agrícola cayó un 5,2 % en el primer trimestre de 2022 respecto del mismo período de 2021 debido a una disminución de la producción de soja y maíz.



Las temperaturas excepcionalmente altas, la baja humedad del aire y la sequía severa provocaron períodos de incendios forestales sin precedentes en muchos países de América del Sur. En enero y febrero, la Argentina y el Paraguay registraron un aumento del 283 % y el 258 %, respectivamente, en el número de focos detectados en comparación con el promedio del período comprendido de 2001 a 2021 y las emisiones de CO₂ provocadas por los incendios forestales de enero a marzo fueron las más altas de los últimos 20 años.



En la cuenca del Paraná-La Plata, la caída de la producción hidroeléctrica en 2022 debido a los bajos caudales de los ríos obligó a los países a sustituir las fuentes de energía hidroeléctrica por combustibles fósiles, lo que obstaculizó las medidas de transición energética destinadas a lograr emisiones netas de valor cero.



La capacidad en energías renovables de la región aumentó un 33 % entre 2015 y 2020. No obstante, es necesario acelerar el ritmo, ya que se prevé un aumento de la demanda de electricidad de un 48 % de 2020 a 2030. Además del importante potencial hidroeléctrico de América Latina y el Caribe, existen recursos solares y eólicos sin explotar, que representaron el 16 % de la generación total de energías renovables en 2020.



Para adaptarse de forma más eficaz a las consecuencias del cambio climático y al consiguiente aumento de la intensidad y la frecuencia de muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, la población de América Latina y el Caribe debe conocer mejor los riesgos relacionados con el clima y los sistemas de alerta temprana de la región deben emplear mecanismos multidisciplinarios perfeccionados.

Prefacio



El presente informe de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), Estado del clima en América Latina y el Caribe en 2022, es el tercero de una serie anual, publicado tras el éxito cosechado por los informes relativos a 2020 y 2021.

Este informe resume el estado del clima en 2022 y los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos y de alto impacto en América Latina y el Caribe, situados en el contexto de la variabilidad del clima y el cambio climático a largo plazo, así como los impactos socioeconómicos conexos. Los ciclones tropicales, las precipitaciones intensas y las inundaciones, así como las sequías severas plurianuales, siguieron causando importantes pérdidas humanas y económicas en la región a lo largo de 2022.

Del análisis de las contribuciones determinadas a nivel nacional de las partes en el Acuerdo de París se desprende que las principales esferas prioritarias para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos son la agricultura y la seguridad alimentaria y la energía. El informe aborda estos temas clave y destaca las repercusiones de las sequías persistentes que afectan a la región en la producción agrícola, así como el potencial sin explotar de las energías renovables, especialmente los recursos solares y eólicos.

Las redes de observación meteorológica y climática presentan deficiencias importantes, especialmente en los países menos desarrollados y los pequeños Estados insulares en desarrollo; estas deficiencias representan un obstáculo para el monitoreo eficaz del clima, especialmente a escala regional y nacional, y para la emisión de alertas tempranas y la prestación de servicios climáticos adecuados. La OMM colabora con sus Miembros y asociados para mejorar las observaciones climáticas a través del Sistema Mundial de Observación del Clima (GCOS) y facilitando mecanismos financieros adecuados para las observaciones meteorológicas y climáticas a través del Servicio de Financiamiento de Observaciones Sistemáticas (SOFF).

Las alertas tempranas son fundamentales para anticipar y reducir el impacto de los fenómenos extremos. La OMM lidera la iniciativa de las Naciones Unidas Alertas Tempranas para Todos y su Plan de Acción Ejecutivo, que el Secretario General de las Naciones Unidas, António Guterres, presentó en la Cumbre de Dirigentes Mundiales celebrada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2022 (27º período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CP 27). El plan de acción reforzará las capacidades de observación y monitoreo del sistema terrestre y de predicción y alerta, de modo que todos los habitantes de la Tierra estén cubiertos por los servicios de alerta temprana.

Quisiera felicitar y dar las gracias a los autores principales, los expertos colaboradores, los científicos y las organizaciones por su colaboración y aportaciones para la elaboración y publicación en tiempo oportuno de este informe. Quisiera asimismo agradecer a los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de los Miembros de la OMM, a los Centros Regionales sobre el Clima y a los organismos de las Naciones Unidas su continuo compromiso en apoyo a las actividades de la OMM.

Prof. Petteri Taalas
Secretario General, OMM

Contexto climático global

La temperatura media anual mundial cerca de la superficie en 2022 fue $1,15^{\circ}\text{C}$ [$1,02^{\circ}\text{C}$ a $1,28^{\circ}\text{C}$] superior a la media de la era preindustrial (1850 a 1900). El año 2022 fue el quinto o el sexto más cálido jamás registrado según seis conjuntos de datos,¹ a pesar del efecto de enfriamiento de La Niña. Los años 2015 a 2022 fueron los ocho más cálidos jamás registrados en todos los conjuntos de datos.²

Las concentraciones atmosféricas de los tres principales gases de efecto invernadero alcanzaron nuevos máximos históricos en 2021, el último año del que se dispone de datos mundiales consolidados, con niveles de dióxido de carbono (CO_2) de $415,7 \pm 0,2$ partes por millón (ppm), niveles de metano (CH_4) de $1\,908 \pm 2$ partes por mil millones (ppmm), y niveles de óxido nitroso (N_2O) de $334,5 \pm 0,1$ ppmm, lo que representa un aumento del 149 %, 262 % y 124 %, respectivamente, respecto de los niveles preindustriales, esto es, antes de 1750 (figura 1). Los datos en tiempo real de determinados lugares, como Mauna Loa³ (Hawái, Estados Unidos de América) y Kennaook/el cabo Grim⁴ indican que los niveles de CO_2 , CH_4 y N_2O siguieron aumentando en 2022.

En los dos últimos decenios, el ritmo de calentamiento de los océanos ha aumentado y el contenido calorífico de los océanos en 2022 fue el más alto jamás registrado. El calentamiento de los océanos y la pérdida acelerada de masa de los mantes de hielo contribuyeron a una subida del nivel medio del mar de 4,62 mm al año entre 2013 y 2022 a nivel mundial, que alcanzó un nuevo récord en 2022. Entre 1960 y 2021, los océanos absorbieron alrededor del 25 % de las emisiones antropogénicas anuales de CO_2 a la atmósfera,⁵ y el CO_2 reacciona con el agua de mar y disminuye su pH. El número limitado de observaciones a largo plazo en mar abierto ha mostrado un descenso del pH; el valor medio de pH oceánico en superficie a nivel mundial ha disminuido de 8,017 a 8,027 unidades de pH por decenio desde finales de los años ochenta. Este proceso, denominado acidificación del océano, afecta a muchos organismos y servicios ecosistémicos,⁶ y amenaza la seguridad alimentaria al poner en peligro la pesca y la acuicultura.

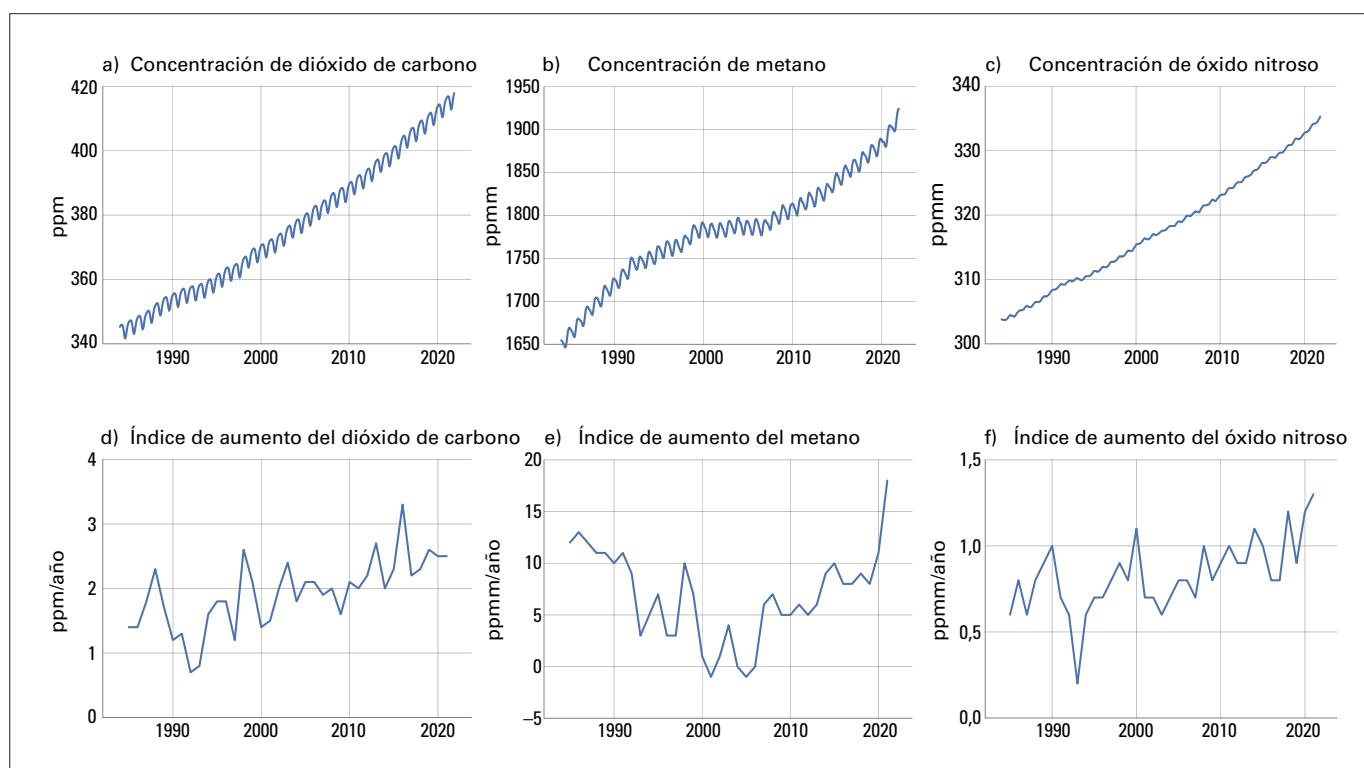


Figura 1. Fila superior: promedios mundiales mensuales de la fracción molar (unidad de medida de la concentración atmosférica), de 1984 a 2021, a) del CO_2 , en partes por millón; b) del CH_4 , en partes por mil millones; y c) del N_2O , en partes por mil millones. Fila inferior: índices de aumento que plasman el incremento de los promedios anuales sucesivos de las fracciones molares d) del CO_2 , en partes por millón por año; e) del CH_4 , en partes por mil millones por año; y f) del N_2O , en partes por mil millones por año.

Clima regional

En las siguientes secciones se analizan los principales indicadores del estado del clima en América Latina y el Caribe. Un indicador que es particularmente importante, la temperatura, se describe en relación con las anomalías, o desviaciones, con respecto a un período de referencia. En el caso de la temperatura media mundial, en el Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)⁷ se utiliza el período de referencia de 1850 a 1900 para calcular las anomalías con respecto a los niveles preindustriales. No obstante, este período de referencia preindustrial no puede utilizarse en todas las regiones como referencia para calcular las anomalías regionales, ya que no se dispone de datos suficientes para calcular los promedios específicos de cada región antes de 1900. En cambio, para calcular las anomalías de temperatura y otros indicadores se utiliza el período de referencia de normales climatológicas estándares de 1991 a 2020. Las anomalías de temperatura regionales también pueden expresarse en relación con el período de referencia de 1961 a 1990. Se trata de un período de referencia fijo recomendado por la OMM para evaluar los cambios de temperatura a largo plazo. En el presente informe, las excepciones respecto al uso de estos períodos de referencia para el cálculo de anomalías, en caso de haberlas, se señalan de forma explícita.

PRINCIPALES FACTORES CONDICIONANTES DEL CLIMA

La región de América Latina y el Caribe está rodeada por los océanos Pacífico y Atlántico y su clima está condicionado en gran medida por las temperaturas predominantes de la superficie del mar y los fenómenos conexos de acoplamiento atmósfera-océano a gran escala, como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Las condiciones de la temperatura superficial del mar del Pacífico tropical central y oriental son especialmente importantes para determinar el inicio de episodios de El Niño y La Niña y su influencia en los patrones y extremos climáticos, tanto a nivel mundial como en la región de América Latina y el Caribe.

Las condiciones de La Niña, que comenzaron en septiembre de 2020 y continuaron durante la mayor parte de 2021, con una breve pausa en el verano boreal de 2021, evolucionaron hacia un episodio de fuerza moderada que prevaleció a lo largo de 2022 (figura 2), y, alrededor de marzo de 2023, se instauraron unas condiciones neutras de ENSO. Es el tercer año consecutivo de La Niña y la tercera vez en los últimos 50 años que se produce un fenómeno de este tipo, conocido informalmente como "episodio triple" de La Niña (los episodios anteriores se produjeron en 1973 a 1976 y 1998 a 2001).

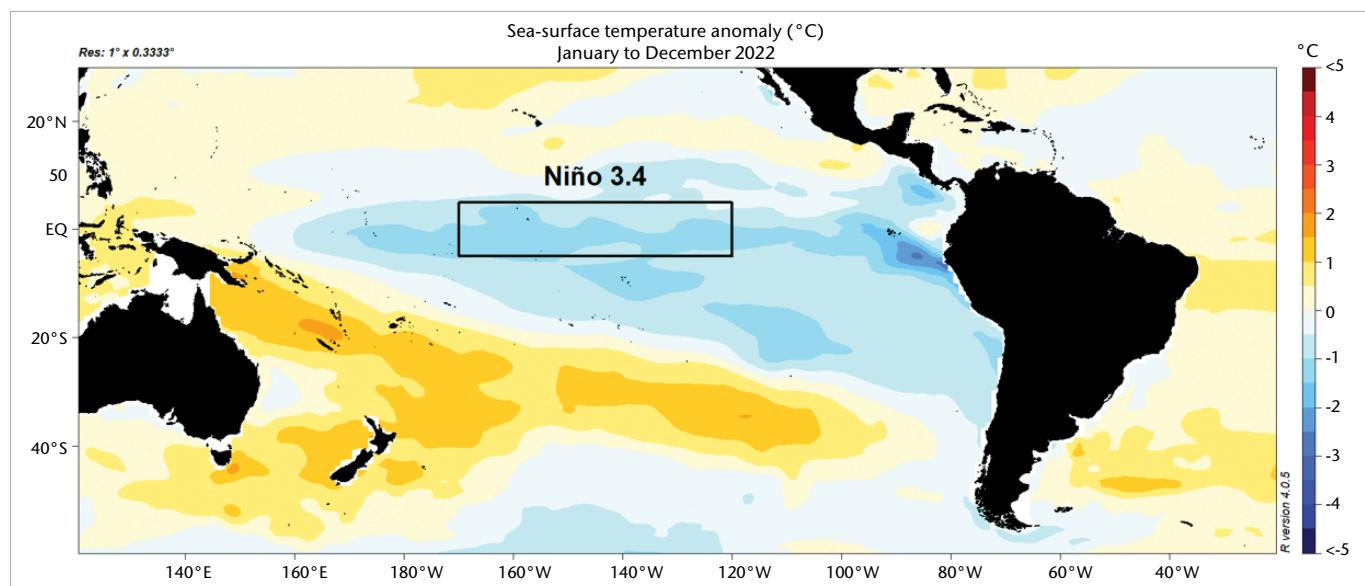


Figura 2. Anomalías anuales de la temperatura superficial del mar en 2022 (período de referencia: 1991 a 2020). En el cuadro se delimita la región para la que se calcula el índice de temperatura superficial del mar Niño 3.4 (5°N - 5°S , 120°W - 170°W).

Fuente: Sistema Mundial de Asimilación de Datos Oceánicos (GODAS) de los Centros Nacionales de Predicción del Medioambiente (NCEP) de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA); proceso a cargo del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN).

El ENOS influye enormemente en los regímenes de precipitaciones y temperaturas de grandes partes de la región.⁸ El episodio de La Niña de 2022 se asoció a temperaturas del aire más elevadas y a déficits de precipitaciones en el norte de México, a un período prolongado de condiciones de sequía en gran parte del sureste de América del Sur y a un aumento de las precipitaciones en algunas zonas de América Central y del norte de América del Sur y en la región amazónica.

TEMPERATURA

La temperatura media de 2022 en América Latina y el Caribe fue entre la 12^a y la 21^a más alta jamás registrada, dependiendo del conjunto de datos utilizado, cercana al promedio del período de 1991 a 2020 ($-0,06^{\circ}\text{C}$ a $0,10^{\circ}\text{C}$) y $0,55^{\circ}\text{C}$ [$0,46^{\circ}\text{C}$ a $0,70^{\circ}\text{C}$] por encima del promedio de 1961 a 1990 (cuadro 1). En la figura 3 y en el cuadro 1 se muestran las anomalías de la temperatura media anual relativas al período de 1991 a 2020 en la región de América Latina y el Caribe (véase información detallada sobre los conjuntos de datos en la sección "Conjuntos de datos y metodología"). El calentamiento fue menos pronunciado en la región en 2022 en comparación con 2021, y especialmente si se compara con 2020 (que fue uno de los tres años más cálidos jamás registrado). El período comprendido entre 1991 y 2022 muestra la tendencia más cálida (alrededor de $0,2^{\circ}\text{C}$ o más por decenio) desde 1900 en la región de América Latina y el Caribe (en comparación con los anteriores períodos de 30 años de 1900 a 1930, 1931 a 1960 y 1961 a 1990). De las cuatro subregiones, México experimentó el mayor grado de calentamiento: casi $0,3^{\circ}\text{C}$ por decenio en el período de 1991 a 2022 (figura 4).

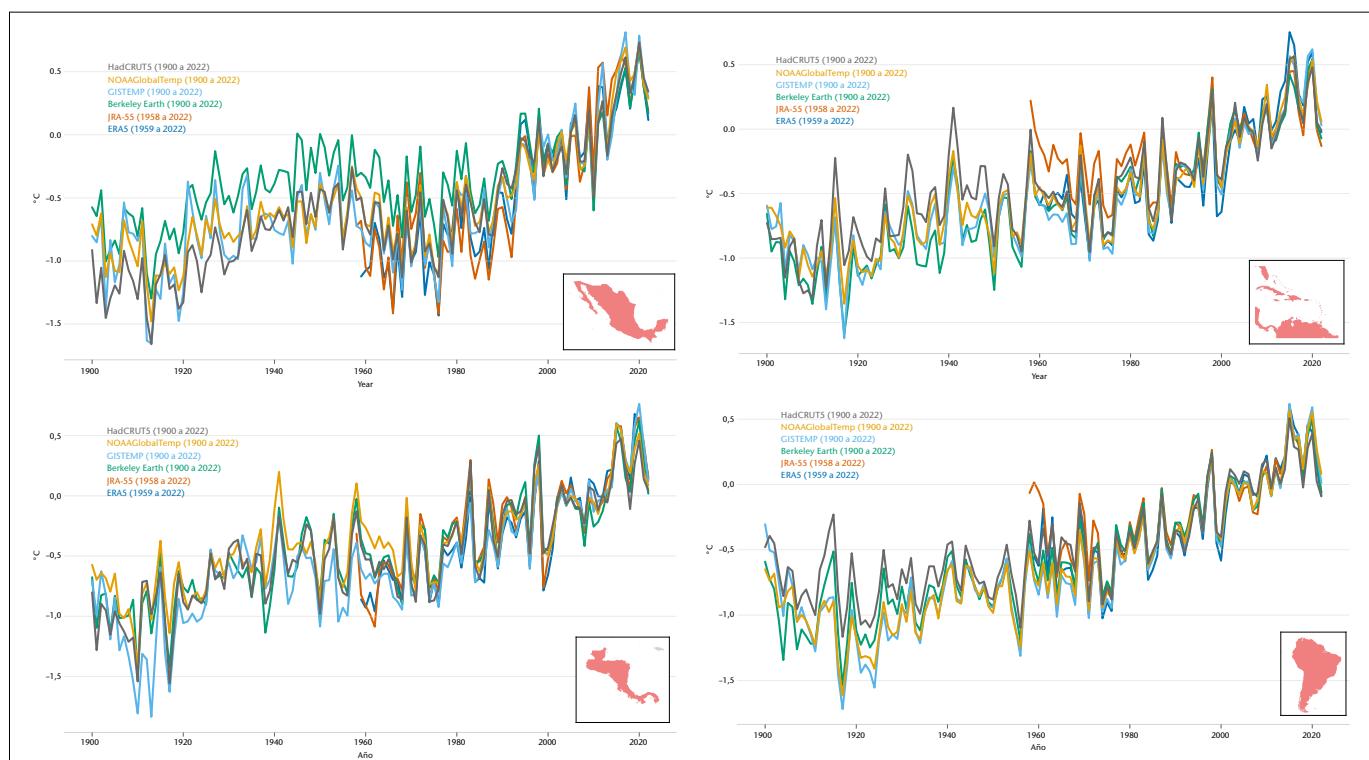


Figura 3. Anomalías de la temperatura media anual de 1900 a 2022 con respecto al período de 1991 a 2020 para América Latina y el Caribe: México, América Central, el Caribe y América del Sur. Los datos proceden de seis conjuntos de datos diferentes, como se indica en la leyenda: HadCRUT5, NOAAGlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, ERA5 y JRA-55. Los mapas de los recuadros muestran las regiones para las que se han calculado los promedios.

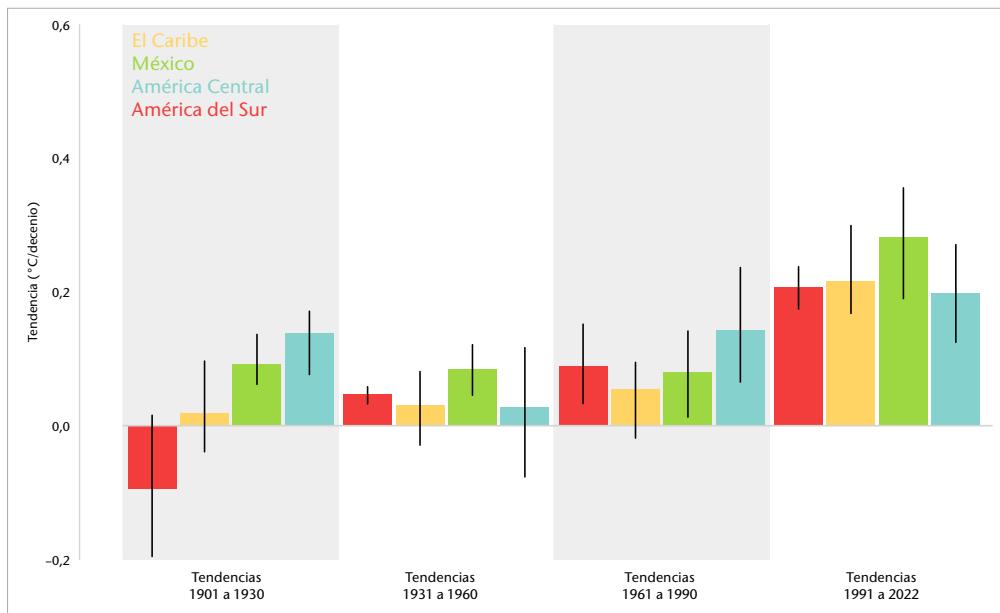


Figura 4. Tendencias regionales de la temperatura en el Caribe, México, América Central y América del Sur para períodos de 30 años. Las barras de colores muestran la tendencia promedio calculada respecto de cada período con los seis conjuntos de datos: HadCRUT5, NOAA GlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, ERA5 y JRA55. Las líneas negras verticales indican los intervalos de las seis estimaciones.

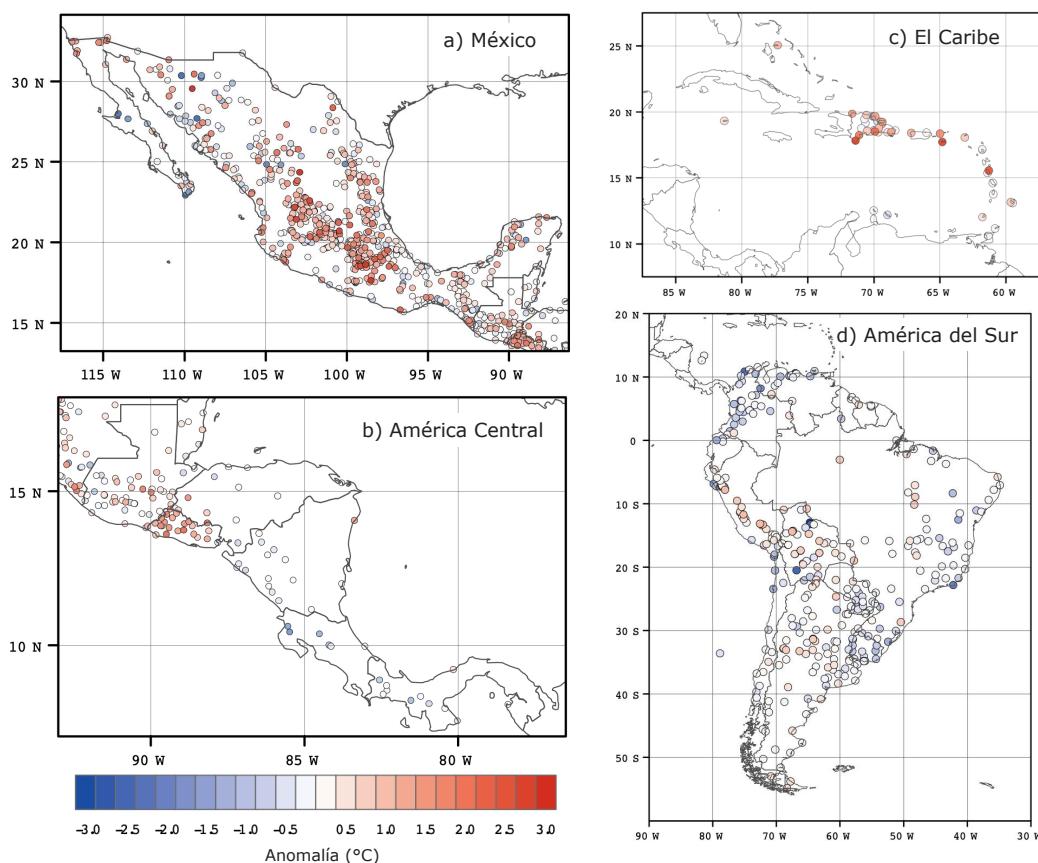


Figura 5. Anomalías de la temperatura media del aire *in situ* (a 2 m) en 2022 (con respecto al período de 1991 a 2020) en: a) México, b) América Central, c) el Caribe y d) América del Sur, en °C. La escala de colores se muestra en la parte inferior izquierda de la figura.

Fuente: CIIFEN, a partir de datos de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.

Cuadro 1. Clasificación de la temperatura en 2022 (1900 a 2022) y anomalías de la temperatura para América Latina y el Caribe (en °C, con respecto a los promedios de 1991 a 2020 y de 1961 a 1990)

Región	Clasificación de la temperatura	Anomalía (°C)	
		1991–2020	1961–1990
México	6 ^a a 15 ^a más cálida	0,23 [0,12 a 0,34]	0,96 [0,61 a 1,07]
América Central	10 ^a a 16 ^a más cálida	0,09 [0,02 a 0,16]	0,59 [0,46 a 0,73]
Caribe	15 ^a a 31 ^a más cálida	-0,02 [-0,13 a 0,06]	0,50 [0,20 a 0,65]
América del Sur	12 ^a a 25 ^a más cálida	-0,04 [-0,09 a 0,08]	0,50 [0,39 a 0,67]
América Latina y el Caribe	12 ^a a 21 ^a más cálida	0,00 [-0,06 a 0,10]	0,55 [0,46 a 0,70]

Fuente: Los datos proceden de los seis conjuntos de datos siguientes: Berkeley Earth, ERA5, GISTEMP, HadCRUT5, JRA-55 y NOAAGlobalTemp. Para más información sobre los conjuntos de datos, véase la sección “Temperatura” del capítulo “Conjuntos de datos y metodología”.

En la mayoría de las zonas continentales de la región, las anomalías basadas en datos de estaciones correspondientes a 2022 en relación con el período de 1991 a 2020 (figura 5a a 5d) arrojan valores de +1 °C a +3 °C en el centro y este de México y en la península de Yucatán, y anomalías de +1 °C a +2 °C en Guatemala y El Salvador (figura 5a y 5b), mientras que en el resto de América Central se registraron anomalías negativas. En el Caribe, se registraron anomalías positivas de la temperatura de +1 °C a +2 °C en la República Dominicana, Puerto Rico y las pequeñas islas del Caribe (figura 5c). En América del Sur, se observaron anomalías de la temperatura superiores a lo normal, de +1 °C a +1,5 °C, en el este de la Amazonia, el centro y el sur de los Andes peruanos, Bolivia y las regiones centrales de Chile y de la Argentina. Se

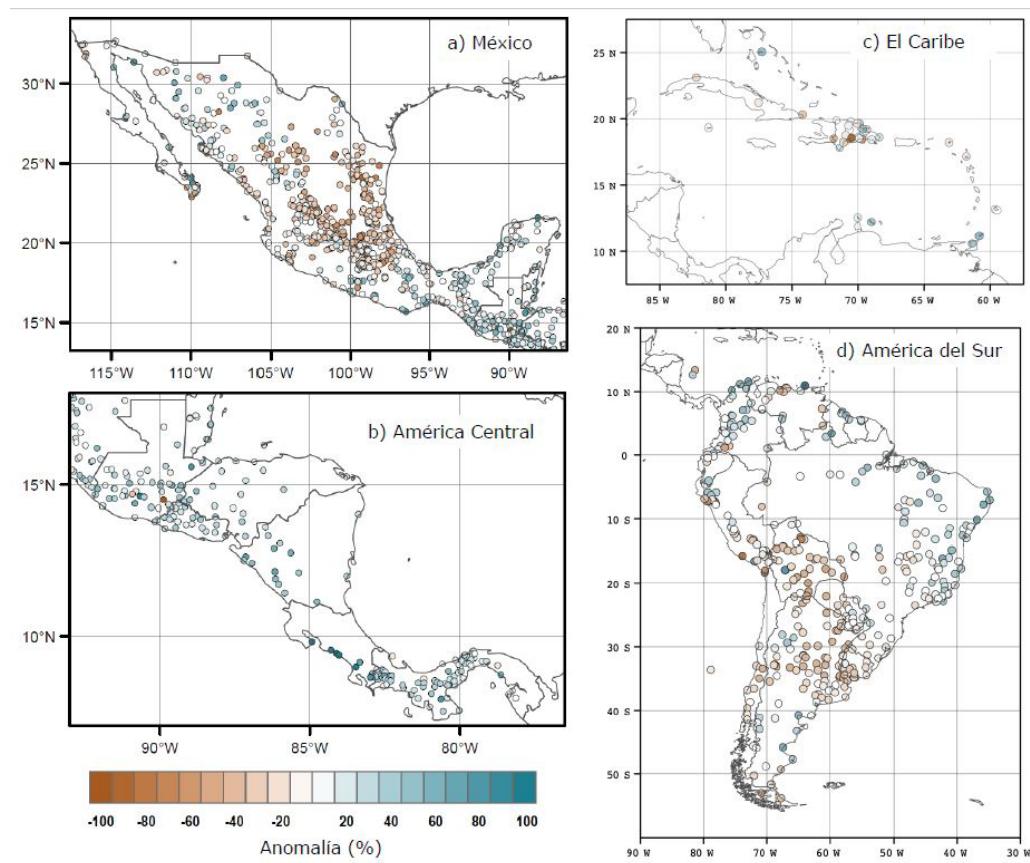


Figura 6. Anomalías de la precipitación *in situ* en 2022 (porcentaje con respecto al período de referencia de 1991 a 2020) en: a) México, b) América Central, c) el Caribe, y d) América del Sur.

Fuente: CIIFEN, a partir de datos de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.

observaron anomalías negativas de la temperatura de $-0,5^{\circ}\text{C}$ a $-1,0^{\circ}\text{C}$ en el extremo norte de Venezuela, Guyana, el norte de Colombia, el noreste de Chile y el Uruguay.

PRECIPITACIÓN

En la figura 6 se muestran las anomalías anuales de las precipitaciones en 2022 (porcentaje con respecto a la normal climatológica estándar de 1991 a 2020). La precipitación en las regiones central y oriental de México fue entre un 40 % y un 60 % inferior a lo normal, mientras que la precipitación registrada en el noroeste de México y la península de Yucatán fue de alrededor de un 40 % por encima de lo normal (figura 6a). Baja California registró precipitaciones en torno a un 20 % por debajo de lo normal en el extremo sur, y entre un 10 % y un 20 % por encima de lo normal en el resto de la región. En la mayor parte de América Central, salvo en algunas localidades de Guatemala, las precipitaciones fueron entre un 10 % y un 40 % superiores a lo normal. En la región del Caribe, se registraron precipitaciones por debajo de lo normal en Cuba y en algunas zonas de la República Dominicana y las pequeñas islas del Caribe (figura 6c). En las islas caribeñas de Venezuela, las precipitaciones fueron entre un 10 % y un 50 % superiores a lo normal.

En América del Sur (figura 6d), se registraron precipitaciones por debajo de lo normal en las regiones central y meridional de Chile (entre un 20 % y un 60 % por debajo de lo normal) y en los Andes centrales y suroccidentales del Perú y en Bolivia (entre un 30 % y un 50 % por debajo de lo normal). Al igual que en 2021, en la cuenca del Paraná-La Plata en el sureste del Brasil, el norte de la Argentina, el Paraguay y el Uruguay predominaron las precipitaciones por debajo de lo normal, lo que indica un monzón de América del Sur tardío y débil. En la región semiárida del noreste del Brasil, el sur de la Argentina, la costa norte del Perú, el centro y la costa de Colombia, la región central de América del Sur y el este de la Amazonía, la Guayana Francesa, Surinam y Guyana predominaron anomalías de la precipitación por encima de lo normal (10 % a 20 %). Las anomalías positivas de la precipitación en el sureste del Brasil estuvieron relacionadas con episodios de precipitación intensa concentrados en unos pocos días (véase el capítulo "[Fenómenos extremos](#)"). Parte de la distribución de la precipitación observada se ajustaba a la distribución típica asociada a las condiciones de La Niña (véase la sección "[Principales factores condicionantes del clima](#)").

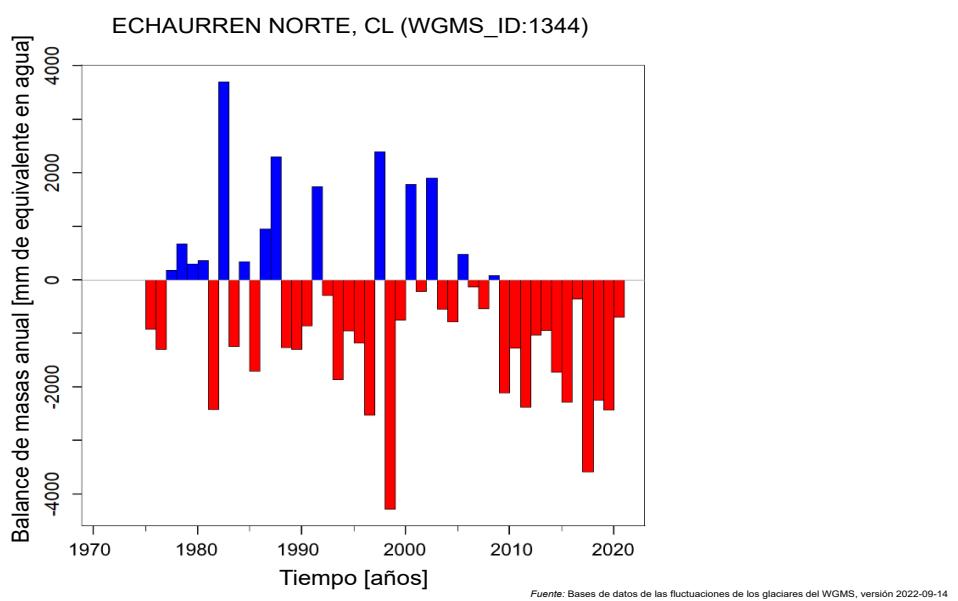


Figura 7. Balance de masas anual del glaciar de referencia Echaurren norte, en los Andes (Chile), 1975-2021.

Fuente: Base de datos de las fluctuaciones de los glaciares del WGMS, versión 2022-09-14 [Fluctuations of Glaciers Database](#).

GLACIARES

En general, los glaciares se están reduciendo en toda la región, aunque su comportamiento depende del clima regional y de la topografía local.⁹ Según los datos del Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares (WGMS)¹⁰, el balance de masas superficiales de los glaciares de los Andes tropicales arrojó una tendencia negativa de alrededor de $-0,96$ m de equivalente en agua al año durante el período de monitoreo disponible de 1990 a 2021. Las observaciones por teledetección muestran que las reducciones de la superficie en los trópicos han fluctuado entre el 25 % y el 50 % desde la década de 1950 y que, desde finales de la década de 1970, se inició un período de pérdida considerable de masa de hielo.¹¹ Esto podría estar asociado, al menos en parte, al aumento de las temperaturas y a la disminución de las precipitaciones engelantes a cotas elevadas. Más al sur, en los Andes de Chile y de la Argentina, los glaciares llevan perdiendo masa los últimos dos decenios, a un ritmo de alrededor de $-0,79$ m de equivalente en agua al año en los Andes secos y a un ritmo de alrededor de $-0,69$ m de equivalente en agua al año en los Andes meridionales. En los Andes secos, las series más largas de balance de masas en esta región notificadas por el WGMS provienen del glaciar Echaurren norte (figura 7), que perdió cerca de 29 m de equivalente en agua desde 1975 hasta 2021 ($-0,63$ m de equivalente en agua por año), de los cuales la mayor parte, 20 m de equivalente en agua ($-0,95$ m de equivalente en agua al año), se produjo desde 2000.¹²

Del análisis de las imágenes del satélite Sentinel se desprende que, en 2022, los glaciares de los Andes centrales de la Argentina y Chile experimentaron una pérdida casi total del manto de nieve en enero debido al calor de principios de verano, lo que provocó glaciares sucios y oscuros. La superficie oscura absorbía más radiación solar y se calentaba y derretía más. Algunos glaciares permanecieron prácticamente sin nieve durante dos meses y otros se derritieron más rápidamente, lo que provocó una pérdida de hielo más rápida, con la consiguiente fragmentación y la rápida expansión de las zonas de lecho rocoso en medio del glaciar.¹³

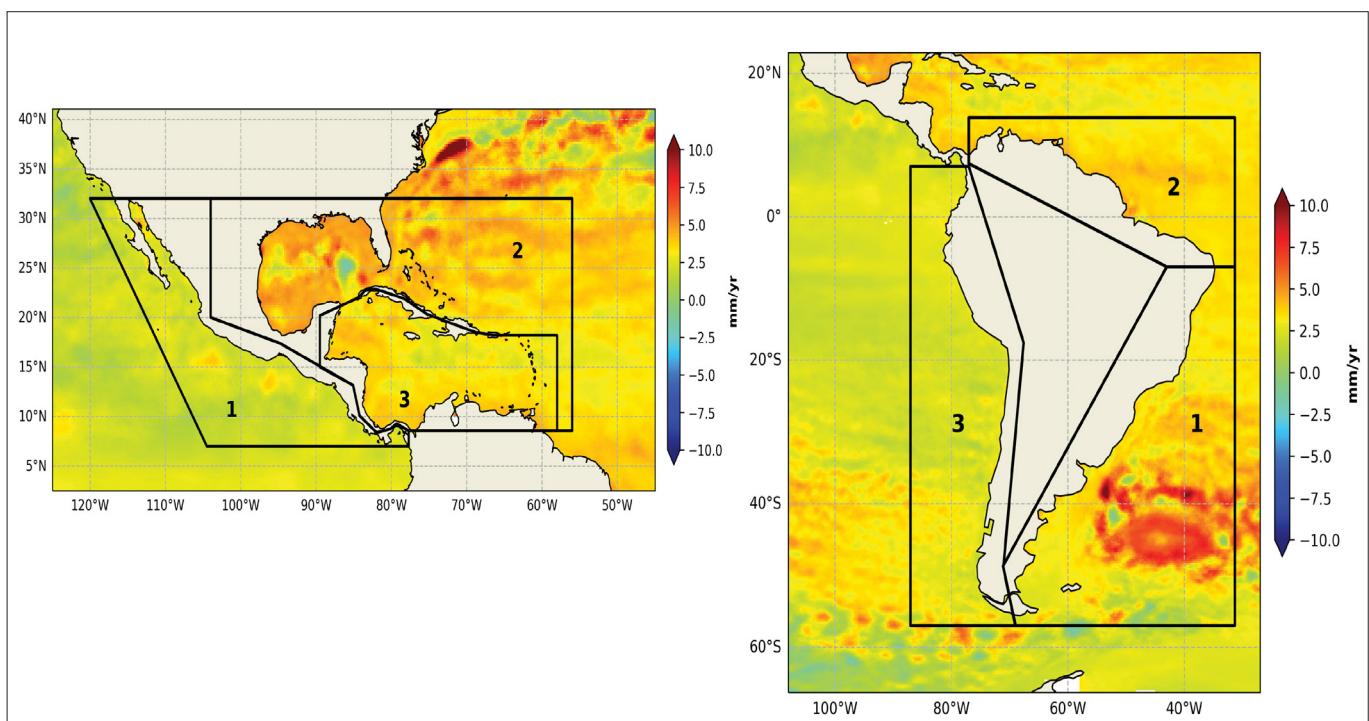


Figura 8. Tendencias del nivel del mar calculadas a partir de altimetría por satélite en México, América Central y el Caribe (izquierda) y en América del Sur (derecha) durante el período comprendido entre enero de 1993 y junio de 2022. La transición de verde a amarillo representa la tendencia media mundial promediada de 3,4 mm/año. Las zonas delimitadas representan las subregiones respecto de las cuales se indica la tasa de cambio del nivel del mar promediada en el cuadro 2.

Fuente: Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S).¹⁷

NIVEL DEL MAR

En 2022, el nivel medio del mar a escala mundial siguió subiendo. Se estima que ha subido en promedio $3,4 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ al año a lo largo del período de 30 años durante el cual se han recopilado datos altimétricos satelitales (1993-2022); no obstante, el ritmo de aumento se duplicó entre el primer decenio del registro (1993-2002) y el último (2013-2022), durante el cual superó los 4 mm anuales.

En América Latina y la región del Caribe, el nivel del mar ha aumentado a un ritmo mayor que la media mundial en el Atlántico Sur y el Atlántico Norte subtropical, y a un ritmo menor que la media mundial en el Pacífico oriental durante los últimos tres decenios.¹⁴ El aumento de nivel del mar amenaza a una gran parte de la población de América Latina y el Caribe que vive en zonas costeras, ya que provoca la contaminación de los acuíferos de agua dulce, la erosión de las costas y la inundación de las zonas bajas y aumenta el riesgo de mareas de tempestad.¹⁵

Según los datos de altimetria por satélite de alta precisión correspondientes al período comprendido entre enero de 1993 y junio de 2022, la tasa de cambio del nivel del mar en la vertiente atlántica de América del Sur es mayor que en la vertiente del Pacífico (figura 8 (derecha) y cuadro 2).¹⁶ En la región del Pacífico de América del Sur, la tasa de cambio fue de $2,21 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ al año, y a lo largo de la costa occidental de México y América Central, de $1,92 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ al año, ambas inferiores al promedio mundial de $3,37 \text{ mm} \pm 0,32 \text{ mm}$ al año durante el mismo período. El nivel del mar en la vertiente del Pacífico de América del Sur está muy influido por el ENOS y, durante La Niña, se observan aumentos menores. A lo largo de la costa atlántica de América del Sur, al sur del ecuador, la tasa de cambio entre enero de 1993 y junio de 2022, de $3,66 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ al año, fue superior al promedio mundial. También se observó una tasa comparable en el Atlántico Norte subtropical y en el golfo de México ($3,60 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ al año). En el Atlántico Norte tropical, alrededor de América Central y el sur del Caribe, la tasa de cambio fue de $3,23 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ al año durante este período (figura 8 (izquierda) y cuadro 2).

Cuadro 2. Tasa de cambio del nivel del mar en la costa promediada por zonas durante el período comprendido entre enero de 1993 y junio de 2022, calculada a partir de altimetria por satélite. Las subregiones se indican en la figura 8.

Región	Subregión (ver figura 8)	Área	Tendencias de la tasa de aumento del nivel del mar (en mm por año)
Méjico, América Central y el Caribe	1	Pacífico de América Central	$1,92 \pm 0,3$
	2	Atlántico Norte subtropical y golfo de México	$3,60 \pm 0,1$
	3	Atlántico Norte tropical	$3,23 \pm 0,1$
América del Sur	1	Atlántico Sur	$3,66 \pm 0,1$
	2	Atlántico Norte tropical de América del Sur	$3,39 \pm 0,1$
	3	Pacífico de América del Sur	$2,21 \pm 0,1$

Fuente: basado en datos altimétricos reticulados del Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S) promediados desde 50 km mar adentro hasta la costa por el Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (LEGOS).

Fenómenos extremos

El Sexto Informe de Evaluación del IPCC¹⁷ confirma que el calentamiento global está alterando la intensidad y frecuencia de muchos fenómenos meteorológicos extremos, lo que provoca o exacerba otros fenómenos de gran impacto como inundaciones, deslizamientos de tierra, incendios forestales y avalanchas. Los riesgos e impactos socioeconómicos más amplios asociados a estos fenómenos se describen en el capítulo "Impactos y riesgos relacionados con el clima". El Sexto Informe de Evaluación del IPCC muestra asimismo que, en América Central y América del Sur, las tendencias observadas indican un aumento probable de la intensidad y frecuencia de los episodios de calor extremo y una disminución probable de la intensidad y frecuencia de los fenómenos de frío extremo, así como un aumento de la precipitación media y de las precipitaciones intensas en el sureste de América del Sur. En las secciones siguientes se destacan únicamente los fenómenos extremos con mayor impacto de 2022; los detalles de todos los episodios de fenómenos notificados pueden consultarse en un mapa interactivo en línea.¹⁸

CICLONES TROPICALES

La temporada de huracanes atlánticos de 2022 tuvo un número de tormentas cercano al promedio: concluyó con 14 tormentas con nombre (en el período de 1991 a 2020 se produjeron en promedio 14 tormentas con nombre).¹⁹ La Niña normalmente favorece una elevada actividad de huracanes en la cuenca atlántica, pero no fue tal el caso en 2022; no obstante, se produjeron nueve tormentas tropicales que afectaron a zonas continentales de la región de América Latina y el Caribe (cuadro 3), incluidos siete huracanes, dos de los cuales, Fiona e Ian, fueron huracanes de gran intensidad. A continuación se describen algunos de sus efectos notificados.

Cuadro 3. Resumen de la temporada de huracanes de 2022 en la cuenca atlántica. El cuadro incluye únicamente las tormentas tropicales, los huracanes y los huracanes de gran intensidad que más afectaron a zonas continentales de la región de América Latina y el Caribe (en orden cronológico).
Los huracanes de gran intensidad se indican con las siglas HGI.

Huracán o tormenta tropical	Período	Regiones afectadas
Tormenta tropical Alex	5 y 6 de junio	Península de Yucatán, Bermudas y Cuba
Huracán Bonnie	1 a 9 de julio	Caribe suroccidental, Nicaragua, Costa Rica y El Salvador
Huracán Earl	2 a 10 de septiembre	Puerto Rico e Islas Vírgenes de los Estados Unidos
Huracán Fiona (HGI)	14 a 23 de septiembre	Puerto Rico, República Dominicana e Islas Turcas y Caicos
Huracán Ian (HGI)	23 a 30 de septiembre	Caribe occidental y Cuba
Huracán Julia	7 a 10 de octubre	Centro de Nicaragua y El Salvador
Tormenta tropical Karl	11 a 14 de octubre	Suroeste del golfo de México, Guatemala y Belice
Huracán Lisa	31 de octubre a 5 de noviembre	Belice
Huracán Nicole	7 a 11 de noviembre	Puerto Rico e Islas Vírgenes de los Estados Unidos

Fuente: basado en datos del Centro Nacional de Huracanes de la NOAA.

El huracán Fiona²⁰ fue un ciclón tropical de muy larga duración que tocó tierra en varias ocasiones en las islas orientales y septentrionales del Caribe. En Puerto Rico, tocó tierra como tormenta de categoría 1 el 18 de septiembre. Provocó que cientos de miles de personas perdieran el acceso al servicio de suministro de agua y, según el Departamento de Salud de Puerto Rico, causó al menos 22 muertes. Se calcula que Fiona causó en Puerto Rico daños por valor de 2 500 millones de dólares de los Estados Unidos, lo que lo convierte en el tercer huracán con las mayores pérdidas económicas jamás registrado en ese país, después de María (2017) y Georges (1998).²¹

El huracán Ian avanzó sobre el mar al sur de Jamaica, pero produjo alrededor de 785 mm a 1 500 mm de precipitaciones, así como mareas de tempestad y mar de fondo que afectaron a las comunidades costeras, ya que causaron inundaciones localizadas en algunas zonas de la isla. El rápido cambio de trayectoria de Ian dificultó las operaciones de preparación y respuesta en la isla, puesto que, según las evaluaciones preliminares, se producirían impactos relativamente menores relacionados con las crecidas, especialmente en las zonas costeras bajas. Ian se desplazó al suroeste de las Islas Caimán como huracán de categoría 1 y emergió en el golfo de México, tras pasar por Cuba, como huracán de categoría 3. Causó importantes daños agrícolas en las zonas afectadas, pues arrasó más de 20 000 hectáreas de tierras destinadas a la producción de alimentos.²²

El huracán Lisa afectó a unas 172 000 personas en Belice, lo que representa a cerca del 39 % de la población. No hubo que lamentar víctimas mortales. Sin embargo, 500 viviendas resultaron destruidas y otras 5 000 resultaron dañadas. Según las estimaciones iniciales, los daños en el sector de la vivienda ascendieron a aproximadamente 10 millones de dólares, la mayor parte de los cuales se registraron en el distrito de Belice. Cabe señalar que en Belice las pérdidas por riesgos naturales superan un promedio de 46 millones de dólares al año.²³

Otras tormentas tropicales también causaron daños y víctimas en el Caribe, América Central y México. La tormenta tropical Alex provocó lluvias intensas e inundaciones en algunas zonas de Cuba, que causaron cuatro víctimas mortales. La tormenta tropical Earl provocó deslizamientos de tierra e inundaciones repentinas en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos. La tormenta tropical Karl se originó parcialmente a partir de los restos del huracán Julia y serpenteó sobre el suroeste del golfo de México. Karl degeneró en una depresión residual antes de bordear la costa del estado mexicano de Tabasco; tres personas murieron debido a las inundaciones provocadas por Karl en el estado de Chiapas. El huracán Nicole provocó deslizamientos de tierra e inundaciones localizadas en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos.²⁴

La temporada de huracanes de 2022 en el Pacífico oriental fue bastante activa: se produjeron 19 tormentas con nombre, dos de las cuales cruzaron desde el Atlántico (en el período de 1991 a 2020 hubo en promedio 15 tormentas con nombre). La mayoría de estas tormentas permanecieron en el mar. El huracán Bonnie se formó en el sur del mar Caribe (cuenca atlántica) y, tras una travesía transoceánica inusual, entró en la cuenca del Pacífico el 2 de julio.²⁵ A medida que Bonnie avanzaba sobre América Central (Nicaragua, Costa Rica y El Salvador), las lluvias intensas asociadas al huracán provocaron cinco muertes y afectaron significativamente a los medios de subsistencia (dañaron cultivos básicos, hortalizas y ganado) y a las infraestructuras.^{26,27} En Costa Rica cayeron entre 150 mm y 250 mm de lluvia en la costa noroccidental y más de 3 000 personas fueron evacuadas debido a las inundaciones y aludes de lodo. Según los informes, más de 10 000 personas se quedaron sin electricidad en Nicaragua. Unos tres meses después, el 9 de octubre, Julia se convirtió en la segunda tormenta tropical de 2022 en cruzar entre las cuencas del Atlántico y el Pacífico, lo que provocó 35 muertes directas relacionadas con las inundaciones repentinas y la destrucción causadas en muchos países de América Central.²⁸

PRECIPITACIONES INTENSAS E INUNDACIONES

En América Central y el Caribe se registraron abundantes precipitaciones y episodios posteriores de inundación. En esta región, La Niña suele asociarse a precipitaciones por encima de lo normal de junio a octubre.²⁹ El 17 de septiembre, en la zona montañosa del Cambronero (Costa Rica), se produjo un deslizamiento de tierra tras unas lluvias intensas que causó 10 víctimas mortales. En Puerto Rico, la estación de observación cooperativa del Vivero de Peces de Maricao (cuya serie temporal se inició en 1955), situada en la vertiente occidental de la Cordillera Central, registró 3 356 mm de lluvia, lo que convierte a 2022 en el segundo año más lluvioso jamás registrado (después de 1998, durante el cual se registraron 3 412 mm de lluvia). Además, varias estaciones registraron en 2022 la cantidad de precipitación diaria más alta de su historia. La mayoría de esas precipitaciones estuvieron asociadas al huracán Ian los días 28 y 29 de septiembre. El 25 de mayo, el Gobierno de Surinam declaró varias comunidades como zonas catastróficas después de que el país sufriera inundaciones generalizadas a partir de marzo de 2022.³⁰

En la región central de América del Sur, los episodios de lluvias extremas provocaron inundaciones y deslizamientos de tierra que afectaron a miles de personas. En el estado de São Paulo (Brasil), al menos 19 personas murieron a causa de deslizamientos de tierra e inundaciones tras las fuertes lluvias del 28 de enero. Anteriormente, el 11 de enero, lluvias intensas de más de 200 mm en 24 horas provocaron inundaciones y deslizamientos de tierra en Minas Gerais (Brasil), en los que murieron al menos 15 personas.³¹

El 15 de febrero, en Petrópolis, estado de Río de Janeiro (Brasil), cayeron 258 mm de lluvia en tres horas (una cantidad superior al promedio mensual de 210 mm) y se registró un total de 530 mm de lluvia en 24 horas, lo que provocó más de 230 víctimas mortales.³² El 20 de marzo volvieron a caer precipitaciones intensas, 415 mm en 10 horas, que provocaron deslizamientos de tierra e inundaciones.³³ Los días 2 y 3 de abril, en Paraty y Angra dos Reis (a unos 100 km al suroeste de Petrópolis), al menos 16 personas murieron después de que una cantidad récord de lluvia, más de 800 mm en 48 horas, provocara inundaciones y deslizamientos de tierra.³⁴

En los estados de Pernambuco, Alagoas y Paraíba (noreste del Brasil) cayeron lluvias excepcionalmente intensas. En Recife, en el estado de Pernambuco, las intensas lluvias caídas entre el 25 y el 30 de mayo, 551 mm (el promedio mensual es de 411 mm), causaron 130 muertos, afectaron a unas 130 000 personas y obligaron a la ciudad a declarar el estado de emergencia.³⁵ En Rondônia, en la Amazonía occidental brasileña, las fuertes lluvias de principios de febrero aumentaron el nivel de los ríos, lo que provocó inundaciones en el municipio de Cacoal.³⁶ El río Negro en Manaos alcanzó el nivel de crecida severa (29 m) a principios de mayo y llegó a 29,37 m el 23 de mayo, el cuarto nivel más alto desde 1903.

En el norte de América del Sur, la influencia de La Niña sobre la distribución de la precipitación se extiende de junio a marzo y suele asociarse a precipitaciones por encima de lo normal.³⁷ En 2022, las lluvias intensas afectaron a la mayor parte de Colombia (en particular a las regiones andina y del Pacífico) al principio de la primera temporada de lluvias (que dura de mediados de marzo a junio) y en agosto, cuando se registraron varios deslizamientos de tierra provocados por las fuertes precipitaciones en todo el departamento de Antioquia (noroeste de Colombia), que causaron muertos y heridos.³⁸ Las crecidas, los deslizamientos de tierra y las crecidas repentinas causaron 266 víctimas mortales y afectaron a 864 municipios y 645 930 personas. En total, 5 207 viviendas resultaron destruidas y 106 574 resultaron dañadas, y 289 ciudades fueron declaradas en estado de calamidad pública.³⁹ Colombia declaró una situación de desastre nacional y el Gobierno destinó una ayuda de 500 millones de dólares.⁴⁰

Muchas zonas de Venezuela se vieron afectadas por crecidas tras las intensas lluvias de octubre y noviembre. En el peor episodio, 50 personas resultaron muertas y 56, desaparecidas tras un deslizamiento de tierra en Las Tejerías el 8 de octubre.

El 20 de febrero, 2 personas murieron y 20 desaparecieron en el departamento de Tarija (Estado Plurinacional de Bolivia) tras las fuertes lluvias que provocaron un torrente de agua, lodo y escombros de 2 m de altura por un estrecho barranco, que a su paso destruyó viviendas, cultivos y ganado de varias comunidades guaraníes.⁴¹

SEQUÍAS

La sequía afectó a varios países de la región de América Latina y el Caribe en 2022. En América Central, Costa Rica registró condiciones inusualmente secas, principalmente a lo largo de la costa sur del Caribe (con condiciones de sequía meteorológica asociadas).⁴² En México, los estados nororientales de Nuevo León y Tamaulipas fueron los más afectados por la sequía en 2022. De acuerdo con el Monitor de Sequía en México,⁴³ alrededor del 30 % del país experimentó sequía de moderada a extrema durante todo el año 2022, lo que concuerda con los mapas del índice integrado de sequía (IDI) presentados en la figura 9. En mayo de 2022, alrededor del 56 % de México estaba afectado por una sequía de moderada a excepcional.

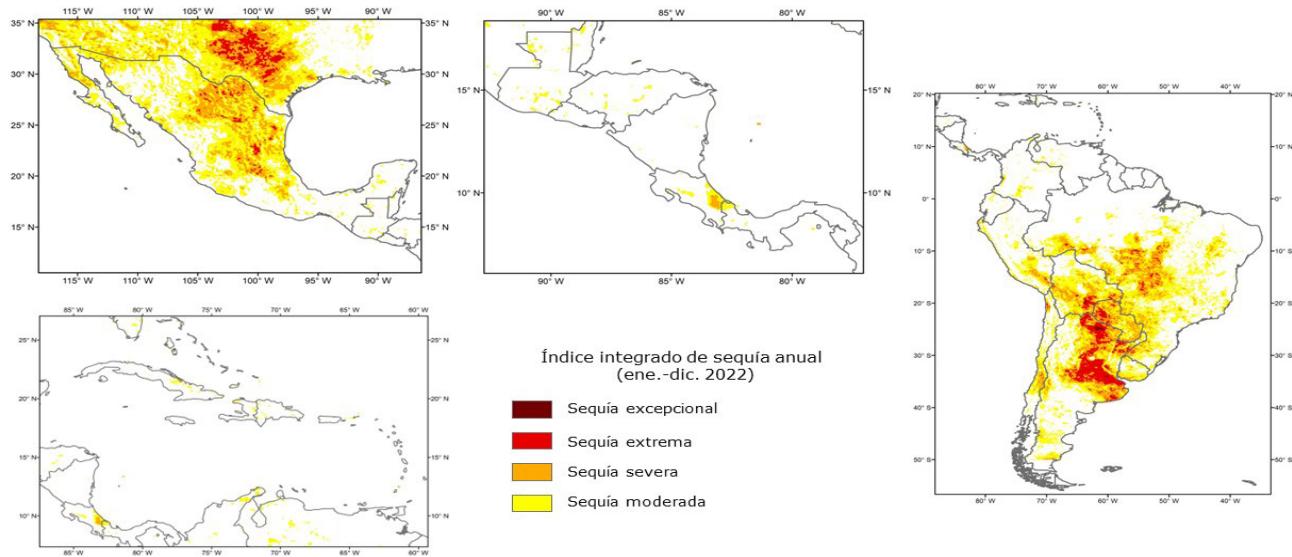


Figura 9. Índice integrado de sequía para el período de enero a diciembre de 2022 en México, América Central, el Caribe y América del Sur.

Fuente: Índice normalizado de precipitación (SPI) calculado a partir de la base de datos Grupo de Peligros Climáticos de Precipitación por Infrarrojo con Datos de Estaciones (CHIRPS) y del índice de salud de la vegetación del Centro de Investigaciones y Aplicaciones Satelitales (STAR) de la NOAA. El cálculo se basó en Cunha, A. P. M. A.; Zeri, M.; Deusdará, L. K. y otros. "Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019". *Atmosphere* **2019**, vol. 10, núm. 11, pág. 642. <https://doi.org/10.3390/atmos10110642>.

Las sequías en la región de América Latina y el Caribe se clasifican según las categorías de monitoreo de sequías del IDI.⁴⁴ En la figura 9 se muestra la intensidad de la sequía según el IDI en cuatro de los principales países/regiones afectados: el noreste de México, la región central de Chile, la región central y meridional de los Andes y la cuenca del Paraná-La Plata.

Las condiciones de sequía en 2022 en toda la cuenca del Río de la Plata, en el sureste de América del Sur, fueron las peores desde 1944. Predominaron precipitaciones por debajo de lo normal en el sureste del Brasil, el norte de la Argentina, el Uruguay, el Paraguay y el este de Bolivia, lo que parece indicar un final anticipado del monzón sudamericano.^{45,46} El tercer año consecutivo de La Niña provocó un período prolongado de sequía, principalmente en el sureste de América del Sur.⁴⁷ En 2022, la región central de la Argentina registró su año más seco desde que comenzaron los registros en 1960.

El Alto, en los Andes bolivianos, registró la precipitación más baja en los meses de octubre a diciembre desde 1956 (una anomalía de -109 mm en relación con el período de referencia de 1991 a 2020). Esta sequía ha sido especialmente dura para los sectores rurales y las poblaciones indígenas de Bolivia, donde se calcula que ha afectado a unas 230 000 hectáreas de cultivos, de las que se han perdido al menos 8 000.⁴⁸ En total, se vieron afectados por la sequía 164 municipios de Bolivia, incluidas 3 151 comunidades, 171 000 familias y 247 000 hectáreas de tierra.⁴⁹

En la primavera de 2022, en el sur de los Andes peruanos, la sequía fue la más severa desde que comenzaron las mediciones instrumentales en 1965. Las anomalías negativas de precipitación se situaron entre el 60 % y el 100 % y estuvieron relacionadas con la persistencia de La Niña.⁵⁰ La sequía también afectó a la costa occidental de la región subtropical de América del Sur, en la que se encuentra Chile, donde el último año en que se registraron precipitaciones superiores al promedio fue 2006.⁵¹ El año 2022 fue el cuarto más seco jamás registrado en Chile, que sufre una megasequía de 14 años, la más larga y severa de la región en más de 1 000 años.

La sequía afectó a Puerto Rico y, a mediados de junio, el 68 % del territorio sufrió una sequía de moderada a severa; se trata de la mayor extensión de la isla afectada por sequía en los 23 años de registro del Centro

de Monitoreo de la Sequía de los Estados Unidos (USDM). La intensidad de la sequía alcanzó su máximo nivel en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos a mediados de julio, cuando Santa Cruz y San Juan se encontraban en sequía extrema y Santo Tomás, en sequía severa.⁵²

Una tormenta de arena afectó al norte de Chile el 17 de marzo y dejó sin electricidad a unas 4 000 personas en la ciudad de Diego de Almagro. La inestabilidad asociada a un sistema de bajas presiones segregado desencadenó la tormenta cerca de la ciudad.⁵³ La exposición humana a las tormentas de arena y polvo se asocia a efectos adversos para la salud, y las infraestructuras también pueden verse afectadas, como ocurrió en este caso. Estas tormentas son también un peligro para la seguridad del transporte por carretera y la aviación.⁵⁴

OLAS DE CALOR E INCENDIOS FORESTALES

A mediados de enero, el extremo sur de América del Sur sufrió una ola de calor larga e intensa.⁵⁵ En la Argentina, en el período comprendido entre el 6 y el 26 de enero, las temperaturas superaron los 40 °C en más de 50 ciudades, más de 10 °C por encima de la temperatura promedio habitual. Buenos Aires tuvo dos días por encima de los 40 °C por primera vez.⁵⁶ Del 13 al 26 de enero, se produjo una ola de calor en el 90 % de las estaciones meteorológicas del Paraguay.⁵⁷ El día más caluroso fue el 24 de enero, con temperaturas que alcanzaron los 43,0 °C en Concepción (la máxima mensual media del período de 1991 a 2020 fue de 34,2 °C). La ola de calor más larga, de 14 días consecutivos, se detectó en Encarnación.

Una amplia zona centrada en la parte centro-septentrional de la Argentina, el sur de Bolivia, el centro de Chile y la mayor parte del Paraguay y el Uruguay experimentó temperaturas récord durante dos olas de calor consecutivas a finales de noviembre y principios de diciembre de 2022. En Chile, los incendios forestales causaron importantes daños a la flora y la fauna tras la quema de la palma chilena, especie autóctona de la región de Valparaíso.⁵⁸ En la Amazonía boliviana, durante la ola de calor del 25 al 30 de noviembre, la ciudad de Cobija registró 37,7 °C el 28 de noviembre (la máxima mensual media es de 30,8 °C).⁵⁹ La región también sufrió una prolongada sequía que comenzó en 2019 y se ha agravado a lo largo de los años. Del 4 al 12 de diciembre, se batieron récords de temperatura en toda la Argentina: 24 estaciones meteorológicas registraron temperaturas superiores a los 40 °C. La estación de Rivadavia, situada cerca de la frontera con Bolivia y el Paraguay, registró una temperatura máxima de 46 °C el 7 de diciembre.⁶⁰

Las prolongadas condiciones de sequía asociadas a las altas temperaturas provocaron incendios forestales sin precedentes en enero y febrero en la Argentina y el Paraguay. Estos países registraron un aumento del 283 % y el 258 %, respectivamente, en el número de focos detectados en comparación con el promedio del período de 2001 a 2021.⁶¹ De enero a marzo de 2022, las emisiones provocadas por incendios forestales fueron las más altas de los últimos 20 años en el Paraguay y el norte de la Argentina. En Bolivia y Chile, las olas de calor de noviembre y diciembre, junto con las persistentes condiciones de sequía, provocaron incendios forestales sin precedentes y un aumento del 214 % y el 256 %, respectivamente, del número de focos detectados en comparación con el promedio de 2001 a 2021.⁶² La mayoría de estos incendios forestales fueron provocados por una baja humedad persistente y un aumento de la temperatura diurna debido a la sequía, lo que es típico de los episodios compuestos de sequía y calor. Se estima que las emisiones de carbono provocadas por los incendios forestales en el Paraguay fueron de aproximadamente 5 megatoneladas y, en la Argentina durante el mismo período, de casi 12 megatoneladas. Otros países, como Colombia y Venezuela, también registraron aumentos en sus emisiones procedentes de incendios forestales a finales de enero y febrero. En el Brasil, las emisiones totales en la Amazonía brasileña se acercaron al promedio del período de 2003 a 2021 durante la temporada de incendios entre julio y octubre; no obstante, el estado de Amazonas experimentó la mayor emisión total causada por incendios entre julio y octubre de los últimos 20 años, de algo más de 22 megatoneladas, casi 5 megatoneladas más que el anterior récord de emisiones, registrado en 2021.^{63,64}

OLAS DE FRÍO

En 2022 se registraron temperaturas inusualmente bajas y olas de frío en algunas zonas de América Latina. En el sur de los Andes peruanos (Yunguyo, Puno), se produjeron episodios de frío entre el 12 y el 19 de abril, con temperaturas mínimas de $-1,8^{\circ}\text{C}$ a $-1,4^{\circ}\text{C}$ (climatología de $2,2^{\circ}\text{C}$). Del 17 al 30 de julio, una ola de frío afectó a la región de la Patagonia y, en Calafate (sur de la Argentina), la temperatura mínima alcanzó los $-16,5^{\circ}\text{C}$. En Chile, del 28 de mayo al 1 de junio, se produjo una ola de frío en Chillán, donde la temperatura mínima alcanzó los $-6,3^{\circ}\text{C}$ el 1 de junio, la temperatura más baja de junio en 55 años (la mínima mensual media de ese mes del período de 1991 a 2020 fue de 5°C).

El 16 de mayo, una tormenta subtropical sobre el Atlántico Sur favoreció la intensificación de una oleada de aire frío intensa que alcanzó la mayor parte de la región subtropical de América del Sur al este de los Andes.⁶⁵ En el Brasil, un episodio de frío del 16 al 23 de mayo (el más largo de 2022) afectó a la mayor parte del país, incluido el oeste de la Amazonía; este episodio también afectó a Bolivia. El 18 de mayo, la ciudad de São Paulo (Brasil) registró la tercera temperatura más baja para el mes de mayo en 32 años: $6,6^{\circ}\text{C}$ (la mínima mensual media es de $13,1^{\circ}\text{C}$). En Gama (Brasilia, Brasil), la temperatura mínima alcanzó $1,4^{\circ}\text{C}$ el 19 de mayo, la temperatura más baja registrada en mayo desde 1963 (la mínima mensual media es de $15,6^{\circ}\text{C}$).

El Altiplano boliviano se vio afectado por episodios de frío de mayo a diciembre y, el 23 de mayo, la estación de El Alto registró la temperatura más baja de mayo registrada en Bolivia en 24 años: $-9,8^{\circ}\text{C}$ (la mínima mensual media es de $-0,6^{\circ}\text{C}$).⁶⁶

Observaciones que constituyen la base del monitoreo del clima

El monitoreo del clima se lleva a cabo mediante una red de sistemas de observación que abarcan la atmósfera, el océano, la hidrología, la criosfera y la biosfera. Cada uno de estos ámbitos se monitorea de diferentes maneras por diversas organizaciones. De manera transversal, las observaciones por satélite contribuyen de manera importante al monitoreo del clima a nivel mundial.

En 1992, la OMM, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Internacional de Ciencias (ISC) crearon el Sistema Mundial de Observación del Clima (GCOS) para coordinar y facilitar el desarrollo y la mejora de las observaciones climáticas a nivel mundial. El GCOS ha determinado un conjunto de variables climáticas esenciales que, en conjunto, proporcionan la información necesaria para comprender, modelizar y predecir la trayectoria del clima, así como para planificar estrategias de mitigación y adaptación (figura 10). El estado de las observaciones que constituyen la base de estas variables climáticas esenciales se publica en informes de situación periódicos. El GCOS también señala en informes de ejecución qué se necesita para mejorar el sistema.

En 2022, el GCOS publicó su último Plan de Ejecución⁶⁷ en respuesta a las conclusiones del Informe de Situación del GCOS de 2021, a las repercusiones derivadas del Sexto Informe de Evaluación del IPCC y a los recientes estudios científicos sobre los ciclos climáticos. La publicación incluye recomendaciones para un GCOS sostenible y adecuado a los fines perseguidos.

Además de las observaciones proporcionadas por la Red Mundial de Observaciones en Superficie (GSN) y la Red Mundial de Observación en Altitud (GUAN) coordinadas por el GCOS, los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) de los Miembros de la OMM proporcionan una

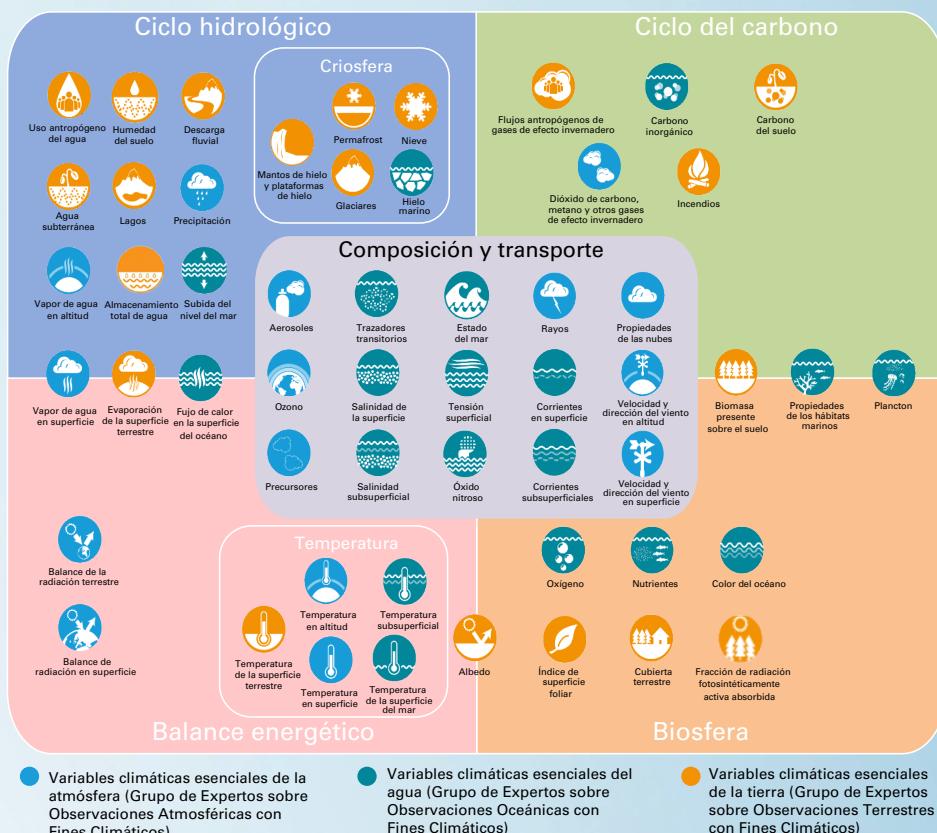


Figura 10. Variables climáticas esenciales definidas por el Sistema Mundial de Observación del Clima y los ciclos climáticos. Muchas variables climáticas esenciales facilitan la comprensión de varios ciclos diferentes; en esta figura se muestran solamente los vínculos principales.

red de observaciones más amplia y completa, desarrollada principalmente para la predicción meteorológica operativa. La Red Mundial Básica de Observaciones (GBON) de la OMM, una red diseñada a nivel mundial para la que se han determinado capacidades y calendarios de observación y es obligatorio el intercambio de datos a nivel internacional, proporcionará observaciones muy necesarias para la predicción numérica del tiempo y contribuirá a fortalecer el reanálisis del clima de modo sustancial.

Con el fin de proporcionar la asistencia financiera y técnica necesaria para la implantación y el funcionamiento de la GBON en las zonas más pobres y con menos observaciones del planeta, la OMM, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el PNUMA han creado el Servicio de Financiamiento de Observaciones Sistemáticas (SOFF). El SOFF ha recaudado un volumen significativo de fondos para apoyar las observaciones en los países menos desarrollados y los pequeños Estados insulares en desarrollo. Ha iniciado su fase de ejecución en 2023.

Como complemento de las observaciones de las propiedades físicas y dinámicas de la atmósfera, la Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la OMM coordina las mediciones de la composición atmosférica, lo que permite obtener datos fiables y exactos a partir de las mediciones realizadas por los Miembros de la OMM, las instituciones u organismos de investigación y otras redes contribuyentes.

Las observaciones de la física, la biogeoquímica, la biología y los ecosistemas oceánicos se coordinan a través del Sistema Mundial de Observación del Océano (GOOS). El Grupo de Coordinación de Observaciones (OCG) del GOOS supervisa la fiabilidad de estas observaciones⁶⁸ y elabora un informe anual de resultados sobre el Sistema de Observación del Océano. Por lo general, las observaciones del océano se ponen ampliamente a disposición de los usuarios internacionales.

En el ámbito terrestre, existe un grupo más amplio de redes de observación. Normalmente, las observaciones hidrológicas corren a cargo de los SMHN y se coordinan a través de la OMM. También contribuyen al GCOS varias Redes Terrestres Mundiales especializadas, por ejemplo, en hidrología (incluidos lagos y ríos), permafrost, glaciares, uso de la tierra y biomasa. En general, hay menos acuerdos de intercambio de datos para las redes terrestres y muchas observaciones importantes no se ponen a disposición de los usuarios internacionales.

El Grupo de Trabajo Mixto sobre el Clima (WGClimate) del Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS) y el Grupo de Coordinación de los Satélites Meteorológicos (CGMS) basa los avances en las observaciones obtenidas por satélite para el clima en los requisitos de las variables climáticas esenciales establecidos por el GCOS. Ha elaborado un inventario de esas variables que incluye 766 registros de datos climáticos de 33 variables climáticas esenciales que abarcan 72 productos de variables climáticas esenciales distintos, y está previsto añadir más. El WGClimate también está trabajando en medidas derivadas del Plan de Ejecución. Las observaciones por satélite tienen una cobertura casi mundial. Si se las utiliza con observaciones en tierra, bien como conjuntos de datos complementarios, bien para su validación y calibración, constituyen una parte fundamental del sistema mundial de observación.

Impactos y riesgos relacionados con el clima

Los impactos relacionados con el clima en América Latina y el Caribe se relacionan no solo con fenómenos peligrosos, sino también con un complejo escenario de mayor exposición y vulnerabilidad, generalmente vinculado a altos niveles de pobreza y bajos niveles de gobernanza.⁶⁹ Hasta 2018, el 76 % de la población vivía en asentamientos urbanos informales: dos tercios del crecimiento urbano en América Latina y el Caribe no está planificado.⁷⁰ Se calcula que 340 millones de personas viven en zonas urbanas medianas y pequeñas, donde se producen el 80 % de los desastres relacionados con el clima.⁷¹ A este complejo escenario se añaden la elevada y creciente inflación de los precios de los alimentos, el aumento de la pobreza en el contexto de la pandemia de COVID-19, los altos niveles de desigualdad en los ingresos y los crecientes niveles de hambre, inseguridad alimentaria y obesidad. Se espera que en 2023 aumentará la vulnerabilidad de los pequeños Estados insulares en desarrollo del Caribe debido a la migración relacionada con el clima y la inseguridad alimentaria.⁷²

Las cuestiones tratadas en este capítulo guardan relación con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. El logro de la seguridad alimentaria y una mejor nutrición y la promoción de la agricultura sostenible contribuirán a reducir el hambre y a alcanzar el ODS 2. El cumplimiento de los ODS 6 y 7 garantizará la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento y asegurará que todas las personas tengan acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna.

POBLACIÓN AFECTADA Y DAÑOS

Esta sección complementa el capítulo "Fenómenos extremos". De conformidad con la información de la Base de Datos Internacional de Desastres (EM-DAT) del Centro de Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED),⁷³ en 2022 se notificaron 78 peligros relacionados con el tiempo, el agua y el clima en la región de América Latina y el Caribe, de los cuales el 86 % fueron episodios relacionados con tormentas y crecidas que causaron el 98 % de las 1 153 víctimas mortales registradas en esta base de datos (figura 11). Los 9 000 millones de dólares en daños económicos que constan en la EM-DAT se debieron principalmente a la sequía (40 %) y las tormentas (32 %). Cabe suponer que las cifras reales relacionadas con los impactos de los fenómenos extremos son peores debido a la falta de información y a que no se dispone de datos sobre los impactos en algunos países.⁷⁴

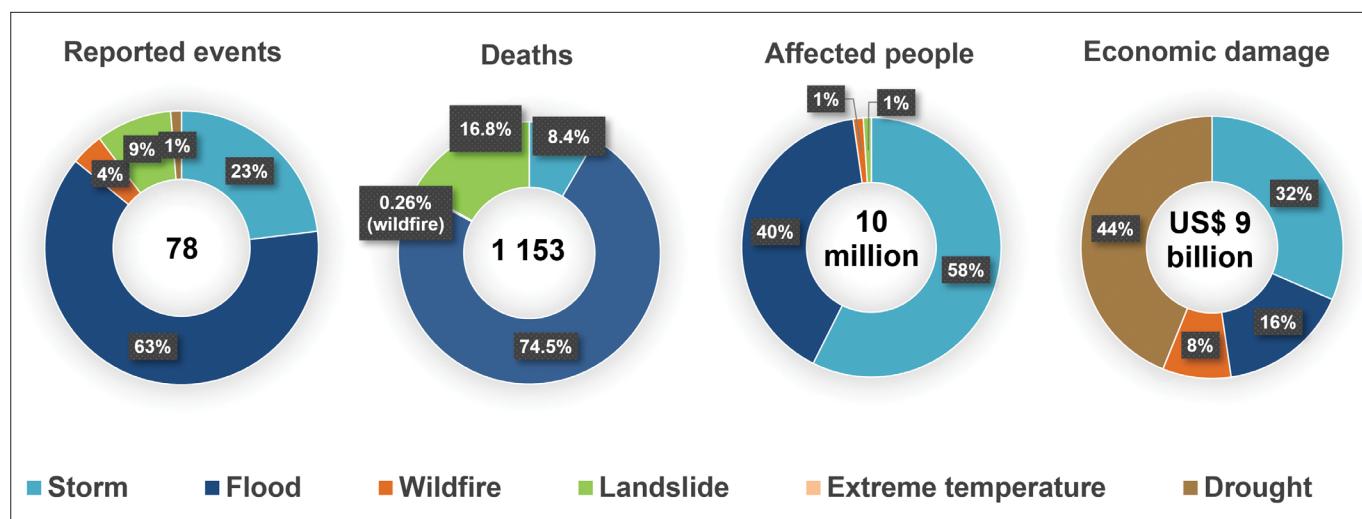


Figura 11. Desastres relacionados con el tiempo, el clima y el agua en América Latina y el Caribe en 2022. Nota: puede que no conste el porcentaje del impacto de algunos desastres por no disponerse de los datos correspondientes.

Fuente: Base de Datos Internacional de Desastres (EM-DAT) del Centro de Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED).

AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

En América Latina y el Caribe, se prevé que el número de personas afectadas por la subalimentación se mantendrá estable hasta 2030 en unos 56 millones, lo que corresponde aproximadamente al 8 % de la población.⁷⁵ La región desempeña un papel vital en la producción de alimentos y servicios ecosistémicos que benefician no solo a la propia región, sino a todo el planeta. Como los sistemas alimentarios son muy diversos, existe una enorme variación entre los países de la región en cuanto a su escala, sofisticación e importancia económica.

Las condiciones de sequía de 2022 causaron daños a la agricultura y redujeron el rendimiento de las cosechas, lo que afectó a los mercados mundiales de cultivos. En el Brasil, la falta de lluvias y las altas temperaturas se asociaron a grandes pérdidas agrícolas durante el año. El Brasil es uno de los graneros del mundo; la agricultura representa casi el 7 % de su producto interno bruto (PIB) anual. En el primer trimestre de 2022, el índice de producción agrícola del Brasil se contrajo un 5,2 % con respecto al primer trimestre de 2021.⁷⁶ Ello se debió en gran parte a las malas cosechas de soja y maíz asociadas a la sequía (fue el tercer año seco consecutivo en algunas partes del país). El rendimiento del café también se vio afectado y se espera que sea el más bajo desde 2014; el Brasil es el mayor productor de café en grano del mundo.⁷⁷

El Gran Chaco⁷⁸ sufre la peor sequía de los últimos 80 años; el 80 % de las familias de esta zona han sufrido pérdidas superiores al 75 % en su producción agrícola de autoconsumo.

En la Argentina, más del 60 % del total de los daños y las pérdidas relativos a los sistemas de producción agrícola estaban relacionados con la producción ganadera. En el peor momento de las condiciones de sequía, en enero de 2022, unos 6,9 millones de cabezas de ganado se vieron negativamente afectadas no solo por la menor disponibilidad de forraje, sino también por la falta de agua potable y el intenso calor, lo que repercute significativamente en la salud y el bienestar de los animales. Las provincias del noreste fueron las más afectadas por la sequía.⁷⁹

Chile ha experimentado una secuencia ininterrumpida de años más secos que la media desde 2010, una sequía con una duración y una gran extensión espacial sin precedentes en el registro histórico.⁸⁰ Por primera vez en su historia, Chile declaró en diciembre de 2022 la "emergencia agrícola" en la región de Magallanes y en la Antártica chilena debido al déficit hídrico en esas zonas. Para paliar los problemas causados por la sequía, el Gobierno concederá ayudas a los productores agrícolas y ganaderos.^{81,82}

En diciembre de 2022, en América Central y el Caribe, los cereales de la segunda temporada (postrera)⁸³ crecieron en condiciones favorables a pesar de los daños localizados de la tormenta tropical Julia y el huracán Lisa. En Haití, la cosecha de cereales de segunda temporada finalizó con rendimientos ligeramente inferiores al promedio.⁸⁴

RECURSOS HÍDRICOS Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La megasequía en la región central de Chile continuó en 2022. Más de la mitad de los 19 millones de habitantes del país viven en zonas que sufren una grave escasez de agua. En abril de 2022, el Gobierno de Chile anunció un plan de racionamiento de agua sin precedentes para su capital, Santiago. La región central de Chile (33° S a 45° S) fue la región más afectada, con sequía moderada a severa, y en diciembre de 2022, el 58,4 % del territorio nacional estaba afectado por algún grado de sequía. La prolongada "megasequía en la zona central de Chile" puso a Chile a la cabeza de la crisis hídrica de la región de América Latina y el Caribe.

El río Paraná, del que depende la Argentina para exportar el 80 % de sus productos agrícolas, se vio afectado por el bajo caudal de agua debido a la sequía en la cuenca del Paraná-La Plata (véanse la sección "Sequías" y la figura 12). Los niveles del río Paraguay en Ladário (Brasil) alcanzaron 64 cm por debajo de lo normal (el



Figura 12. Impacto de la sequía en la región de la cuenca del río Paraná en enero de 2022 (izquierda) y enero de 2023 (derecha).

Fuente: satélites Copernicus Sentinel-3 https://www.copernicus.eu/en/form/image-of-the-day-download?image_id=/system/files/2023-01/image_day/20230110_Drought_South_America.jpg.

nivel promedio anual para el período de 1900 a 2022 fue de unos 280 cm). Esta situación puede atribuirse en parte a las condiciones de sequía relacionadas con el episodio de La Niña que comenzó en 2020 y se prolongó hasta 2022.⁸⁵ En la cuenca del Paraná-La Plata en 2022, la caída de la productividad hidroeléctrica no provocó una crisis energética, pero llevó a los países a recurrir a fuentes de energía menos sostenibles, como las termoeléctricas, que utilizan combustibles fósiles, lo que encarece la energía.⁸⁶ La sequía y los consiguientes caudales fluviales bajos causaron problemas para la producción de energía en las centrales hidroeléctricas de la región. La producción de electricidad en las dos centrales binacionales en la cuenca del Paraná-La Plata —Yacyretá (Argentina y Paraguay) e Itaipú (Paraguay y Brasil)— se ha visto drásticamente afectada por los bajos niveles de agua. En Itaipú se ha observado una disminución constante en los niveles de agua desde 2018. En Yacyretá se observa un patrón similar, aunque la disminución en la generación hidroeléctrica comenzó un poco más tarde que en Itaipú.⁸⁷

En México, la sequía afectó el suministro de agua en una de las mayores regiones metropolitanas, Monterrey, y dos de las tres presas que abastecen de agua a la ciudad, La Boca y Cerro Prieto, alcanzaron niveles extremadamente bajos, con un 13 % y un 7 % de su capacidad total, respectivamente. En Costa Rica, la sequía afectó el suministro de agua potable en las regiones del Pacífico Norte y del centro del país.

Mejora de las políticas de adaptación y resiliencia al clima

En el contexto de la labor de mitigación del cambio climático y adaptación a este, las partes en el Acuerdo de París de la región de América Latina y el Caribe han presentado ambiciosas contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN). Hasta febrero de 2023, un total de 30 partes procedentes de dicha región presentaron sus CDN y el 93 % de ellas han presentado CDN actualizadas.

ACTUALIZACIÓN DE LAS PRIORIDADES SECTORIALES DE LA REGIÓN

La mayoría de las partes en el Acuerdo de París de la región de América Latina y el Caribe han intensificado su labor en materia de adaptación y han establecido prioridades y objetivos claros. Las principales esferas prioritarias para la adaptación en la región son la agricultura y la seguridad alimentaria, el agua, la salud y los ecosistemas (figura 13). Las principales esferas prioritarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la región son la energía; el transporte, y el uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura.

FORTECIMIENTO DEL PAPEL DE LOS SERVICIOS METEOROLÓGICOS E HIDROLÓGICOS NACIONALES EN APOYO DE UNA AGRICULTURA RESILIENTE

El sector agrícola de América Latina y el Caribe desempeña un papel esencial en la producción de alimentos para la región y todo el planeta.⁸⁸ Sin embargo, el sector es muy vulnerable a los impactos del cambio climático. Se ha demostrado que los servicios climáticos han mejorado la producción agrícola y reducido la inseguridad alimentaria; no obstante, estos servicios siguen estando rezagados en la región.

Según los datos facilitados por los SMHN y recogidos por la OMM, el 66 % de los Miembros de América Latina y el Caribe afirmaron prestar servicios climáticos para la agricultura y la seguridad alimentaria. Sin embargo, menos del 50 % de los Miembros de la OMM declararon proporcionar proyecciones climáticas y productos adaptados al sector (figura 14). Estos resultados demuestran que falta información de los SMHN y que hay margen de mejora con respecto al potencial de apoyo a las decisiones fundamentadas en información climática. Es imperativo subsanar esa falta de información, ya que en las contribuciones determinadas a nivel nacional de América Latina y el Caribe se pone de relieve la importancia de la agricultura para promover el desarrollo económico y rural, el empleo y la seguridad alimentaria en la región.

Según se indica en la contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del IPCC,⁸⁹ existe un alto nivel de confianza en que aumente la severidad e intensidad de las sequías y en que disminuya la humedad del suelo en el suroeste de América del Sur, el suroeste de América del Norte, América Central

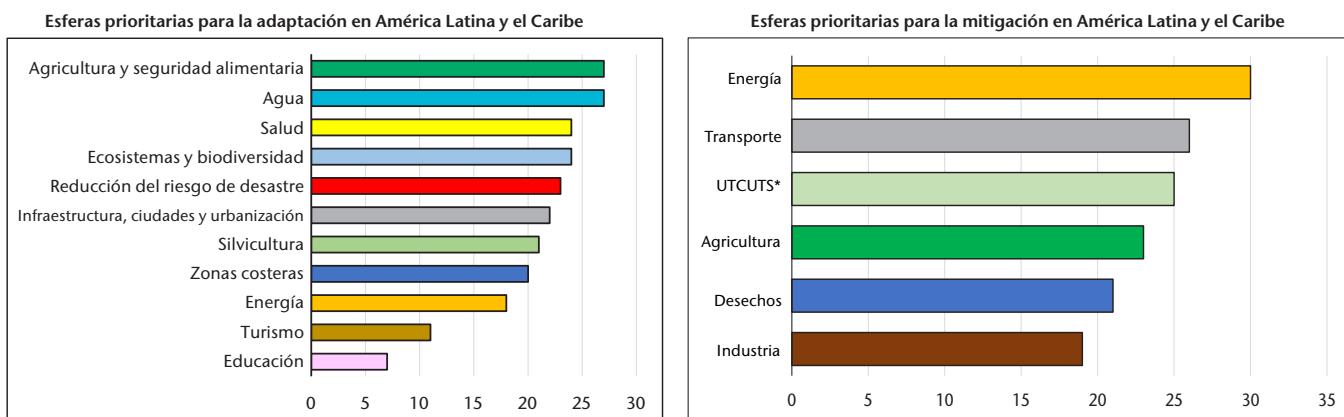


Figura 13. Esferas prioritarias para la adaptación (izquierda) y para la mitigación (derecha) en América Latina y el Caribe.

Fuente: análisis realizado por la Organización Meteorológica Mundial en 2023 de las contribuciones determinadas a nivel nacional de 30 partes en el Acuerdo de París de América Latina y el Caribe presentadas desde 2016 hasta febrero de 2023.

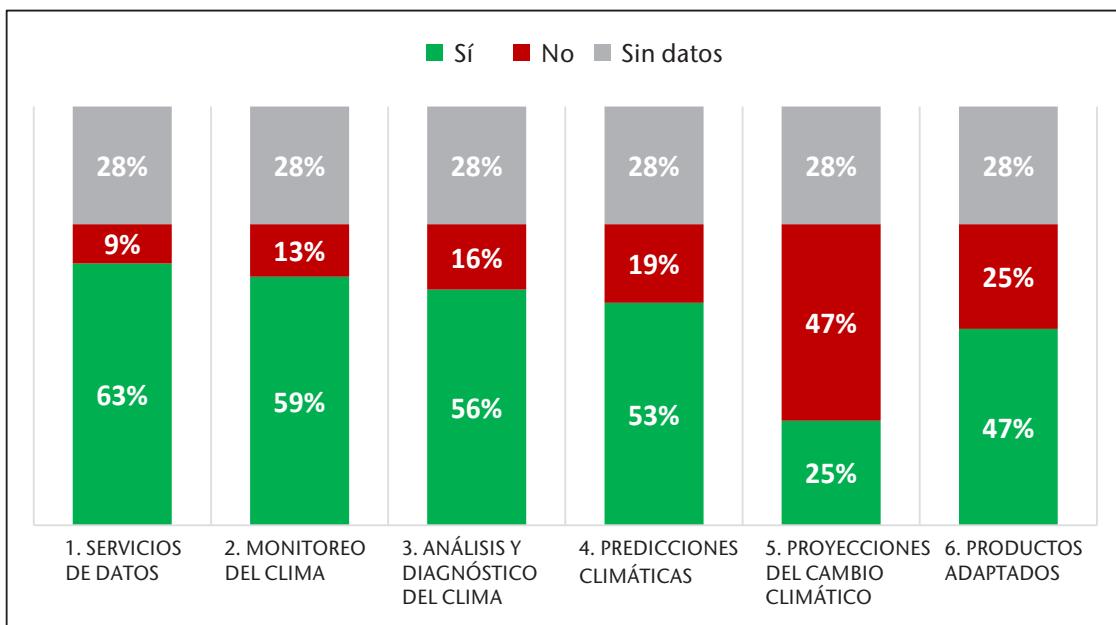


Figura 14. Porcentaje de Servicios Meteorológicos de América Latina y el Caribe que prestan servicios climáticos al sector de la agricultura y la seguridad alimentaria, por tipo de producto.

Fuente: datos de la lista de verificación para la prestación de servicios climáticos de la Organización Meteorológica Mundial.

y la cuenca del Amazonas. Se prevé que estas regiones se volverán más secas debido tanto a la reducción de las precipitaciones como al aumento de la demanda de evaporación.

Los SMHN y los Centros Regionales sobre el Clima (CRC) de la región tienen un papel destacado en el suministro de datos históricos e información sobre predicción para la preparación temprana y la planificación futura de las actividades agrícolas. Sus funciones en ese contexto comprenden:

- 1) proporcionar series temporales a largo plazo para analizar las tendencias y los valores extremos asociados a la frecuencia, intensidad y duración de las sequías. La prestación de estos datos facilitará la determinación de los riesgos e índices de sequía en apoyo de decisiones fundamentadas para la adaptación;⁹⁰
- 2) proporcionar predicciones estacionales y organizar Foros Regionales sobre la Evolución Probable del Clima;
- 3) reforzar los productos de los CRC, en particular, mejorar las proyecciones climáticas a escala reducida;
- 4) implantar sistemas de vigilancia climática con el objetivo de mejorar la toma de decisiones y las contramedidas basadas en la ciencia frente a fenómenos meteorológicos y climáticos extremos y estados del clima anómalos.⁹¹

MEJORA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA SOBRE PELIGROS MÚLTIPLES, LA POLÍTICA CLIMÁTICA Y LOS SERVICIOS CLIMÁTICOS

Con arreglo a la definición de la Asamblea General de las Naciones unidas, los sistemas de alerta temprana de peligros múltiples abordan varios peligros o impactos de tipos similares o diferentes en contextos en los que los sucesos peligrosos pueden producirse de uno en uno, simultáneamente, en cascada o de forma acumulativa con el tiempo, y teniendo en cuenta los posibles efectos relacionados entre sí. Un sistema de

alerta temprana de peligros múltiples con capacidad para advertir de uno o más peligros aumenta la eficiencia y coherencia de las alertas mediante mecanismos y capacidades coordinados y compatibles, en los que intervienen múltiples disciplinas para una identificación de peligros actualizada y exacta y para la vigilancia de peligros múltiples.⁹² La región de América Latina y el Caribe hace frente a dificultades considerables en materia de alerta temprana. Por ejemplo, en América del Sur, solo el 60 % de las personas están cubiertas por sistemas de alerta temprana de peligros múltiples, según los datos disponibles correspondientes a 2020 de nueve países, que representan el 75 % del total. En un taller de la OMM sobre servicios de predicción y alerta basados en los impactos que se celebró en 2018 se determinaron las deficiencias en relación con la necesidad de unos intercambios multidisciplinares más eficaces entre productores y usuarios y una mejor comunicación con los medios y el público.

En la región de América Latina y el Caribe, la expansión de la urbanización hacia las colinas y las zonas de riesgo de laderas pronunciadas de las ciudades ha aumentado el riesgo de peligros hidrometeorológicos como los deslizamientos de tierra. Por tanto, es esencial instruir a las instancias decisorias, a la población y a las organizaciones no gubernamentales pertinentes sobre los riesgos mortales de los desastres relacionados con el clima y reforzar la percepción pública de la necesidad de reaccionar ante las alertas y avisos de peligros naturales emitidos por las instituciones nacionales. El objetivo último es que las responsabilidades, las funciones y los comportamientos estén bien descritos y se den a conocer a todas las personas implicadas en la identificación y el análisis de los riesgos relacionados con fenómenos meteorológicos, hidrológicos y climáticos extremos, así como a los proveedores y receptores de alertas tempranas.⁹³ Esta labor educativa debe ser una parte integrada y sostenida de un sistema eficaz y proactivo de alerta temprana de peligros múltiples.

A pesar de que en la mayoría de las contribuciones determinadas a nivel nacional de las partes en el Acuerdo de París los servicios climáticos figuran como requisito para gestionar los riesgos climáticos de los sectores sensibles al clima, los datos de la OMM indican que la prestación de servicios climáticos en la región es deficiente. De hecho, un Miembro de la OMM de la región de América Latina y el Caribe tiene un nivel de capacidad inferior al básico para prestar servicios climáticos, seis tienen un nivel básico y 10 solo tienen un nivel de capacidad esencial. Siete Miembros de la OMM cuentan con categorías de capacidad plena o avanzada, mientras que ocho Miembros no comunican ningún tipo de información sobre servicios climáticos (figura 15). En 2022, la situación fue la misma que en 2021: 9 de los 19 Miembros de la región de los que se dispone de datos indicaron que su nivel de capacidad para proporcionar servicios de predicción y alerta de sequía de extremo a extremo era inadecuado.

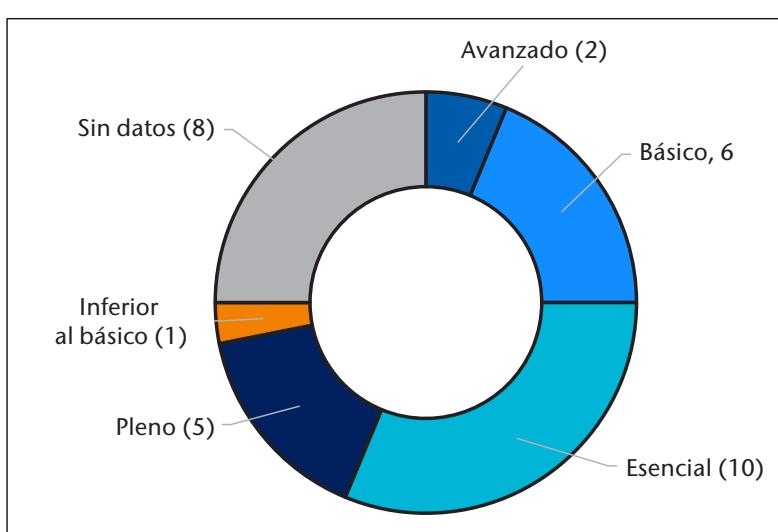


Figura 15. Visión general de las prioridades de la política climática y de la capacidad relativa a los servicios climáticos y a los sistemas de alerta temprana en América Latina y el Caribe: nivel de capacidad para la prestación de servicios climáticos.

Fuente: datos de la lista de verificación para la prestación de servicios climáticos de la Organización Meteorológica Mundial.

Las instituciones que se ocupan de la evaluación y mitigación del cambio climático, así como de la adaptación a este, a escala nacional y regional deben intensificar sus medidas de comunicación con los gobiernos nacionales. En concreto, hay que ayudar a la toma de decisiones demostrando los costos y beneficios de reforzar los sistemas de alerta temprana de peligros múltiples y los servicios climáticos para la adaptación al clima.

Los sistemas de alerta temprana de peligros múltiples de extremo a extremo y las inversiones sostenibles requieren diversos componentes, entre ellos, soluciones financieras innovadoras, para reducir el impacto de los desastres meteorológicos y climáticos y lograr que todos los habitantes de la Tierra estén protegidos por sistemas de alerta temprana de aquí a finales de 2027. La colaboración entre los actores clave para garantizar la movilización de recursos a nivel nacional e internacional es esencial para promover los sistemas de alerta temprana de peligros múltiples, incluida la facilitación de fondos a través de mecanismos internacionales para la adaptación al clima. Estas inversiones en dichos sistemas, servicios climáticos e infraestructuras conexas y componentes organizativos son esenciales para prepararse mejor para hacer frente al aumento de la frecuencia y la intensidad de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, que están afectando gravemente a las poblaciones y las economías, especialmente en los países menos desarrollados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, donde la vulnerabilidad y la exposición de la población y las economías a estos fenómenos van en aumento.

POTENCIACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES PARA UN DESARROLLO RESILIENTE Y SOSTENIBLE

América Latina y el Caribe es la región con mayor proporción de energías renovables modernas en el consumo total de energía final, debido principalmente a su potencial hidroeléctrico.⁹⁴ En América Latina, la energía hidroeléctrica es la principal fuente de generación de electricidad en la mayoría de los países y representa el 45 % del suministro total de electricidad de la región. Los países de la región intensificaron sus medidas para reducir las emisiones a partir de 2015. Gracias a ello, la capacidad en energías renovables de la región aumentó un 33 % entre 2015 y 2020; no obstante, esa capacidad debe incrementarse a un ritmo mayor.⁹⁵ Se espera que de 2020 a 2030 la demanda de electricidad aumente un 48 %, impulsada por el crecimiento económico y demográfico.⁹⁶ Esto equivale a una tasa media anual de alrededor del 3,9 % (frente a una tasa del 2,3 % en el período de 2010 a 2019). Según la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), la región cuenta con algunos de los mercados de energías renovables más dinámicos del mundo, gracias al papel histórico de la energía hidroeléctrica y los biocombustibles líquidos, impulsados

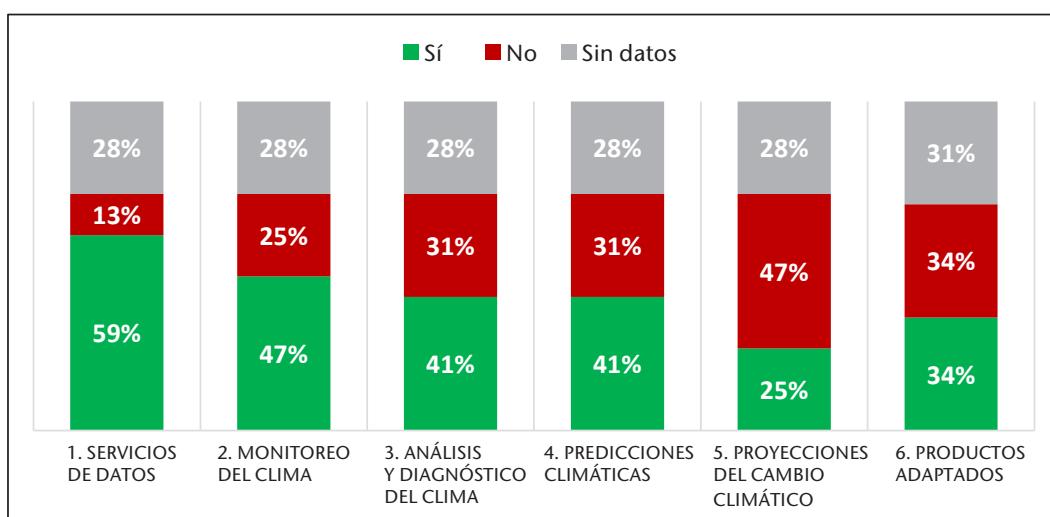


Figura 16. Porcentaje de Servicios Meteorológicos de América Latina y el Caribe que prestan servicios climáticos al sector de la energía, por tipo de producto.

Fuente: datos de la lista de verificación para la prestación de servicios climáticos de la Organización Meteorológica Mundial.

por la temprana determinación del Brasil de diversificar su gama de combustibles para el transporte.⁹⁷ No obstante, también existe potencial para aprovechar los recursos solares y eólicos de la región, que en 2020 solo representaban el 16 % de la generación total de energías renovables, según IRENA.⁹⁸ La región de América Latina y el Caribe no alcanzará las emisiones netas cero en 2050 si no se producen cambios significativos en la combinación de fuentes de energía y en los planes de expansión.

MEJORA DE LOS SERVICIOS CLIMÁTICOS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA HACIA EMISIONES NETAS CERO

Los servicios climáticos desempeñan un papel clave en la transición energética mundial para alcanzar las emisiones netas cero. Los servicios climáticos son esenciales para las energías renovables, por ejemplo, para la selección de emplazamientos, la evaluación y financiación de recursos, la explotación, el mantenimiento y la gestión de sistemas energéticos, la integración de la electricidad en la red y la evaluación del impacto de los sistemas energéticos. Los servicios climáticos son necesarios para que los sistemas energéticos sean resilientes frente a las perturbaciones relacionadas con el clima y para fundamentar las medidas destinadas a aumentar la eficiencia energética. Las evaluaciones de los riesgos relativas a la planificación ante los fenómenos extremos que afectan a la oferta y la demanda de energía y las alertas tempranas relacionadas con estos fenómenos pueden ayudar a la industria a anticiparse a los impactos adversos, absorberlos y adaptarse a ellos, así también como a recuperarse.

Según los datos proporcionados por los SMHN y recopilados por la OMM, el 59 % de los Miembros de América Latina y el Caribe afirmaron que prestaban servicios de datos climáticos al sector energético y menos del 40 % indicaron que proporcionaban al sector proyecciones climáticas y productos adaptados (figura 16). Los resultados ponen de relieve el potencial sin explotar de los SMHN para contribuir a la transición energética y el reto que supone atender las necesidades emergentes del sector en esta región.

Conjunto de datos y metodología

TEMPERATURA

En el cálculo de la temperatura regional se utilizaron seis conjuntos de datos (indicados a continuación). Las anomalías de la temperatura media regional se calcularon con respecto a los períodos de referencia de 1961 a 1990 y de 1991 a 2020 utilizando los siguientes pasos:

1. leer el conjunto de datos reticulares;
2. reajustar los datos a una resolución de 1° de latitud $\times 1^{\circ}$ de longitud. Si los datos reticulares son de mayor resolución, calcúlese la media de las cuadrículas en cada cuadrícula de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. Si los datos reticulares son de menor resolución, cópiese el valor de la cuadrícula de baja resolución en cada cuadrícula de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ que corresponda a cuadrículas de baja resolución;
3. para cada mes, calcular el promedio de zona regional utilizando solo las cuadrículas de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ cuyos centros se sitúen sobre tierra en la región;
4. para cada año, calcular la media de los promedios de zona mensuales para obtener un promedio de zona anual;
5. calcular la media de los promedios de zona anuales durante los períodos de 1961 a 1990 y de 1991 a 2020;
6. restar el promedio del período de 30 años de cada año para obtener las anomalías relativas a ese período de referencia.

Se utilizaron los seis conjuntos de datos siguientes:

Berkeley Earth – Rohde, R. A.; Hausfather, Z. "The Berkeley Earth Land/Ocean Temperature Record". *Earth System Science Data* **2020**, vol. 12, págs. 3469 a 3479. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3469-2020>. Los datos pueden consultarse [aquí](#).

ERA5 – Hersbach, H.; Bell, B.; Berrisford, P. y otros. "The ERA5 Global Reanalysis". *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **2020**, vol. 146, núm. 730, págs. 1999 a 2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>. Los datos pueden consultarse [aquí](#).

GISTEMP v4 – Equipo GISTEMP, 2022: GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP), version 4. Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA, <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>. Lenssen, N.; Schmidt, G.; Hansen, J. y otros. "Improvements in the GISTEMP Uncertainty Model". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 2019, vol. 124, núm. 12, págs. 6307 a 6326. <https://doi.org/10.1029/2018JD029522>. Los datos pueden consultarse [aquí](#).

HadCRUT5.0.1.0 – Morice, C. P.; Kennedy, J. J.; Rayner, N. A. y otros. "An Updated Assessment of Near-Surface Temperature Change From 1850: The HadCRUT5 Data Set". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* **2021**, vol. 126, núm. 3, e2019JD032361. <https://doi.org/10.1029/2019JD032361>. Los datos pueden consultarse [aquí](#).

JRA55 – Kobayashi, S.; Ota, Y.; Harada, Y. y otros. "The JRA55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics". *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II* **2015**, vol. 93, núm. 1, págs. 5 a 48. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2015-001>. Los datos pueden consultarse [aquí](#).

NOAAGlobalTemp v5 – Zhang, H-M.; Huang, B.; Lawrimore, J. y otros. NOAA Global Surface Temperature Dataset (NOAAGlobalTemp), versión 5.0. NOAA National Centers for Environmental Information. doi: 10.25921/9qth-2p70. Huang, B.; Menne, M. J.; Boyer, T. y otros. "Uncertainty Estimates for Sea Surface Temperature and Land Surface Air Temperature in NOAAGlobalTemp Version 5". *Journal of Climate* **2020**, vol. 33, núm. 4, págs. 1351 a 1379. <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/33/4/jcli-d-19-0395.1.xml>. Los datos pueden consultarse [aquí](#). También se emplearon datos *in situ* de temperatura procedentes de los SMHN.

PRECIPITACIÓN

Se emplearon datos *in situ* de precipitación procedentes de los SMHN.

GLACIARES

Los datos del balance de masas de los glaciares relativos a 22 glaciares monitorizados en los Andes proceden del Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares (WGMS), <https://www.wgms.ch>.

TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

El CIIFEN procesó las anomalías de la temperatura superficial del mar a partir de datos del Sistema Mundial de Asimilación de Datos Oceánicos (GODAS) de los Centros Nacionales de Predicción del Medioambiente (NCEP) de la NOAA.

NIVEL DEL MAR

Las tendencias regionales del nivel del mar se basan en datos altimétricos reticulares del Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S) promediados desde 50 km mar adentro hasta la costa por el Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (LEGOS).

SEQUÍA

El índice integrado de sequía se basa en los datos del índice normalizado de precipitación calculados a partir de la base de datos Grupo de Peligros Climáticos de Precipitación por Infrarrojo con Datos de Estaciones (CHIRPS) y del índice de salud de la vegetación del Centro de Investigaciones y Aplicaciones Satelitales (STAR) de la NOAA.

El Centro de Monitoreo de la Sequía de los Estados Unidos (USDM) también proporcionó datos sobre sequías <https://droughtmonitor.unl.edu/>.

INCENDIOS FORESTALES

Los datos sobre las zonas quemadas en el Pantanal proceden de imágenes satelitales de la NASA (NPP-VIIRS) procesadas por el sistema de aviso ALARMES del Laboratorio de Aplicaciones Satelitales Ambientales (LASA-UFRJ).

Los datos de incendios activos en América del Sur proceden de imágenes satelitales de la NASA (MODIS-AQUA) procesadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil.

Los datos sobre las emisiones de carbono provocadas por los incendios forestales proceden del análisis del Sistema Mundial de Asimilación de Datos sobre Incendios (GFAS) del Servicio de Vigilancia Atmosférica de Copernicus (SVAC).

También se utilizaron datos del Sistema de Evaluación y Asesoramiento para Avisos de Incendios de Vegetación y Contaminación por Humo de la OMM.

OLAS DE FRÍO

Se emplearon datos *in situ* de los SMHN.

BASE DE DATOS INTERNACIONAL DE DESASTRES

La Base de Datos Internacional de Desastres (EM-DAT) es una base de datos mundial sobre desastres naturales y provocados por la tecnología que contiene datos básicos esenciales sobre la ocurrencia y los efectos de más de 21 000 desastres en todo el mundo, desde 1900 hasta la actualidad. El mantenimiento de la EM-DAT corre a cargo del Centro de Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED) de la Facultad de Salud Pública de la Universidad Católica de Lovaina, sita en Bruselas (Bélgica).

Los indicadores utilizados para la mortalidad, el número de personas afectadas y los daños económicos son el total de muertes, el número de afectados y el total de daños (en miles de dólares de los Estados Unidos), respectivamente.

SERVICIOS CLIMÁTICOS

[*2022 State of Climate Services: Energy*](#) (WMO-No. 1301). (Estado de los servicios climáticos en 2022: la energía).

[*2020 State of Climate Services: Risk Information and Early Warning Systems*](#) (WMO-No. 1252). (Estado de los servicios climáticos en 2020: información sobre riesgos y sistemas de alerta temprana).

Análisis de la OMM de las contribuciones determinadas a nivel nacional de las partes en el Acuerdo de París, complementado con el informe de síntesis de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): [*Nationally Determined Contributions Under the Paris Agreement: Synthesis Report by the Secretariat*](#).

Lista de verificación para la prestación de servicios climáticos ([*tablero sobre los servicios climáticos*](#)).

Lista de colaboradores

SERVICIOS METEOROLÓGICOS E HIDROLÓGICOS NACIONALES

Servicios Meteorológicos de Antigua y Barbuda; Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Argentina; Departamento de Meteorología de las Bahamas; Servicios Meteorológicos de Barbados; Servicio Meteorológico Nacional, Belice; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Bolivia (Estado Plurinacional de); Instituto Nacional de Meteorología (INMET), Brasil; Dirección Meteorológica de Chile (DMC); Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Colombia; Instituto Meteorológico Nacional (IMN), Costa Rica; Departamento Meteorológico de Curasao; Servicio Meteorológico de Dominica; Oficina Nacional de Meteorología, República Dominicana; Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Ecuador; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), El Salvador; Servicio Meteorológico Nacional de Francia (Météo-France); Servicio Meteorológico de Granada; Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), Guatemala; Servicio Hidrometeorológico, Guyana; Centro de Estudios Atmosféricos, Oceanográficos y Sísmicos (CENAOS), Honduras; Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), México; Dirección General de Meteorología, Nicaragua; Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá (IMHPA); Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), Paraguay; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Perú; Servicio Meteorológico de Santa Lucía; Departamento Meteorológico de San Martín; Servicio Meteorológico de Suriname; Servicio Meteorológico de Trinidad y Tabago; Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), Estados Unidos de América; Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET), Uruguay; Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), Venezuela (República Bolivariana de).

ORGANIZACIONES

Instituto de Meteorología e Hidrología del Caribe (IMHC); Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales (CEMADEN), Brasil; Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), Brasil; Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S); Equipo de Expertos sobre Monitoreo y Evaluación del Clima (ET-CMA) de la Comisión de Aplicaciones y Servicios Meteorológicos, Climáticos, Hidrológicos y Medioambientales Conexos (SERCOM) de la OMM; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI); Instituto Internacional de Investigación sobre el Clima y la Sociedad (IRI); Centro de Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED); Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN); Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica (CRC-OSA); Centro Regional del Clima para el Sur de Sudamérica (CRC-SAS); ReliefWeb; Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA); Centro Mundial de Climatología de las Precipitaciones (GPCC); Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (LEGOS), Francia; Escuela de Ciencias de la Tierra, Energía y Ambiente, Universidad Yachay Tech (Ecuador); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, antes denominada UNISDR); Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA); Organización Meteorológica Mundial (OMM); Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares (WGMS).

COLABORADORES PARTICULARES

José A. Marengo (autor principal coordinador, CEMADEN), Rodney Martínez (autor principal, OMM), Bárbara Tapia (autora principal, OMM), José Aguilar-Manjarrez (FAO), Teddy Allen (CIMH), Abigail Alvarado (FAO), Nahuel Arenas (UNDRR), Grinia Avalos Roldán (SENAMHI-Perú), Pablo Ayala (MARN), Omar Baddour (OMM), Julián Báez (OMM), Alexander Baklanov (OMM), Rubén Basantes-Serrano (Universidad Yachay Tech), Jessica Blunden (NOAA, ET-CMA), Neila Bobb-Prescott (FAO), Anabel Castro Narciso (SENAMHI-Perú), Anny Cazenave (LEGOS), Felipe Chamizo (FAO), Kris Correa Marrou (SENAMHI-Perú), Sebastián Cortínez (FAO), Felipe Costa (CIIFEN), Ana Paula Cunha (CEMADEN), Cristina Dávila Arriaga (SENAMHI-Perú), Sarah Diouf (OMM), Danielle B. Ferreira (INMET), Francesco Gaetani (PNUMA), Yvan Gouzenes (LEGOS),

Veronica Grasso (OMM), Karina Hernández (IMN), Christopher Hewitt (OMM), John Kennedy (OMM, ET-CMA), Marion Khamis (FAO), Renata Libonati (UFRJ-IGEO, ET-CMA), Filipe Lucio (OMM), Jürg Luterbacher (OMM), Pier Maquilon (CIIFEN), Melissa Marín-Cabrera (FAO), Ana Elena Martínez (CONAGUA), Atsushi Minami (Servicio Meteorológico del Japón, ET-CMA), Jorge Molina (SENAMHI-Bolivia, Estado Plurinacional de), Johnny Mora (CIIFEN), Nakiete Msemo (OMM), Juan José Nieto (CIIFEN), Hivy Ortiz-Chour (FAO), Reynaldo Pascual (CONAGUA), Juliet Perdigón (SMN-México), María Mercedes Proano (FAO), Andrea M. Ramos (INMET), Claire Ransom (OMM), Nirina Ravalitera (OMM), Anthony Rea (OMM), Beatriz Reutter-Susaeta (FAO), Kairusam Rodríguez (FAO), Mauricio Romero (IAI), Roberto Salinas (DMH-Paraguay), Nury Sanabria (IMN), José Álvaro Silva (OMM), María de los Milagros Skansi (SMN-Argentina), José Luis Stella (ET-CMA), Anna Stewart-Ibarra (IAI), Caterina Tassone (OMM), Jair Torres (UNDRR), Blair Trewin (Oficina de Meteorología de Australia, ET-CMA), Pieter VanLierop (FAO), Claudia Villarroel (DMC-Chile) y Markus Ziese (GPCC).

Notas

- 1 Los datos proceden de los siguientes conjuntos de datos: HadCRUT5, NOAAGlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, JRA-55 y ERA5. Para más detalles sobre estos conjuntos de datos, véase el capítulo "Conjuntos de datos y métodos" en *Estado del clima mundial en 2022* (OMM-Nº 1316).
- 2 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *Estado del clima mundial en 2022* (OMM-Nº 1316). Ginebra, 2023.
- 3 <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html>.
- 4 <https://www.csiro.au/greenhouse-gases/>.
- 5 Friedlingstein, P.; O'Sullivan, M.; Jones, M. W. y otros. "Global Carbon Budget 2022". *Earth System Science Data 2022*, vol. 14, núm. 11, págs. 4811 a 4900. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>.
- 6 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Informe especial sobre los océanos y la cíosfera en un clima cambiante del IPCC*; Pörtner, H. -O.; Roberts, D. C.; Masson-Delmotte, V. y otros (eds.); Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, Estados Unidos de América, 2019. <https://www.ipcc.ch/srocc/>.
- 7 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2021: Bases físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.); Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, Estados Unidos de América, 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 8 <https://public.wmo.int/en/about-us/frequently-asked-questions/el-ni%C3%B1o-la-ni%C3%B1o>.
- 9 Organización Meteorológica Mundial (OMM): *Estado del clima en América Latina y el Caribe 2021* (WMO-No. 1295). Ginebra, 2022.
- 10 Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares (WGMS). *Fluctuations of Glaciers Database*; WGMS: Zúrich (Suiza), 2020. <https://dx.doi.org/10.5904/wgms-fog-2020-08>.
- 11 Rabatel, A.; Francou, B.; Soruco, A. y otros. "Current State of Glaciers in the Tropical Andes: a Multi-century Perspective on Glacier Evolution and Climate Change". *The Cryosphere 2013*, vol. 7, núm. 1, págs. 81 a 102. <https://doi.org/10.5194/tc-7-81-2013>.
- 12 https://wgms.ch/data/min-data-series/FoG_MB_1344.csv.
- 13 <https://blogs.agu.org/fromaglacielperspective/2022/04/01/central-andean-glaciers-laid-bare-for-last-half-of-summer-2022/>.
- 14 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2021: Bases físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.); Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, Estados Unidos de América, 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 15 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2021: Bases físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.); Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, Estados Unidos de América, 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 16 Las tendencias regionales del nivel del mar se basan en datos altimétricos del Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S) promediados desde 50 km mar adentro hasta la costa por el Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (LEGOS).
- 17 <https://climate.copernicus.eu/sea-level>.
- 18 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2021: Bases físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. y otros (eds.); Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, Estados Unidos de América, 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- 19 <https://experience.arcgis.com/experience/8a033233bd6f412c88d9ded334536528>.
- 20 <https://www.nhc.noaa.gov/climo/>.
- 21 https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL072022_Fiona.pdf.
- 22 https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL072022_Fiona.pdf.
- 23 <https://reliefweb.int/report/cuba/plan-action-united-nations-system-cuba-hurricane-ian-response-october-2022>.
- 24 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BELIZE_cop27cmp17cma4_HLS_ENG.pdf.
- 25 <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/>.
- 26 https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL022022_EP042022_Bonnie.pdf.
- 27 <https://reliefweb.int/report/el-salvador/el-salvador-tropical-storm-julia-emergency-plan-action-epoa-dref-operation-no-mdrsv015>.
- 28 <https://reliefweb.int/report/honduras/honduras-humanitarian-needs-overview-2023-september-2022>.
- 29 https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL132022_EP182022_Julia.pdf.
- 30 <https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/IFRC/FIC/Ianinarain.html>.

- 31 https://www.cdemain.org/images/2022/CDEMA_Situation_Report_3_Suriname_Flooding_June9_2022pptx.pdf.
- 32 <https://floodlist.com/america/brazil-floods-minas-gerais-january-2022>.
- 33 Alcântara, E.; Marengo, J. A.; Mantovani, J. y otros. "Deadly Disasters in Southeastern South America: Flash Floods and Landslides of February 2022 in Petrópolis, Rio de Janeiro". *Natural Hazards and Earth Systems Sciences* **2023**, vol. 23, núm. 3, págs. 1157 a 1175. <https://doi.org/10.5194/nhess-23-1157-2023>.
- 34 <https://floodlist.com/america/brazil-floods-landslides-petropolis-march-2022>.
- 35 <https://floodlist.com/america/brazil-floods-landslides-riodejaneiro-april-2022>.
- 36 Marengo, J. A.; Alcântara, E.; Cunha, A. P. y otros. "Flash Floods and Landslides in the City of Recife, Northeast Brazil after Heavy Rain on May 25–28, 2022: Causes, Impacts, and Disaster Preparedness". *Weather and Climate Extremes* **2023**, vol. 39, 100545. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100545>.
- 37 <https://floodlist.com/america/brazil-floods-rondonia-february-2022>.
- 38 <https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/IFRC/FIC/Ianinaraain.html>.
- 39 <https://reliefweb.int/report/colombia/colombia-landslides-ideam-media-echo-daily-flash-26-august-2022>.
- 40 <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=197544>.
- 41 <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=197544>.
- 42 <https://floodlist.com/america/floods-tarija-bolivia-february-2022>.
- 43 <https://www.imn.ac.cr/en/web/imn/inicio>.
- 44 <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>.
- 45 El IDI combina un índice de sequía basado en la meteorología y un índice basado en la teledetección para evaluar los episodios de sequía. Véase Cunha, A. P. M. A.; Zeri, M.; Deusdará, L. K. y otros. "Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019". *Atmosphere* **2019**, vol. 10, núm. 11, pág. 642. <https://doi.org/10.3390/atmos10110642>.
- 46 Naumann, G., Podestá, G., Marengo, J. y otros. *Extreme and Long-term Drought in the La Plata Basin: Event Evolution and Impact Assessment until September 2022 - A Joint Report from EC-JRC, CEMADEN, SISSA and WMO*; Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/62557>.
- 47 Naumann, G., Podesta, G., Marengo, J. y otros. *El episodio de sequía extrema de 2019-2021 en la Cuenca del Plata - Un informe conjunto del JRC de la Comisión Europea, el CEMADEN, el SISSA y la OMM*; Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/773>.
- 48 https://iri.columbia.edu/wp-content/uploads/2016/05/LaNina_Rainfall.pdf.
- 49 <https://reliefweb.int/report/haiti/latin-america-caribbean-weekly-situation-update-12-18-december-2022-19-december-2022>.
- 50 <https://www.senamhi.gob.bo>.
- 51 <https://www.senamhi.gob.pe>.
- 52 <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/documentoPdf/reporteEvolucionClima/reporteEvolucionClima2021.pdf>.
- 53 <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/drought/202213#usvi-pr-sect>.
- 54 <http://www.meteochile.gob.cl/PortalDMC-web/index.xhtml>.
- 55 Tong, D. Q.; Gill, T. E.; Sprigg, W. A. y otros. "Health and Safety Effects of Airborne Soil Dust in the Americas and Beyond". *Reviews of Geophysics* **2023**, vol. 61, núm. 2, e2021RG000763. <https://doi.org/10.1029/2021RG000763>.
- 56 <https://www.science.org/content/article/extreme-temperatures-major-latin-american-cities-could-be-linked-nearly-1-million>.
- 57 https://www.smn.gob.ar/sites/default/files/Oladecalor_3_enero2022.pdf.
- 58 <https://www.meteorologia.gov.py>.
- 59 <https://reliefweb.int/report/chile/chile-fires-december-2022-dref-application-mdrc015>.
- 60 <https://www.senamhi.gob.bo>.
- 61 <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-made-record-breaking-early-season-heat-in-argentina-and-paraguay-about-60-times-more-likely/>.
- 62 https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estaticas_paises/.
- 63 https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estaticas_paises/.
- 64 <https://atmosphere.copernicus.eu/south-america-sees-record-wildfire-activity-early-2022>.
- 65 Baklanov A.; Chew, B. N.; Frassoni, A. y otros. *The WMO Vegetation Fire and Smoke Pollution Advisory and Assessment System (VFSP-WAS): Concept, Current Capabilities, Research and Development Challenges and the Way Ahead*; EGU21-16504; Reuniones Copernicus, 2021. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-16504>.
- 66 <https://portal.inmet.gov.br/noticias/onda-de-frio-derruba-as-temperaturas-em-grande-parte-do-brasil>.

- 67 <https://www.senamhi.gob.bo>.
- 68 <https://gcos.wmo.int/en/publications/gcos-implementation-plan2022>.
- 69 <https://www.ocean-ops.org/>.
- 70 Formetta, G.; Feyen, L. "Empirical Evidence of Declining Global Vulnerability to Climate-Related Hazards". *Global Environmental Change* 2019, vol. 57, 101920. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.004>.
- 71 Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) - Oficina Regional para las Américas y el Caribe (ROAMC). *Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe*; UNDRR, 2021. <https://www.unrr.org/es/publication/undrr-roamc-informe-de-evaluacion-regional-sobre-el-riesgo-de-desastres-en-america>.
- 72 Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR). *Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe*; UNDRR, 2021. <https://www.unrr.org/media/76540/download?startDownload=true>.
- 73 <https://reliefweb.int/report/world/humanitarian-action-children-2023-latin-america-and-caribbean-region>.
- 74 <https://public.emdat.be/>, accessed 23 March 2023.
- 75 Países cuyos datos de 2022 figuran en la EM-DAT: Argentina, Belice, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guadalupe, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Santa Lucía, Suriname, Trinidad y Tabago, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de).
- 76 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Programa Mundial de Alimentos (PMA). *Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional - América Latina y el Caribe 2022: Hacia una mejor asequibilidad de las dietas saludables*; FAO: Santiago, 2023. <https://doi.org/10.4060/cc3859en>.
- 77 <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5932>.
- 78 <https://www.conab.gov.br>.
- 79 El Gran Chaco es una llanura transfronteriza de aproximadamente 1.1 millones de kilómetros cuadrados. Aproximadamente el 62 % de su territorio pertenece a la Argentina, el 12 %, a Bolivia, el 1 %, al Brasil, y el 25 %, al Paraguay.
- 80 Naumann, G., Podestá, G., Marengo, J. y otros. *Extreme and Long-term Drought in the La Plata Basin: Event Evolution and Impact Assessment until September 2022 - A Joint Report from EC-JRC, CEMADEN, SISSA and WMO*; Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/62557>.
- 81 Garreaud, R. D.; Boisier, J. P.; Rondanelli, R. y otros. « The Central Chile Mega Drought (2010-2018): A Climate Dynamics Perspective ». *International Journal of Climatology* 2020, vol. 40, núm. 1, págs. 421 a 439. <https://doi.org/10.1002/joc.6219>.
- 82 <https://www.telesurenglish.net/news/Chile-Decrees-Agricultural-Emergency-Due-to-Drought-20230113-0018.html>
- 83 [https://www.minagri.gob.cl/noticia/ministerio-de-agricultura-decreta-emergencia-agricola-por-efectos-de-danos-productivos-derivados-del-deficit-hidrico-que-afecta-a-la-region-de-magallanes-y-de-la-antartica-chilena/](https://www.minagri.gob.cl/noticia/ministerio-de-agricultura-decreta-emergencia-agricola-por-efectos-de-danos-productivos-derivados-del-deficit-hidrico-que-afecta-a-la-region-de-magallanes-y-de-la-antartica-chilena-ministerio-de-agricultura-decreta-emergencia-agricola-por-efectos-de-danos-productivos-derivados-del-deficit-hidrico-que-afecta-a-la-region-de-magallanes-y-de-la-antartica-chilena/).
- 84 La segunda temporada, o temporada postrera, es la temporada agrícola en América Central que generalmente es favorable de agosto a octubre, con precipitaciones superiores a la media que permiten un buen desarrollo de los cultivos.
- 85 www.cropmonitor.org, Crop Monitor Early Warning, núm. 78, diciembre de 2022.
- 86 Naumann, G., Podestá, G., Marengo, J. y otros. *Extreme and Long-term Drought in the La Plata Basin: Event Evolution and Impact Assessment until September 2022 - A Joint Report from EC-JRC, CEMADEN, SISSA and WMO*; Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/62557>.
- 87 Naumann, G., Podestá, G., Marengo, J. y otros. *Extreme and Long-term Drought in the La Plata Basin: Event Evolution and Impact Assessment until September 2022 - A Joint Report from EC-JRC, CEMADEN, SISSA and WMO*; Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/62557>.
- 88 Naumann, G., Podestá, G., Marengo, J. y otros. *Extreme and Long-term Drought in the La Plata Basin: Event Evolution and Impact Assessment until September 2022 - A Joint Report from EC-JRC, CEMADEN, SISSA and WMO*; Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/62557>.
- 89 <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2020/11/12/agriculture-food-systems-latin-america-caribbean-changes>.
- 90 Castellanos, E.; Lemos, M. F.; Astigarraga, L. y otros . "Central and South America". En: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Pörtner, H. -O.; Roberts, D. C.; Tignor, M. y otros (eds.);

- Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, Estados Unidos de América, 2022.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter12.pdf.
- 91 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *Guidelines on Analysis of Extremes in a Changing Climate in Support of Informed Decisions for Adaptation* (WMO/TD-No. 1500). WCDMP-No. 72. Ginebra, 2009.
- 92 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *Diretrices para la implementación de avisos climáticos* (OMM-Nº 1299). Ginebra, 2022.
- 93 Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres, <https://digitallibrary.un.org/record/852089?ln=en>.
- 94 En el Brasil, el Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales, dependiente del Ministerio de Ciencia, se encarga de monitorear y emitir alertas y avisos tempranos para varios niveles de riesgo de deslizamientos de tierra, crecidas y crecidas repentinas (www.cemaden.gov.br). Estas alertas se envían en tiempo real a las oficinas de Protección Civil y a los municipios. A partir de estas alertas, las autoridades informan a la población de posibles episodios próximos por teléfono móvil (SMS), radio, televisión o incluso desplegando vehículos equipados con altavoces.
- 95 Organización Meteorológica Mundial (OMM). *2022 State of Climate Services: Energy* (WMO-No. 1301). Ginebra, 2022.
- 96 <https://hubenergia.org/en/indicators/power-generation-capacity-and-consumption>.
- 97 <https://publications.iadb.org/es/la-ruta-energetica-de-america-latina-y-el-caribe>.
- 98 Análisis del mercado de energías renovables: América Latina.
- 99 Estadísticas de capacidad renovable 2021.



BERKELEY EARTH.



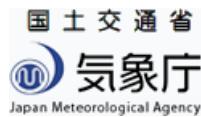
Climate
Change Service
climate.copernicus.eu



Centro Nacional de Monitoreo
e Alertas de Desastres Naturais



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



國土交通省
気象庁
Japan Meteorological Agency



wgms
+ + + +



UN
environment
programme

UNDRR
UN Office for Disaster Risk Reduction



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL

Para más información, diríjase a:

Organización Meteorológica Mundial

7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300 – CH 1211 Ginebra 2 – Suiza

Oficina de Comunicaciones Estratégicas

Tel.: +41 (0) 22 730 83 14 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

Email: cpa@wmo.int