

El estado del clima en América Latina y el Caribe

2020



TIEMPO CLIMA AGUA



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL

OMM-Nº 1272

OMM-N° 1272

© Organización Meteorológica Mundial, 2021

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 Genève 2, Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Fax: +41 (0) 22 730 81 17
Correo electrónico: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-31272-3

Cover illustration: Mangroves in Los Haitises National Park (Dominican Republic): **Anton Bielousov**; Wildfires Brazil: **Christian Braga**; Hurricane Iota: **NOAA**; Perito Moreno Glacier in Argentina: **AdobeStock** (264550963)

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 clave	2
Prefacio	3
Sinopsis	4
Contexto climático mundial en 2020	5
Temperatura	5
Concentraciones de gases de efecto invernadero	5
América Latina y el Caribe	6
Temperatura	6
Precipitación	8
Glaciares	10
Océanos	11
Condicionantes climáticos fundamentales	14
Fenómenos extremos	15
Ciclones tropicales	15
Sequía	15
Olas de calor e incendios forestales	18
Olas de frío	19
Precipitación intensa e inundaciones conexas	20
Impactos y riesgos relacionados con el clima	21
Impactos sectoriales	21
Impactos en la agricultura y los recursos hídricos	21
Impactos en los servicios forestales y ecosistémicos	22
Impactos en el desarrollo socioeconómico, la infraestructura y los desplazamientos	24
Impactos en las islas pequeñas y zonas de baja altitud	25
Acidificación del océano e impactos en los arrecifes de coral	25
Riesgos asociados a los fenómenos extremos	26
Mejora de las políticas de adaptación y resiliencia al clima	29
Adaptación basada en el ecosistema	29
Mejora de los sistemas de información sobre riesgos múltiples y los servicios climáticos	29
Lecturas adicionales	31
Lista de colaboradores	32

Mensajes clave



El año 2020 fue uno de los tres años más cálidos de que se tiene constancia en México/América Central y el Caribe y el segundo año más cálido en América del Sur. Las temperaturas se situaron 1 °C, 0,8 °C y 0,6 °C por encima de la media de 1981-2010, respectivamente.



En los Andes chilenos y argentinos, los glaciares han retrocedido durante las últimas décadas. La pérdida de masa de hielo se ha acelerado desde 2010, en consonancia con un aumento de las temperaturas estacionales y anuales y una reducción considerable de las precipitaciones anuales en la región.



La intensa sequía en el sur de la Amazonia y el Pantanal fue la más grave de los últimos 60 años, y 2020 superó a 2019 para convertirse en el año con mayor actividad de incendios en el sur de la Amazonia.



La sequía generalizada en toda la región de América Latina y el Caribe ha tenido un impacto considerable en las rutas de navegación interior, en el rendimiento de los cultivos y en la producción de alimentos, agravando la inseguridad alimentaria en muchas zonas. Los déficits de precipitación son especialmente adversos en la región del Caribe, que presenta una alta vulnerabilidad a la sequía, y varios de sus territorios figuran en la lista mundial de países con mayor estrés hídrico, con menos de 1 000 m³ de recursos de agua dulce per cápita.



Los huracanes Eta e Iota alcanzaron una intensidad de categoría 4 y tocaron tierra en la misma región en rápida sucesión; siguieron trayectorias idénticas por Nicaragua y Honduras, afectando a las mismas zonas y agravando los impactos conexos.



La vida marina, los ecosistemas de litoral y las comunidades humanas que dependen de ellos, en particular en los pequeños Estados insulares en desarrollo, se enfrentan a las crecientes amenazas derivadas de la acidificación de los océanos, el aumento de nivel del mar, el calentamiento de los océanos y una mayor intensidad y frecuencia de las tormentas tropicales.



Las medidas de adaptación, en particular los sistemas de alerta temprana multirriesgos, no están lo suficientemente desarrolladas en la región de América Latina y el Caribe. El apoyo de los gobiernos y de la comunidad científica y tecnológica es fundamental para reforzar su desarrollo, así como para mejorar la recopilación y el almacenamiento de datos e integrar firmemente la información sobre el riesgo de desastres en la planificación del desarrollo. Es fundamental contar con un apoyo financiero sólido para lograr este resultado.



Prefacio



El informe titulado El estado del clima en América Latina y el Caribe en 2020 es el primer informe que se publica de este tipo, bajo los auspicios de la Asociación Regional para América del Sur y la Asociación Regional para América del Norte, América Central y el Caribe de la OMM. El informe se centra en un conjunto de indicadores climáticos clave actualizados, tendencias climáticas y fenómenos meteorológicos y climáticos extremos que se registraron en 2020. El informe pretende proporcionar conocimientos con fundamento científico que puedan contribuir a la toma de decisiones en materia de mitigación del cambio climático y adaptación a él.

En el presente informe se destacan el aumento de las temperaturas, el retroceso de los glaciares, el aumento del nivel del mar, la acidificación de los océanos, la decoloración de los arrecifes de coral, las olas de calor terrestres y marinas, los ciclones tropicales intensos, las inundaciones,

las sequías y los incendios forestales, que afectaron principalmente a la región en 2020 y que tuvieron impactos en las comunidades más vulnerables, entre las que se encuentran los pequeños Estados insulares en desarrollo.

Sobre la base de las investigaciones y los estudios existentes proporcionados por diversas instituciones de la región, el informe también hizo hincapié en la mejora de, entre otros ámbitos, la resiliencia climática a través de las trayectorias que se han determinado, como las respuestas basadas en los ecosistemas y la mejora de los servicios climáticos y la alerta temprana multirriesgos.

Aprovecho esta oportunidad para felicitar a todas las personas e instituciones que han contribuido a este informe y para agradecer a los organismos hermanos de las Naciones Unidas por aunar esfuerzos y presentar este informe tan ilustrativo.

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to P. Taalas, Secretary General of the OAS. The signature is stylized and fluid.

(P. Taalas)
Secretario General

Sinopsis

El estado del clima en América Latina y el Caribe en 2020 representa la primera iniciativa multiinstitucional de este tipo en la que participan los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), los Centros Regionales sobre el Clima (CRC) de la OMM, instituciones de investigación y organizaciones internacionales y regionales. Un grupo multidisciplinario de 40 expertos elaboró y revisó el presente informe mediante un proceso interactivo coordinado por las oficinas de la OMM para la Asociación Regional III y la Asociación Regional IV.

El presente informe sintetiza las tendencias y la variabilidad del clima, los fenómenos meteorológicos y climáticos de alto impacto observados, y los riesgos e impactos asociados en sectores sensibles fundamentales para el período comprendido entre enero y diciembre de 2020. El informe es fruto de una colaboración entre países y presenta información de diversas fuentes independientes para evaluar las condiciones meteorológicas, hidrológicas y climáticas de la región. También incluye análisis transfronterizos, como los de la sequía en la región del Pantanal en América del Sur y de la intensa temporada de huracanes en América Central y el Caribe y los impactos conexos. Además, el informe señala posibles ámbitos de mejora en la gestión de los riesgos y datos hidrometeorológicos y lagunas de conocimientos.

Las conclusiones que se presentan en este informe se basan en una metodología estándar para evaluar los aspectos físicos del sistema climático a partir de los datos de 1 700 estaciones meteorológicas de México, América Central y el Caribe y de los datos reticulares de América del Sur. Los datos se recopilaron gracias a un esfuerzo conjunto de los Centros Regionales sobre el Clima de la OMM. Las anomalías y los porcentajes relativos a los datos de la temperatura del aire y las precipitaciones se calcularon con respecto al período de referencia

de 1981-2010. Las instituciones nacionales e internacionales proporcionaron información y datos adicionales. En algunos casos, se obtuvo información complementaria de artículos de prensa locales y nacionales, sitios web y redes sociales.

Los fenómenos de alto impacto que afectaron a la región en 2020 ocasionaron pérdidas o daños en las infraestructuras esenciales de las comunidades y poblaciones. Entre los impactos destacados figuran la escasez de agua y energía y los desplazamientos y se vieron comprometidos la seguridad, la salud y los medios de subsistencia de la población. Hacia finales de 2020, las intensas lluvias provocaron deslizamientos de tierra, inundaciones y crecidas repentinas en zonas rurales y urbanas de América Central y del Sur. Un monzón norteamericano débil y temperaturas superficiales del mar más frías de lo normal a lo largo del Pacífico oriental asociadas a La Niña dieron lugar a una sequía en México. La devastación provocada por los huracanes Eta e Iota en Guatemala, Honduras, Nicaragua y Costa Rica, así como la intensa sequía y la inusual temporada de incendios en la región del Pantanal en el Brasil, el Estado Plurinacional de Bolivia, el Paraguay y la Argentina, demuestran la necesidad imperiosa de una colaboración operacional y científica y de un intercambio continuo de datos, con el fin de describir mejor esos fenómenos y sus impactos. Estos impactos se vieron agravados por el brote de COVID-19. De los diversos análisis que figuran en el presente informe se desprende que convendría desplegar esfuerzos de manera urgente para aumentar la resiliencia a través de medidas adecuadas de prevención y gestión de riesgos. Ello incluye el fortalecimiento de los sistemas de alerta temprana multirriesgos (MHEWS), a través de una mayor sinergia entre las distintas partes interesadas a nivel nacional e internacional, para salvar vidas y proteger bienes.

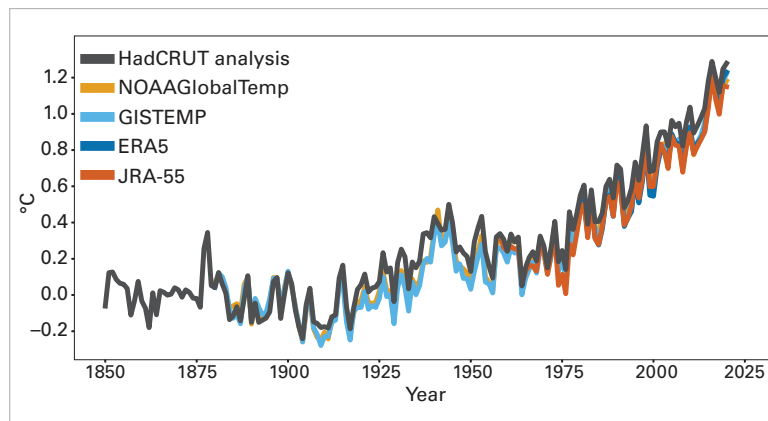
Contexto climático mundial en 2020

TEMPERATURA

La temperatura media mundial en 2020 fue una de las tres más cálidas desde el periodo de observación. Los últimos seis años, incluido 2020, han sido los seis años más cálidos de que se tiene constancia (figura 1). El aumento de las temperaturas contribuye a la expansión térmica de los océanos, al aumento de la fusión de los mantos de hielo de Groenlandia y la Antártida, al deshielo de los glaciares de montaña y a cambios en la circulación de los océanos, lo que a su vez contribuye al aumento del nivel medio del mar en el mundo. Dichos cambios en estos y otros indicadores climáticos se deben en gran medida a la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

CONCENTRACIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

A nivel mundial, las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero reflejan un balance entre las emisiones (procedentes tanto de actividades humanas como de fuentes naturales) y los sumideros en la biosfera y el océano. A pesar



de una reducción temporal de las emisiones en 2020 relacionada con las medidas adoptadas en respuesta a la COVID-19^{1,2,3,4}, la ligera disminución probable resultante en la tasa de crecimiento anual de la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera será prácticamente indistinguible de la variabilidad interanual natural ocasionada en gran medida por la biosfera terrestre. Los datos en tiempo real de determinados lugares, como Mauna Loa (Hawái) y el cabo Grim (Tasmania), indican que los niveles de CO_2 , metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) siguieron aumentando en 2020 (figura 2).

Figura 1. Diferencia de la temperatura media anual mundial respecto de las condiciones preindustriales (1850-1900) en cinco conjuntos de datos de temperaturas mundiales. Para obtener más explicaciones e información sobre los conjuntos de datos, consúltese el documento *State of the Global Climate 2020* (WMO-No. 1264) (Estado del clima mundial en 2020). Fuente: Servicio Meteorológico del Reino Unido.

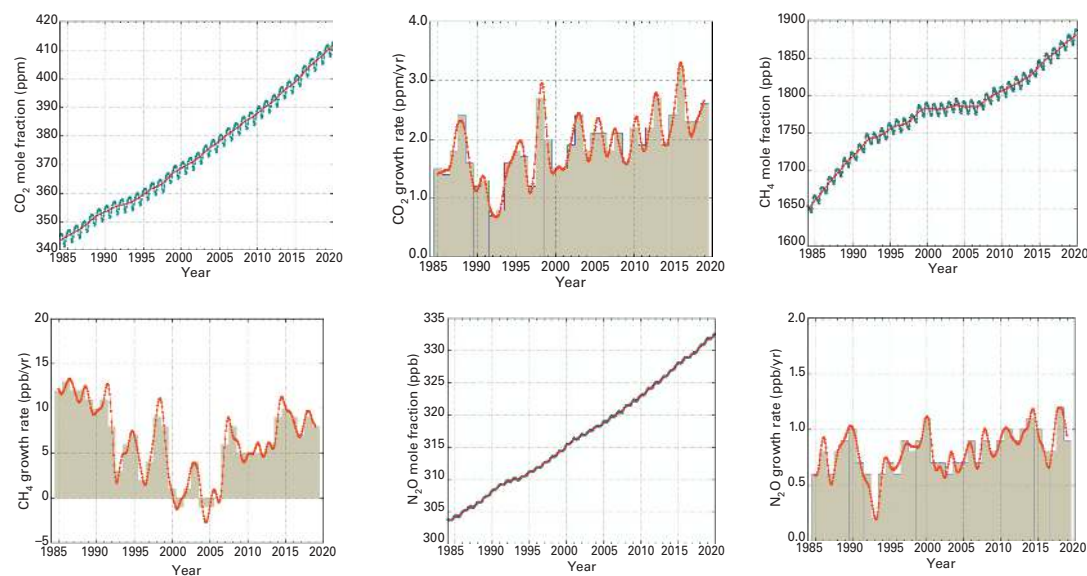


Figura 2. Fila superior: Promedios mundiales de la fracción molar (unidad que mide la concentración), de 1984 a 2019, del CO_2 en ppm (izquierda), del CH_4 en ppmm (centro) y del N_2O en ppmm (derecha). La línea roja corresponde al promedio mensual de la fracción molar que resulta de suprimir las variaciones estacionales; la línea y los puntos azules representan los promedios mensuales. Fila inferior: Los índices de incremento que plasman el aumento de las medias anuales sucesivas de las fracciones molares aparecen representados en columnas grises para el CO_2 , en ppm por año (izquierda), para el CH_4 , en ppmm por año (centro), y para el N_2O , en ppmm por año (derecha). Fuente: VAG de la OMM.

¹ Liu, Z. y otros, 2020: Near-real-time monitoring of global CO_2 emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic. *Nature Communications*, 11(1): 5172, <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18922-7>.

² Le Quéré, C. y otros, 2020: Temporary reduction in daily global CO_2 emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nature Climate Change*, 10: 647–653, <https://www.nature.com/articles/s41558-020-0797-x>.

³ Friedlingstein, P. y otros, 2020: Global Carbon Budget 2020. *Earth System Science Data*, 12(4): 3269–3340, <https://doi.org/10.5194/essd-12-3269-2020>.

⁴ Proyecto Carbono Global, 2020: An annual update of the global carbon budget and trends, <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget>.

América Latina y el Caribe

TEMPERATURA

El año 2020 fue uno de los tres años más cálidos de que se tiene constancia en el Caribe y México/América Central, con una anomalía de la temperatura media de +0,8 °C y +1,0 °C, respectivamente, con respecto a la temperatura media del período 1981-2010. En América del Sur, el año 2020 fue el segundo año más cálido del que se tiene constancia después de 2016, con una anomalía de +0,6 °C con respecto a 1981-2010 (figura 3).

En casi todas las islas del Caribe se registraron temperaturas más cálidas que la media, especialmente en las Bahamas, Belice, las Islas Caimán, Cuba, la Guayana Francesa, Jamaica, Puerto Rico,

las Islas Vírgenes de los Estados Unidos y la mitad sur de las Antillas Menores (Foro sobre la Evolución Probable del Clima en el Caribe). A lo largo de 2020, las temperaturas medias mensuales también fueron superiores a las normales en casi toda la región del Caribe. Además, en la mayor parte de México y América Central hubo temperaturas medias superiores a las normales para ese año.

Se registraron temperaturas por debajo de lo normal en algunas zonas de América Central, el sur de Belice, el este de Costa Rica, el sur de El Salvador y el noreste de Nicaragua, así como en México, principalmente en el oeste.

ANOMALÍAS DE LAS TEMPERATURAS REGIONALES

Caribe

En Aruba, Dominica y algunos lugares de otros cuatro países insulares 2020 fue el año más cálido del que se tiene constancia. Además, se registró un elevado número de días cálidos (es decir, días con una temperatura máxima superior al percentil 90 del período 1985-2014) en los tres países/territorios insulares. En 2020, las temperaturas medias en Granada, Saint Kitts y Nevis y algunos lugares de Guyana, Jamaica, Martinica, Puerto Rico y Santa Lucía fueron las más altas jamás registradas.

En 2020 se superaron varios registros máximos mensuales de calor en el Caribe. Dominica, Granada y Puerto Rico superaron sus registros máximos nacionales/territoriales de temperatura en septiembre. La temperatura máxima media mensual histórica más alta también se observó en septiembre, en Aruba, Santa Lucía y al menos en un lugar de Martinica.

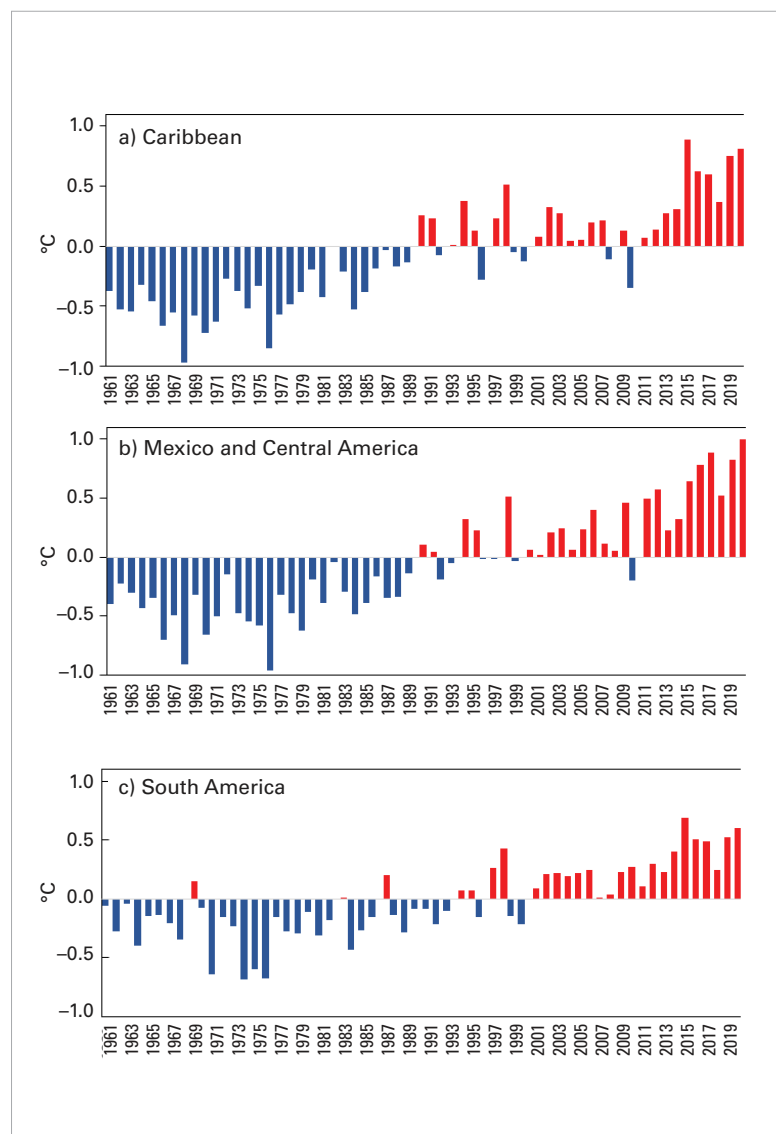
El 9 de abril de 2020, Guáimaro (Cuba) registró 39,2 °C (el registro máximo anterior era de 38,0 °C el 17 de abril de 1999). En Belice, la temperatura máxima diaria más alta se registró en la estación de Punta Gorda, con un valor de 35,6 °C el 4 de enero de 2020, y la estación de Tower Hill registró la temperatura máxima media mensual más alta de 30,7 °C.

México y América Central

Las temperaturas medias diarias más cálidas de que se tiene constancia se superaron en la mayor parte de Belice, Guatemala y Cuba, así como en algunos lugares de México.

Varios lugares de Honduras y México superaron el anterior récord de temperatura máxima diaria.

Figura 3. Series temporales de las anomalías de la temperatura regional media anual del aire de 1961 a 2020. Las anomalías se calculan con respecto a la media de 1981-2010. Fuente: HadCRUT version 4.



En Santa Rosa de Copán (Honduras) se estableció un nuevo récord de 39,6 °C (frente a los 36,2 °C anteriores). En Oaxaca (México) se estableció un nuevo récord de 44 °C (frente a los 40 °C anteriores).

En México, el récord anterior de temperatura media diaria más fría se superó el 19 de enero, con -16 °C en la localidad de La Rosilla (municipio de Guanaceví del estado de Durango), siendo la temperatura más baja jamás registrada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Se registraron nuevos récords de temperaturas mínimas diarias solo en algunos lugares de México, como en Tamaulipas, Sinaloa y Chihuahua. En otros muchos lugares de México se batieron récords anteriores de bajas temperaturas, como en Sonora, donde una temperatura de -9,5 °C superó el récord anterior de -6 °C.

América del Sur

Una gran ola de calor se extendió por la región a finales de septiembre y principios de octubre y en noviembre, abarcando gran parte del centro de América del Sur, la Amazonia peruana, el Pantanal y las regiones del centro-oeste y sureste del Brasil. Cuiabá, Curitiba y Belo Horizonte (Brasil), Asunción (Paraguay) e Iñapari (Perú) fueron algunos de los lugares que experimentaron su día más cálido desde que se tienen registros. El aumento de las temperaturas y las olas de calor en el centro-oeste, sur y sureste del Brasil contribuyeron a la aparición de incendios forestales. Además, se detectaron algunas olas de frío en el sureste de América del Sur, que llevaron aire frío al oeste de la Amazonia en agosto de 2020 (véase la sección [Fenómenos extremos](#)).

En el Perú, la anomalía de la temperatura media anual de 2020 fue de 0,61 °C por encima de la media de 1981-2010, siendo el tercer valor anual más cálido desde el año 2000, después de +0,79 °C en 2016 y +0,74 °C en 2015 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI-Perú)). En la Argentina, la temperatura media anual de 2020 fue 0,63 °C más cálida que la del período de referencia de 1981-2010, lo que convierte a 2020 en el segundo año más cálido del que se tiene constancia desde 1961 (Servicio Meteorológico Nacional (SMN)). En el Paraguay, las temperaturas estuvieron muy por encima de lo normal, entre 0,5 °C y 1,0 °C más cálidas que el promedio de 1981-2010, en particular en la región septentrional (Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH)) (véase la figura 4 c)).

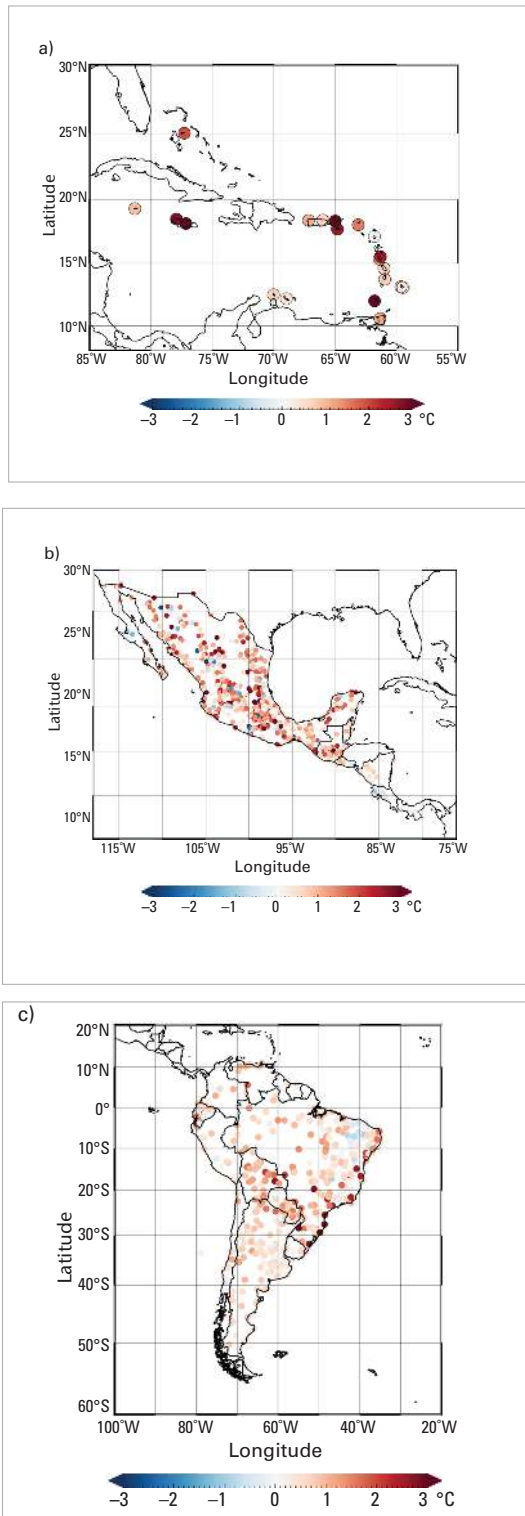
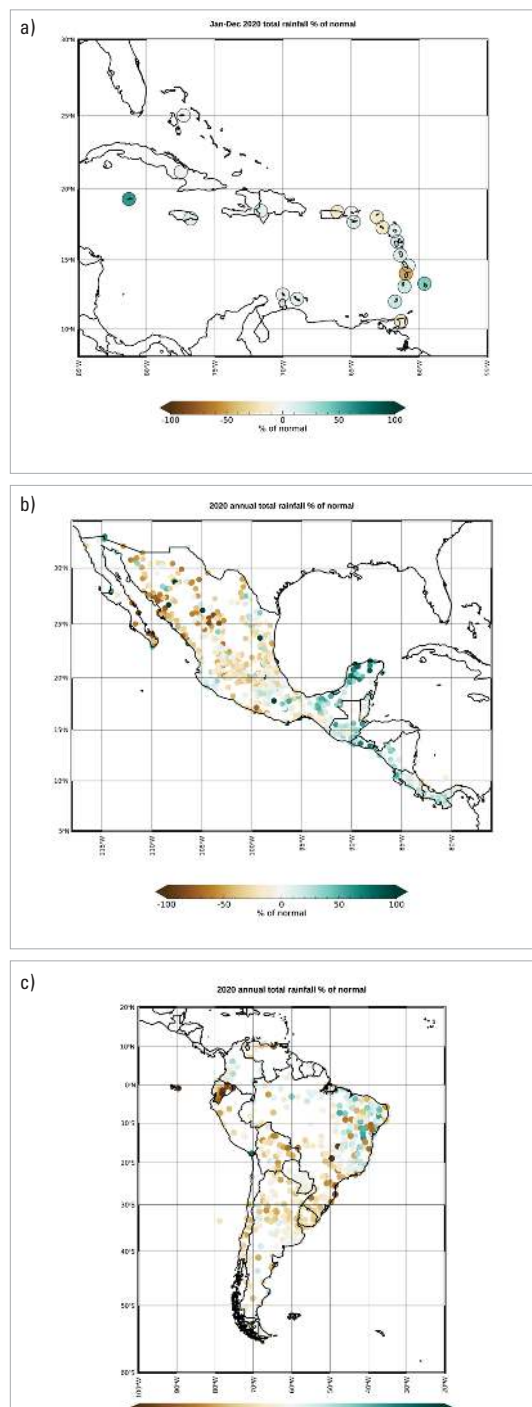


Figura 4. Anomalías de la temperatura del aire (2 m) para 2020 (con respecto a 1981-2010) en a) el Caribe; b) México/América Central, y c) América del Sur, en °C. La escala de colores se muestra debajo de los mapas.
Fuente: SMHN de los países del Caribe, América Central y América del Sur. Representado gráficamente por Dr. Teddy Allen (CIMH).

PRECIPITACIÓN

La precipitación acumulada en 2020 fue variable en México y América Central con respecto al promedio de 1981-2010. Se registraron precipitaciones por debajo de lo normal en México, principalmente en la región noroeste, y en partes de la costa del Caribe. Se observaron precipitaciones por encima de la media a largo plazo en la costa del Pacífico

Figura 5. Anomalías de precipitación para 2020 (% con respecto al período de referencia de 1981-2010) en a) el Caribe, b) México/América Central, y c) América del Sur. La escala de colores se muestra debajo de los mapas.
Fuente: SMHN de los países del Caribe, América Central y América del Sur. Representado gráficamente por Dr. Teddy Allen (CIMH).



de los países de América Central, así como en la península de Yucatán y en Jalisco (México) (figura 5b)).

Los totales de precipitación anual en 2020 también estuvieron por debajo de la media a largo plazo en la mayor parte de la región tropical de América del Sur, incluida la región central de los Andes, el sur de Chile, la región septentrional de América del Sur, la Amazonia y el Pantanal, y el sureste de América del Sur. La excepción fue la región semiárida del noreste del Brasil, donde las precipitaciones fueron superiores a las normales (figura 5c)). En el Ecuador se detectaron déficits de precipitación en la región costera de julio a diciembre, debido a La Niña. El verano austral (de diciembre a febrero) se caracterizó por unas débiles estaciones de las lluvias en las regiones meridionales de la Amazonia y del Pantanal y en el sur del Brasil. La precipitación por encima de lo normal en la región semiárida del noreste del Brasil, de marzo a mayo, puso fin a una sequía de seis años. Sin embargo, en la segunda quincena de julio no se registraron lluvias abundantes en gran parte del Brasil, por lo que volvieron a aumentar los déficits de precipitación.

En el centro de América del Sur, los totales de precipitación se aproximaron al 40 % de los valores normales. El período de precipitaciones estacionales de septiembre de 2019 a mayo de 2020 estuvo marcado por un déficit de precipitación que se agravó entre enero y marzo. En la región central de los Andes, se produjeron varios episodios de precipitaciones extremas en febrero, mientras que en el norte del Perú se registró una sequía durante el verano austral (de diciembre a febrero). En la Argentina, 2020 fue un año seco, con una anomalía nacional estimada del -16,7 % con respecto a la media de 1981-2010, lo que sitúa a 2020 como uno de los años más secos de que se tiene constancia desde 1961 y como el más seco desde 1995. Para la región nororiental de la Argentina, 2020 fue el quinto año más seco desde 1961. Los totales de precipitación por debajo de lo normal en la Argentina fueron una prolongación de la misma sequía que afectó a la región del Pantanal.

ANÁLISIS REGIONAL DE LAS PRECIPITACIONES

Caribe

En la mayor parte de la región del Caribe, las precipitaciones por debajo de lo normal durante los primeros meses de 2020 dieron lugar a condiciones de sequía generalizadas. En general, el inicio de la estación de las lluvias (de junio a noviembre) se retrasó por las anomalías de precipitación durante un final de primavera extremadamente seco (figura 5a)). Sin embargo, la última parte de

la estación de las lluvias fue activa debido a una abundancia de ondas tropicales, lo que puso fin a las condiciones de sequía en toda la región en octubre. Una temporada de huracanes activa en la región de América Central y el Caribe provocó episodios de lluvia intensa.

México y América Central

Los valores del índice normalizado de precipitación (SPI)^{5,6} de 12 meses generados por los SMHN de México y América Central indican la persistencia de condiciones de lluvia por debajo de lo normal en muchos lugares durante 2020. Las estaciones meteorológicas de América Central que registraron precipitaciones por debajo de lo normal estaban situadas en la costa caribeña de Costa Rica y en todo Panamá, Honduras, Guatemala y Belice. En Costa Rica, se registró un déficit de precipitaciones en julio y agosto de 2020.

En 2020 se registraron precipitaciones por encima de lo normal alrededor de las costas del Pacífico de Costa Rica, Panamá y Guatemala, así como en todo El Salvador, Colón (Panamá) y el noroeste de Belice. México, El Salvador, Costa Rica y Panamá registraron condiciones muy lluviosas y extremadamente lluviosas, como muestran sus valores del SPI de 6 meses superiores a 1,5. En América Central estos valores máximos se observaron en El Salvador (Ilopango, San Salvador), Costa Rica (Nicoya, Guanacaste) y Guatemala (Asunción Mita, Jutiapa). Honduras experimentó precipitaciones e inundaciones en marzo, que fueron responsables de más de la mitad de las personas afectadas por inundaciones en la región ese mes.

En México se registraron precipitaciones por debajo de lo normal de forma continua en el noroeste y en otras regiones: algunas zonas de Sonora y Chihuahua experimentaron totales de precipitación anual que se situaron entre un 25 % y 50 % por debajo de los valores normales. Sin embargo, se registraron valores de precipitación superiores a los normales en el sureste y en Baja California (excepto en el noreste). Los valores más altos del SPI de 6 meses se registraron en Muná, Yucatán, y en Jacatepec, Oaxaca, siendo ambos los valores más altos en sus correspondientes récords históricos.

América del Sur

En la mayor parte de América del Sur, las precipitaciones durante el primer semestre de 2020 fueron inferiores a la media de 1981-2010, especialmente en las regiones caribeña y andina de Colombia. Los cauces del río Magdalena experimentaron una reducción de caudal y nivel, afectando a la navegación entre enero y marzo de 2020, y 11 municipios declararon un estado de calamidad pública. En Chile, las intensas lluvias de los días 27 y 28 de enero en la región de Atacama produjeron deslizamientos de tierra e inundaciones.

En el primer trimestre de 2020, durante la estación de las lluvias, la región costera del Ecuador experimentó una corriente extraordinaria de aire seco procedente del océano Pacífico, que provocó un período de sequía de al menos 20 días consecutivos. Esto alteró los períodos de siembra y cosecha de cultivos de las regiones de Costa y Sierra. En febrero, la corriente se debilitó, lo que permitió el regreso de humedad de la Amazonia.

En el Perú, durante la estación de las lluvias de septiembre de 2019 a mayo de 2020, se acumuló un déficit de precipitaciones entre enero y marzo, pero hubo algunos episodios de precipitaciones extremas en la región central de los Andes en febrero. Durante enero y marzo de 2020, la costa meridional del Perú registró condiciones muy húmedas del 22 al 24 de enero: 32,4 mm/día en Camaná (Arequipa), 16,4 mm/día en Jorge Basadre (Tacna), 17,3 mm/día en Copara (Ica) y 13,2 mm/día en Calana (Tacna).

Finalmente, una precipitación por encima de lo normal en la región semiárida del noreste del Brasil en febrero y marzo puso fin a una sequía de seis años. Sin embargo, la región del sur del Brasil experimentó una sequía durante la mayor parte del año, que se vio interrumpida por episodios de lluvias intensas de corta duración. Durante el verano austral de 2020 (de diciembre a febrero), diversos episodios de lluvias intensas ocasionaron un elevado número de víctimas mortales y daños considerables en el sureste del Brasil, en las ciudades de Belo Horizonte, São Paulo, Espírito Santo y Río de Janeiro.

⁵ El índice normalizado de precipitación (SPI) es un índice de sequía propuesto en 1993 por McKee y otros. *Para más información sobre el índice, consúltese el documento Índice normalizado de precipitación: guía del usuario (OMM-N° 1090).*

⁶ McKee, T.B. y otros, 1993: The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology*, Sociedad Meteorológica de los Estados Unidos, 179–184.

GLACIARES

El aumento de las temperaturas tiene un impacto considerable en los glaciares. Los glaciares de montaña representan un indicador medible de los patrones espaciales y temporales de la variabilidad climática mundial. En los Andes, los glaciares constituyen una fuente importante de agua dulce para el consumo de agua, la generación de energía, la agricultura y la conservación de los ecosistemas. En esta región, los programas de monitoreo de glaciares se establecieron en la década de 1990, y son pocos los glaciares que cuentan con series continuas a largo plazo^{7,8,9,10}.

Solo el glaciar Echaurren Norte, en la región central de los Andes de Chile, se ha observado de forma continua durante más de 40 años¹¹. Las series de datos muestran una pérdida generalizada de masa glaciar en toda la región durante las últimas décadas, pero hay diferencias de un glaciar a otro que pueden explicarse por la retroalimentación entre el clima regional y la morfología local de los glaciares (figura 6).

A fin de comprender mejor la evolución de los glaciares andinos, la cordillera de los Andes se divide en tres zonas¹²: los trópicos, los Andes secos y los Andes centrales. En los trópicos, el balance de masa glaciar presenta una tendencia negativa de alrededor de $-0,71$ metros de equivalente en agua (m.w.e.) al año durante el período de monitoreo (figura 6a)). Estudios anteriores muestran que los glaciares tropicales entraron en un período de pérdida considerable de masa de hielo a finales

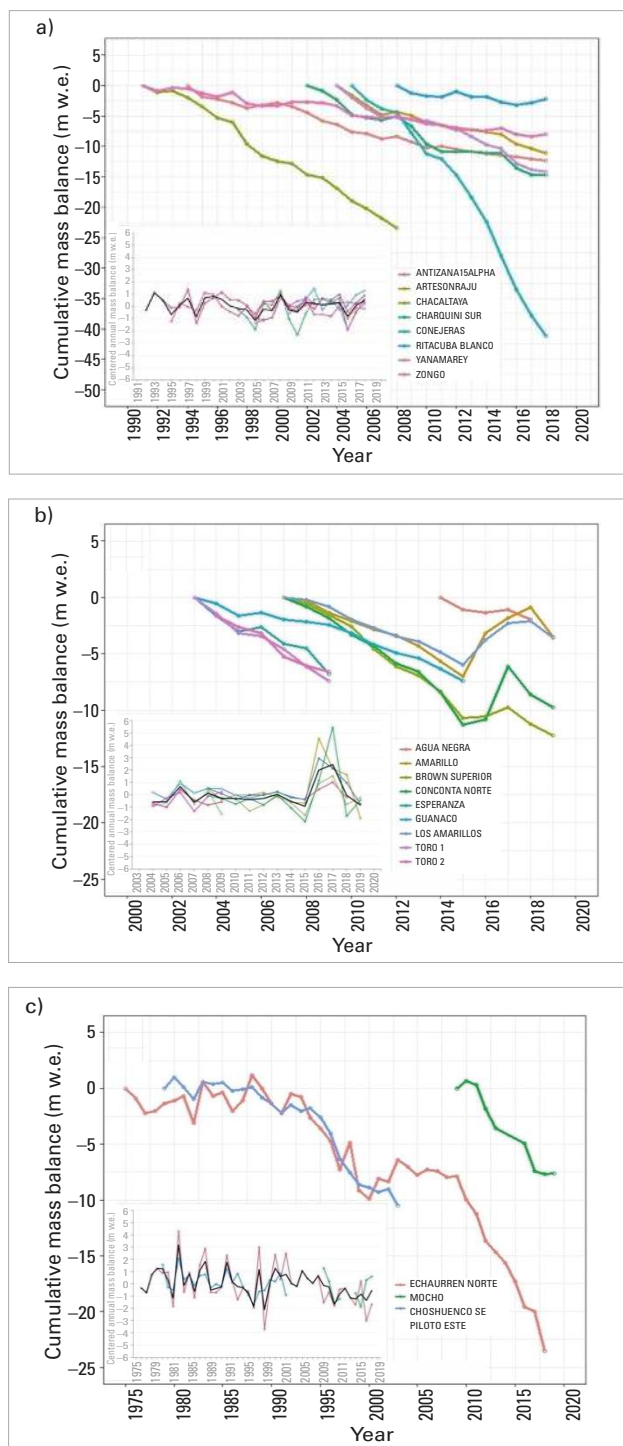


Figura 6. El balance de masa acumulado de 20 glaciares sujetos a monitoreo muestra la evolución de las masas de hielo andinas en las tres zonas: a) los trópicos (1992-2019), b) los Andes secos (2004-2019), y c) los Andes centrales (1976-2019). Las figuras insertadas muestran el balance de masa centrado de las series de datos. La línea negra muestra el balance centrado medio.

Fuente: Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares, 2020: Fluctuations of glaciers database, <http://dx.doi.org/10.5904/wgms-fog-2020-08>. Representado gráficamente por Dr. Rubén Basantes (IKIAM).

⁷ Dussailant, I. y otros, 2020: Author correction: two decades of glacier mass loss along the Andes. *Nature Geoscience*, 13: 711, <https://doi.org/10.1038/s41561-020-0639-5>.

⁸ Ferri L. y otros, 2020: Ice mass loss in the central Andes of Argentina between 2000 and 2018 derived from a new glacier inventory and satellite stereo imagery. *Frontiers in Earth Science*, 8: 530997, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2020.530997/full>.

⁹ Falaschi D. y otros, 2019: Six decades (1958–2018) of geodetic glacier mass balance in Monte San Lorenzo, Patagonian Andes. *Frontiers in Earth Science*, 7: 326, <https://doi.org/10.3389/feart.2019.00326>.

¹⁰ Hugonnet, R. y otros, 2021: Accelerated global glacier mass loss in the early twenty-first century. *Nature*, 592: 726–731, <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03436-z>.

¹¹ Gärtner-Roer, I. y otros, 2019: Worldwide assessment of national glacier monitoring and future perspectives. *Mountain Research and Development*, 39(2): A1–A11, <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-19-00021.1>.

¹² Masiokas, M.H. y otros, 2020: A review of the current state and recent changes of the Andean cryosphere. *Frontiers in Earth Science*, 8: 99, <https://doi.org/10.3389/FEART.2020.00099>.

de la década de 1970¹³. Esto podría estar asociado, al menos en parte, a una tendencia decreciente de acumulación de nieve a cotas elevadas¹⁴.

Más al sur, en los Andes de Chile y la Argentina, los glaciares han retrocedido durante las últimas décadas, con una tasa diferencial de alrededor de $-0,72$ m.w.e. a-1 para el período 2004-2019 en los Andes secos (figura 6 b)) y de $-0,58$ m.w.e. a-1 de 1976 a 2019 en los Andes centrales (figura 6c)). Esta pérdida de masa de hielo va en aumento desde 2010, en consonancia con un aumento de las temperaturas y una reducción considerable de las precipitaciones en la región¹⁵.

Para poder comparar las señales de los glaciares de cada región, el cálculo de los balances de masa se centró en el período disponible. Por lo tanto, a pesar del diferente comportamiento de los glaciares, puede distinguirse una respuesta común a la variabilidad climática en la región.

OCÉANOS

NIVEL DEL MAR

A medida que aumentan las concentraciones de gases de efecto invernadero, se acumula un exceso de energía en el sistema Tierra, del que aproximadamente el 90 % es absorbido por los océanos.

A medida que aumenta su temperatura y el agua se calienta, el océano se expande. Esta expansión térmica, combinada con una mayor pérdida de hielo de los glaciares y los mantos de hielo, contribuye al aumento de nivel del mar. Es importante contar con proyecciones precisas del nivel del mar en las próximas décadas, tanto para la toma de decisiones como para la formulación de estrategias de adaptación eficaces en las regiones costeras y de baja altitud, incluido el mar Caribe¹⁶.

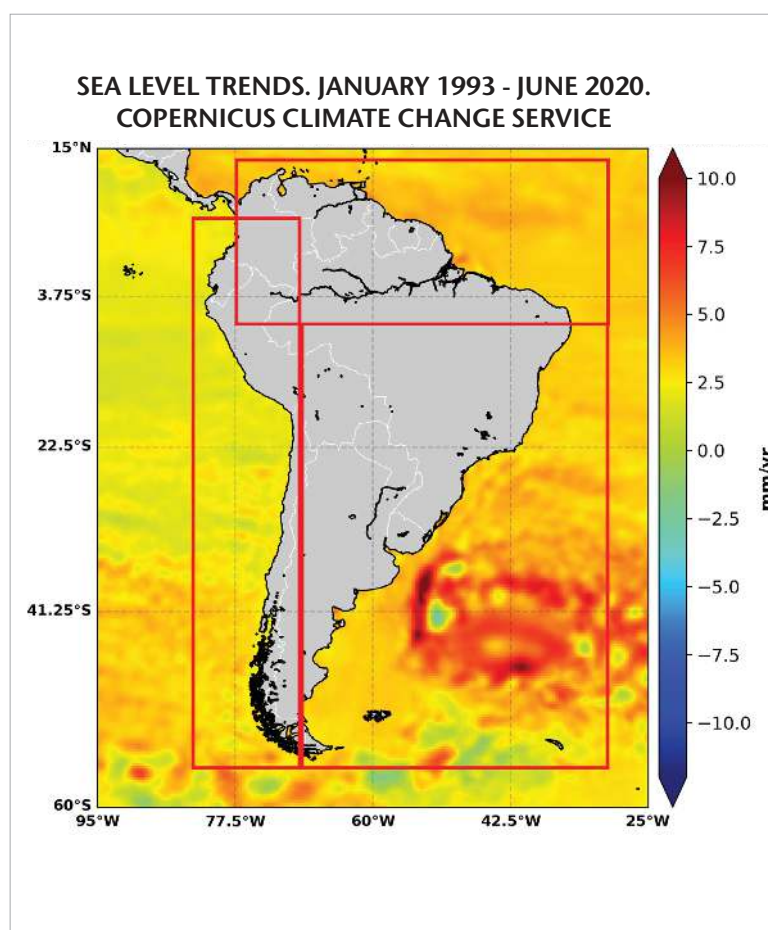
De promedio, desde principios de 1993, la tasa media mundial de aumento de nivel del mar, a partir de datos de altimetría, es de $3,3 \pm 0,3$ mm/año, como consecuencia del calentamiento de los océanos y la fusión de los hielos continentales. Los datos también muestran que la tasa de aumento no es

geográficamente uniforme, sobre todo como consecuencia de una expansión térmica no uniforme de los océanos y de las variaciones regionales de salinidad.

América del Sur

En la figura 7 se muestran las tendencias regionales del nivel del mar alrededor de América del Sur. Las tasas de cambio del nivel del mar en el lado del Atlántico son mayores que en el lado del Pacífico. Las series temporales ponen de manifiesto las tendencias y la variabilidad del nivel del mar de enero de 1993 a junio de 2020 en el Pacífico, el Atlántico ecuatorial y el Atlántico sur, sobre la base de datos

Figura 7. Tendencias regionales del nivel del mar alrededor de América del Sur de enero de 1993 a junio de 2020 (a partir de datos de altimetría por satélite). Los recuadros rojos indican las zonas en las que se han calculado las series temporales del nivel del mar en la costa de la figura 8. *Fuente:* Servicio de Copernicus relativo al cambio climático (C3S), <https://climate.copernicus.eu/sea-level>



¹³ Rabatel, A. y otros, 2013: Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. *The Cryosphere*, 7: 81–102, <https://doi.org/10.5194/tc-7-81-2013>.

¹⁴ Masiokas y otros, 2020: A review of the current state and recent changes of the Andean cryosphere.

¹⁵ Garreaud, R. y otros, 2017: The 2010–2015 mega drought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences - Discussions*, <https://doi.org/10.5194/hess-2017-191>.

¹⁶ van Westen, R.M. y otros, 2020: Ocean model resolution dependence of Caribbean sea-level projections. *Scientific Reports*, 10: 14599, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71563-0>.

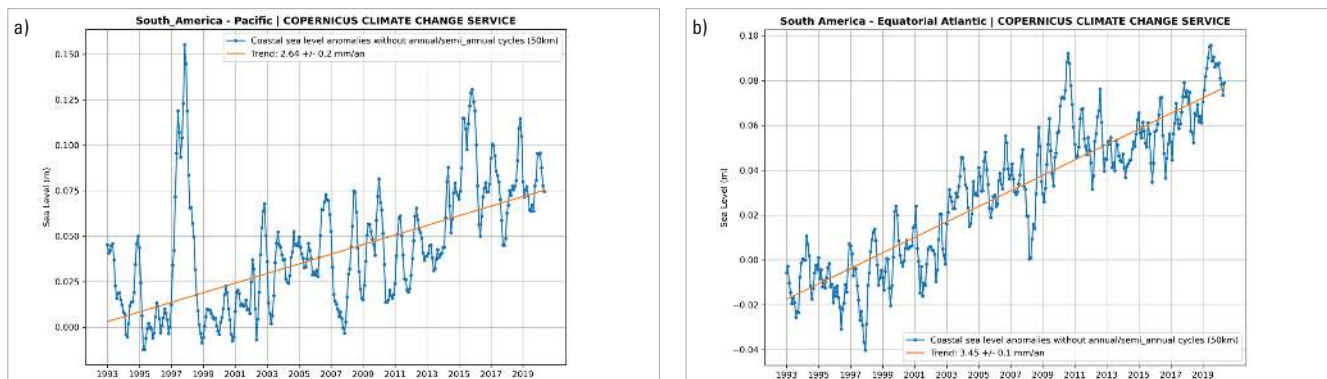
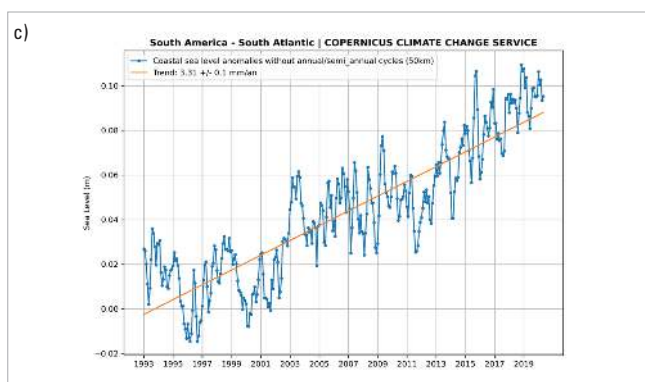


Figura 8. Series temporales del nivel del mar en la costa (m), a partir de datos de altimetría, de enero de 1993 a junio de 2020 en a) el lado del Pacífico de América del Sur; b) el lado del Atlántico ecuatorial, y c) el lado del Atlántico sur. Se ha eliminado el ciclo estacional; se ha aplicado la corrección del ajuste isostático glacial. La línea naranja representa la tendencia lineal.

Fuente: C3S



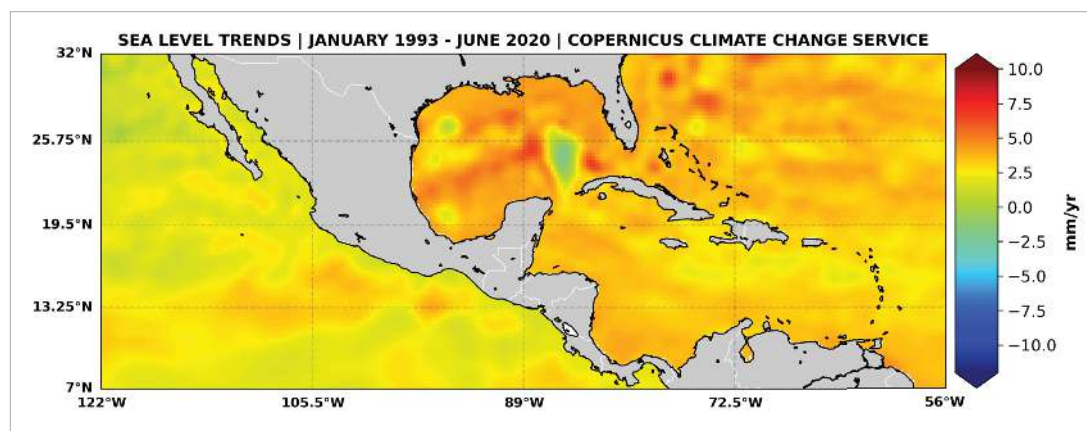
altimétricos reticulares promediados desde 50 km mar adentro hasta la costa (figura 8). El nivel del mar en la costa en el lado del Pacífico (figura 8a)) muestra una importante variabilidad interanual ocasionada por El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). La curva muestra una subida temporal del nivel del mar (> 10 a 15 cm) durante los episodios de El Niño de 1997-1998 y 2015-2016. A lo largo de la costa atlántica de América del Sur, la tasa de aumento del nivel del mar es ligeramente superior a la media

mundial (~3,6 mm/año), mientras que es inferior a lo largo de la costa del Pacífico (2,95 mm/año).

América Central

En la figura 9 se muestran las tendencias regionales del nivel del mar alrededor de América Central. El mapa muestra las altas tasas de cambio del nivel del mar en el mar Caribe y el golfo de México con respecto al lado del Pacífico.

Figura 9. Tendencias regionales del nivel del mar alrededor de América Central de enero de 1993 a junio de 2020 (a partir de datos de altimetría por satélite). Fuente: C3S



La figura 10 muestra las series temporales del nivel del mar en la costa de enero de 1993 a junio de 2020 para el Pacífico y el mar Caribe/golfo de México.

En la figura 10b) puede verse una clara señal de ENOS, con una subida temporal del nivel del mar (>20 cm) durante los episodios de El Niño de 1997-1998 y 2015-2016, lo que puede influir en la tendencia general de esta serie. El aumento del nivel del mar en la costa es mayor que la media mundial en el lado del mar Caribe/golfo de México (3,7 mm/año) y menor que la media mundial en el lado del Pacífico (2,6 mm/año).

Caribe

En las figuras 11 y 12 se muestran las tendencias regionales del nivel del mar alrededor del Caribe. Si bien el aumento del nivel del mar en el Caribe no es uniforme (figura 11), la tendencia lineal aumenta a un ritmo ligeramente mayor ($3,56 \pm 0,1$ mm/año) que la media mundial. El nivel del mar en el Caribe tiene una correlación elevada con ENOS, ya que se producen mayores incrementos en el nivel del mar durante episodios más fuertes de El Niño¹⁷. La variabilidad interanual del nivel del mar es especialmente relevante en el Caribe, ya que está correlacionada con la actividad de los huracanes. Tanto la intensidad de los huracanes como la variabilidad interanual del nivel del mar han aumentado desde el año 2000 (véase la sección [Fenómenos extremos](#)).

ACIDIFICACIÓN DEL OCEANO

El océano absorbe alrededor del 23 % de las emisiones antropógenas anuales de CO₂ en la atmósfera¹⁸, lo que contribuye a mitigar los efectos del aumento de las emisiones en el clima de la Tierra.

Sin embargo, el CO₂ reacciona con el agua de mar disminuyendo su pH. Este proceso, conocido como acidificación del océano, afecta a muchos organismos y servicios ecosistémicos y amenaza la seguridad alimentaria al poner en peligro la pesca y la acuicultura. Los niveles mundiales de pH de

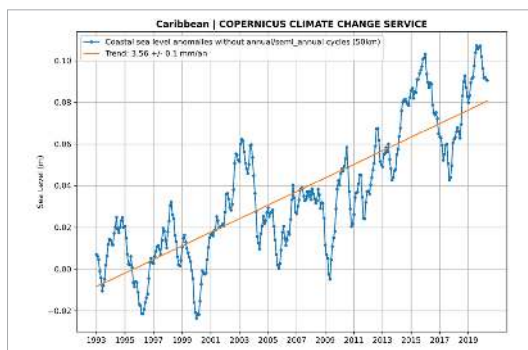
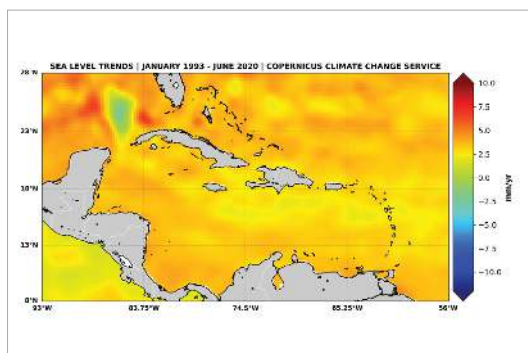
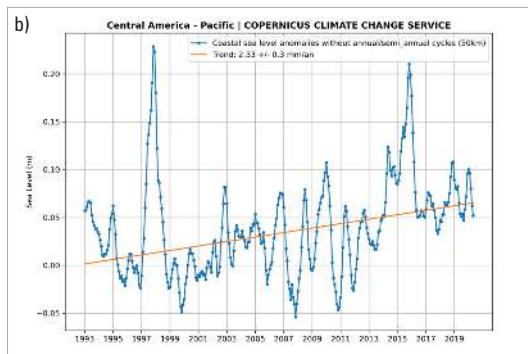
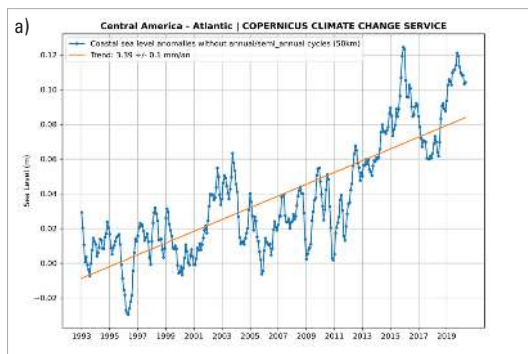


Figura 10. Series temporales del nivel del mar en la costa a partir de datos de altimetría de enero de 1993 a junio de 2020 en a) el lado atlántico de América Central (mar Caribe/golfo de México), y b) el lado del Pacífico de América del Central. Se ha eliminado el ciclo estacional; se ha aplicado la corrección del ajuste isostático glacial. La línea naranja representa la tendencia lineal. Fuente: C3S

Figura 11. Tendencias regionales del nivel del mar alrededor de la región del Caribe de enero de 1993 a junio de 2020 (a partir de datos de altimetría por satélite). Fuente: C3S

Figura 12. Serie temporal del nivel del mar en la costa a partir de datos de altimetría desde enero de 1993 hasta junio de 2020 en el mar Caribe y golfo de México (sobre la base de datos altimétricos reticulares promediados desde 50 km mar adentro hasta la costa). Se ha eliminado el ciclo estacional; se ha aplicado la corrección del ajuste isostático glacial. La línea naranja representa la tendencia lineal. Fuente: C3S

¹⁷ Climate Studies Group Mona (eds.), 2020: *The State of the Caribbean Climate*. Elaborado para el Banco de Desarrollo del Caribe.

¹⁸ Organización Meteorológica Mundial, 2019: *Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero: Estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera según las observaciones mundiales realizadas en 2018*, N° 15, https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21647#.YQFQgh1S_Vo.

Figura 13. Promedio mundial del pH de los océanos. El área sombreada indica la incertidumbre estimada en cada estimación.
Fuente: Servicio Meteorológico del Reino Unido

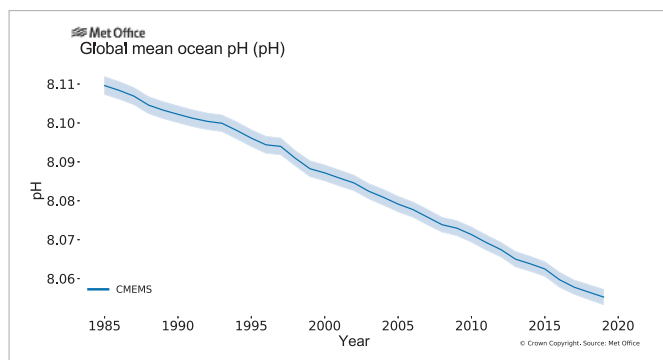
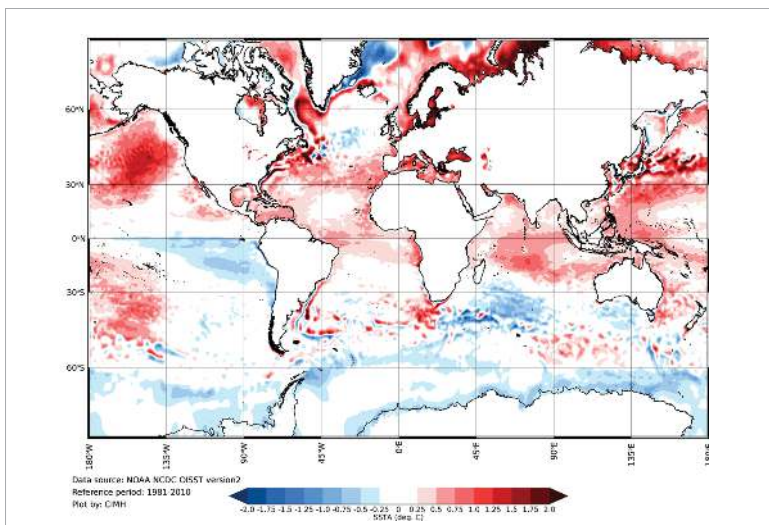


Figura 14. Anomalías de la temperatura superficial del mar en 2020 (período de referencia: 1981-2010).
Fuente: conjunto de datos OISST v2 de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), representado gráficamente por el Instituto de Meteorología e Hidrología del Caribe (IMHC).



los océanos han disminuido de forma constante y alcanzaron un nuevo mínimo en 2020 (figura 13). A lo largo de la costa del Pacífico de América del Sur, la corriente de Humboldt, uno de los cuatro principales sistemas de afloramiento del mundo, se está viendo afectada por la acidificación del océano y la pérdida de oxígeno, lo que afecta negativamente a ecosistemas esenciales¹⁹.

CONDICIONANTES CLIMÁTICOS FUNDAMENTALES

Puesto que América Latina y el Caribe están rodeados por los océanos Pacífico y Atlántico,

las condiciones climáticas de la región están moduladas en gran medida por las temperaturas superficiales predominantes de los océanos y los fenómenos de acoplamiento atmósfera-océano a gran escala conexos, como ENOS.

El año 2020 comenzó con la observación de una temperatura superficial del mar superior a la media a largo plazo en la región tropical del Pacífico occidental, con un índice oceánico de El Niño que alcanzó los 0,6 °C entre enero y marzo de 2020. A pesar de estar ligeramente por encima del umbral de 0,5 °C que suele tenerse en cuenta para los episodios cálidos en el Pacífico ecuatorial, el componente atmosférico, el índice de Oscilación Austral, estuvo cercano a cero en los primeros meses de 2020. Por lo tanto, nunca se produjo un episodio de El Niño plenamente acoplado.

Desde el mes de mayo se produjo un importante enfriamiento de la temperatura superficial del mar en la parte más oriental del Pacífico ecuatorial, que alcanzó niveles de La Niña en el último trimestre del año. Durante La Niña, pueden formarse más huracanes en los trópicos profundos a partir de las ondas del este africanas, lo que supone una mayor amenaza para el Caribe²⁰.

Es probable que la bolsa de aire cálido del Atlántico en el Caribe y zonas oceánicas adyacentes también contribuyera a un nivel de actividad ciclónica tropical en el Atlántico sin precedentes en 2020 (véanse la sección Fenómenos extremos y la figura 14). La anomalía de la temperatura superficial del mar en el mar Caribe en 2020 fue de 0,87 °C por encima de la media de 1981-2010, superando el valor máximo anterior de +0,78 °C en 2010²¹.

¹⁹ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2019b: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (H.-O. Pörtner y otros, eds.), <https://www.ipcc.ch/srocc/>.

²⁰ Climate Studies Group Mona (eds.), 2020: *The State of the Caribbean Climate*.

²¹ Australian Antarctic Data Centre, 2003: Reynolds-Smith V2 global monthly average sea surface temperatures (revisado en 2019), https://data.aad.gov.au/metadata/records/REYNOLDS_MONTHLY_SST.

Fenómenos extremos

CICLONES TROPICALES

En 2020, la temporada de ciclones en la cuenca atlántica registró un total de 30 tormentas, superando el récord anterior de 28 tormentas en 2005. Ocho tuvieron impactos directos o indirectos en la región: la tormenta tropical Amanda/Cristóbal y los huracanes Gamma, Marco, Nana, Delta, Zeta, Eta e Iota. Además, Eta e Iota alcanzaron una intensidad de categoría 4 (según los análisis de intensidad posteriores a la tormenta²²), tocaron tierra en la misma región en rápida sucesión (dos semanas) y siguieron trayectorias idénticas por Nicaragua y Honduras, afectando gravemente a muchas de las mismas zonas de dichos países.

La tormenta tropical Amanda apareció en el océano Pacífico y se desplazó al mar Caribe. Sus restos se transformaron en la tormenta tropical Cristóbal. Ambos sistemas produjeron precipitaciones y provocaron inundaciones y deslizamientos de tierra en Guatemala, Honduras, El Salvador y Costa Rica (que se vio afectada solo por Amanda). Nana provocó inundaciones y deslizamientos de tierra en Guatemala y Honduras. Costa Rica sufrió el desbordamiento de ríos e inundaciones en la región septentrional del lado del Pacífico tras el paso de Marco.

Los huracanes Eta e Iota ocasionaron una gran cantidad de lluvias en el este de México y la península de Yucatán, Belice, Guatemala, Honduras, Costa Rica y Panamá. Las acumulaciones estimadas de lluvia en partes de Nicaragua y Honduras superaron los 305 mm tras el paso de Eta el 6 de noviembre. Partes del este de Nicaragua, Honduras, Belice y Costa Rica habían acumulado más de 150-300 mm de lluvia de Iota para el 15-16 de noviembre.

El Caribe está especialmente expuesto a los huracanes, con más de 110 tormentas que afectaron

a la región entre 1980 y 2016. Los ciclones tropicales representan más del 70 % de los desastres relacionados con la meteorología y casi el 95 % de los daños sufridos a causa de los desastres meteorológicos en los países del Caribe desde 1960.

En 2020, el huracán Isaías produjo devastadoras inundaciones y daños causados por el viento en Puerto Rico y la República Dominicana, que ocasionaron la muerte de tres personas. Se declaró el estado de emergencia en Puerto Rico a raíz de los efectos de la tormenta tropical Laura. Laura también ocasionó la muerte de 31 personas en Haití y de otras 4 en la República Dominicana. A finales de junio alrededor del 80 % de la superficie total de Puerto Rico se había clasificado como anormalmente seca, provocando el racionamiento de agua durante los calurosos meses de verano. En cambio, a 31 de julio, las intensas lluvias provocadas por el huracán Isaías habían desencadenado numerosos deslizamientos de tierra en los terrenos escarpados a lo largo de la Cordillera Central y en la Sierra de Luquillo, que afectaron a las carreteras locales.

SEQUÍA

Caribe

El Caribe se enfrenta a importantes desafíos, a menudo ignorados, debido a la sequía. Durante las últimas décadas, el Caribe ha experimentado varios episodios de sequía, a saber, en 1957, 1968, 1976-1977, 1986-1987, 1991, 1994, 1997-1998, 2009-2010 y 2013-2016²³. En 2020, según un análisis realizado con el índice integrado de sequía (IDI)²⁴, la región del Caribe registró condiciones de sequía graves a extremas en la República Dominicana, Haití, el norte de Colombia, Panamá y el noroeste de la República Bolivariana de Venezuela (figura 15).

²² National Hurricane Center, NOAA, 2021: Hurricane Iota. Tropical cyclone report (AL312020), https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL312020_Iota.pdf.

²³ Climate Studies Group Mona (eds.), 2020: *The State of the Caribbean Climate*.

²⁴ Cunha, A.P.M.A. y otros, 2019: Extreme drought events over Brazil from 2011 to 2019. *Atmosphere*, 10: 642, <https://doi.org/10.3390/atmos10110642>.

Figura 15. Mapa del índice integrado de sequía (IDI) (izquierda) y series temporales del índice SPEI (de 6 meses y 12 meses) (derecha) en algunas regiones con condiciones de sequía graves a excepcionales en la región del Caribe. *Fuente:* Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales del Brasil (CEMADEN)

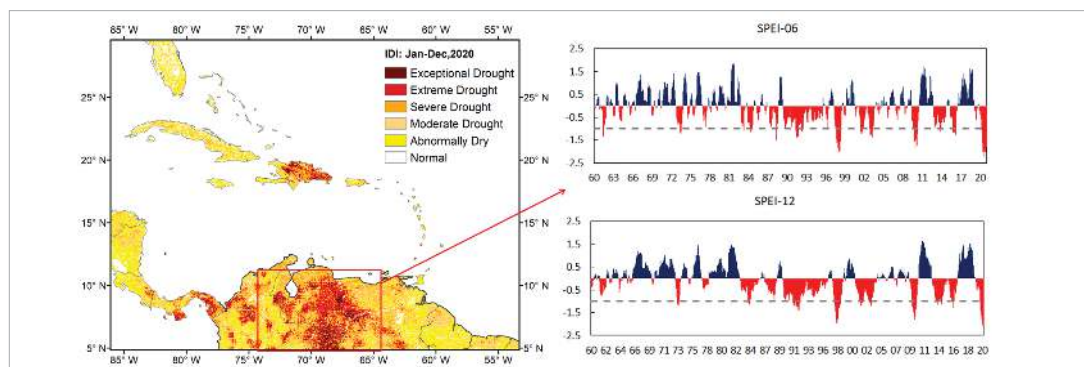
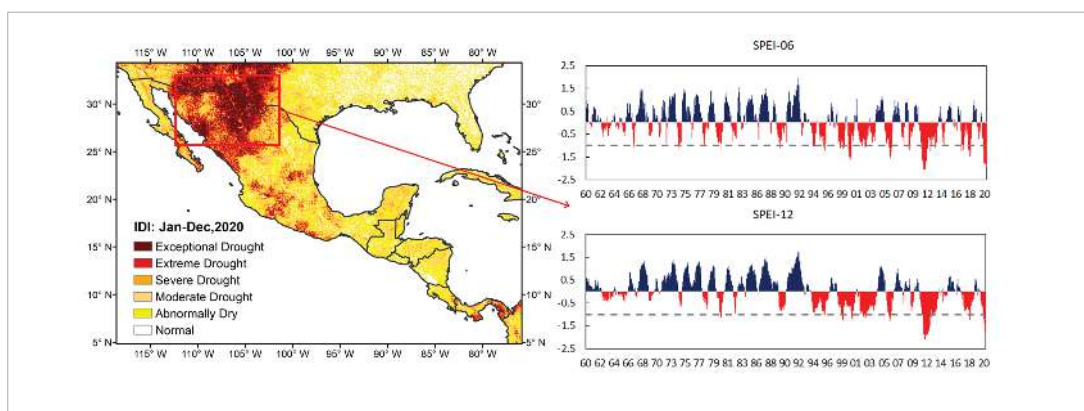


Figura 16. Mapa del índice integrado de sequía (IDI) (izquierda) y series temporales del índice SPEI (de 6 meses y 12 meses) (derecha) en algunas regiones con condiciones de sequía graves a excepcionales en México/América Central. *Fuente:* CEMADEN



El mapa del índice integrado de sequía (IDI) corresponde al período de 12 meses (2020), basado en un SPI de 12 meses. Los gráficos corresponden al índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI) de 6 meses y de 12 meses²⁵. El norte de Colombia y el noroeste de la República Bolivariana de Venezuela muestran grandes valores negativos (en general, inferiores a $-1,5$) para el SPEI de 6 meses y el SPEI de 12 meses²⁶ en 2020 (figura 15), que fue un año sin El Niño, pero en que las aguas tropicales del Atlántico Norte estuvieron más cálidas de lo normal, así como en 2015-2016 y 1997 (años en que hubo El Niño).

En Puerto Rico, en pleno brote de COVID-19, el Gobierno declaró un estado de emergencia en junio de 2020 debido a la sequía. Alrededor del 60 % de Puerto Rico experimentaba condiciones de sequía, que se aliviaron tras el huracán Isaías y la tormenta tropical Laura durante julio y agosto, respectivamente.

Para octubre de 2020, se había producido una grave sequía en San Vicente y las Granadinas, el oeste de la Guayana Francesa, el este de Guadalupe, el

extremo norte de Guyana, Martinica, Santa Lucía y el este de Suriname. En diciembre las condiciones de sequía grave pasaron a ser moderadas.

México y América Central

En 2020, se registraron condiciones de sequía graves a moderadas en Belice, el norte de Guatemala, el este de Costa Rica, Honduras y Nicaragua y la región septentrional de América del Sur. Durante 2020 prevalecieron las condiciones de sequía extrema a excepcional en el noroeste de México, asociadas a un monzón norteamericano débil, como se refleja en los valores negativos del SPEI de 6 meses y del SPEI de 12 meses, que solo eran comparables con la sequía de 2012 (figura 16).

México, Belice, Honduras, Costa Rica y Panamá registraron regiones con sequías meteorológicas graves y extremas, con un SPI de 6 meses inferior a $-1,5$. En América Central, las zonas con sequía se situaban principalmente en la costa del Caribe, con los valores más bajos ($-1,7$) en Panamá (Piedra Candela, Chiriquí) y Honduras (Catacamas, Olancho).

²⁵ El índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración (SPEI) se diseñó para tener en cuenta tanto la precipitación como la evapotranspiración potencial a la hora de determinar sequías. Se propuso por primera vez en Vicente-Serrano S.M. y otros, 2010: A multiscale drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*, 23(7): 1696–1718, <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>.

²⁶ El período de referencia utilizado para el SPEI de 6 meses y el SPEI de 12 meses es 1981-2010.

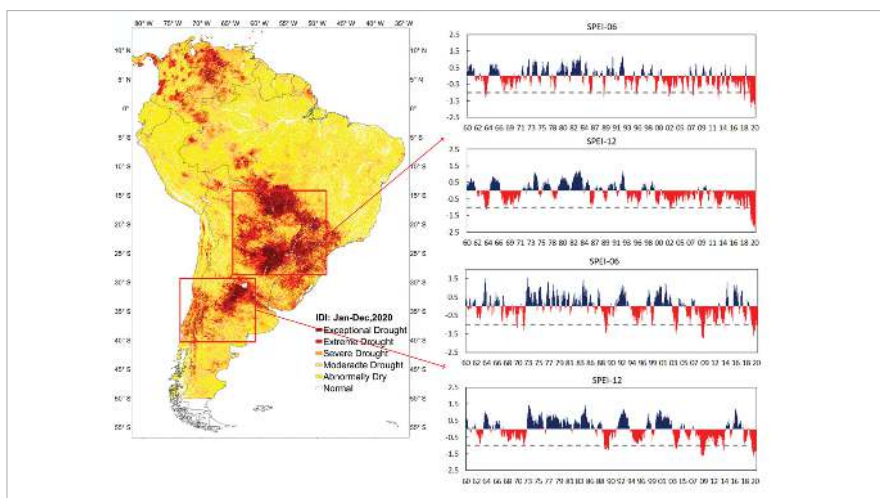


Figura 17. Mapa del índice integrado de sequía (IDI) (izquierda) y series temporales del índice SPEI (de 6 meses y 12 meses) (derecha) en algunas regiones con sequía grave a excepcional en América del Sur.
Fuente: CEMADEN

En México, la sequía afectó principalmente a regiones del centro y noroeste del país, donde el SPI de 6 meses más bajo fue de -3,4 (Cerritos, San Luis Potosí). A finales de 2020, las condiciones de sequía extrema a excepcional afectaban a casi el 30 % de México.

América del Sur

Amplias zonas de América del Sur sufrieron una grave sequía en 2020. El mapa del índice integrado de sequía (figura 17) muestra las regiones con sequía grave a extrema en el noroeste de la República Bolivariana de Venezuela, Colombia, el centro de Chile, el centro y el norte de la Argentina, el sur del Brasil y en la cuenca del río Paraguay, incluida la región del Pantanal. En el centro-oeste del Brasil, en la región del Pantanal, se detectaron condiciones de sequía previas con SPEI de 6 meses y SPEI de 12 meses inferiores a -1,5 en 2018-2020, con una estación de las lluvias de verano muy por debajo del nivel normal. En el sur de Chile, el este de la Argentina y los Andes, los valores más bajos de los índices SPEI de 6 meses y SPEI de 12 meses se detectaron en 2007-2008 y 2018-2020, y se detectaron condiciones de sequía graves a excepcionales en 2020 (figura 17).

En Chile, la sequía observada en 2020 es una continuación de la megasequía en el centro del país que empezó en 2010 como resultado de una secuencia ininterrumpida de años secos, con déficits de precipitación media de entre un 20 % y un 40 %. Ello ha tenido efectos adversos en

la disponibilidad de agua, la vegetación y los incendios forestales, que se han traducido en impactos sociales y económicos^{27,28}.

Las regiones bolivianas del Chaco y el Pantanal sufrieron las sequías más graves de los últimos 60 años. Como consecuencia de ello, los incendios forestales se propagaron y afectaron a más de 1,4 millones de hectáreas. En el Paraguay, aparte de enero y agosto, el año 2020 fue más seco de lo normal, con condiciones moderadas a secas en el oeste del país.

En el Pantanal brasileño se produjo una disminución de las precipitaciones durante el verano austral (de diciembre a febrero) de alrededor del 50 % en 2019 y 2020. En 2020, la situación de sequía en el centro-oeste del Brasil durante el verano y otoño australes se extendió al Pantanal paraguayo, con casi 200 mm de precipitación por debajo de la media de 1981-2010. La sequía hizo que el río Paraguay se redujera a sus niveles más bajos en medio siglo. Los niveles del río en el sitio de aforo de Ladário representan el régimen hidrológico del curso alto del río Paraguay, lo que permite la descripción de un determinado período de sequía o inundación en el Pantanal. El nivel medio anual en Ladário es de 273 cm (1900-2020), y en septiembre de 2020 el valor mínimo más bajo fue de 1 cm, el nivel más bajo en 47 años. En el río Paraguay, el nivel anormalmente bajo del río dificultó la navegación. Varios barcos encallaron y muchas embarcaciones tuvieron que reducir su carga para poder navegar hacia y desde los puertos fluviales interiores²⁹.

²⁷ Garreaud y otros, 2017: The 2010–2015 mega drought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation.

²⁸ Garreaud R.D. y otros, 2019: The central Chile mega drought (2010–2018): a climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*, 40(1): 421–439, <https://doi.org/10.1002/joc.6219>.

²⁹ Marengo, J.A. y otros, 2021: Extreme drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: characterization, causes, and impacts. *Frontiers in Water*, 3: 639204, <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.639204>.

La Argentina registró un año seco con una anomalía pluviométrica nacional estimada del -16,7 % respecto a la media de 1981-2010, lo que sitúa a 2020 como el año más seco desde 1995. El Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF) de la Argentina informó de que la sequía avivaba los incendios forestales, ya que muchos de ellos ardían en zonas secas que normalmente estarían inundadas en esa época del año, y que la sequía había secado los arroyos y canales fluviales que normalmente servían de cortafuegos y fuentes de humedad.

OLAS DE CALOR E INCENDIOS FORESTALES

Una serie de olas de calor y temperaturas extremas afectaron a varios lugares de América del Sur durante el año y crearon condiciones meteorológicas favorables para los incendios forestales, especialmente en la selva amazónica. Del 18 al 28 de enero se produjo una ola de calor en la región de Cuyo (Argentina), con temperaturas de entre 36 °C y 43 °C en toda la región. En Mariscal Estigarribia (Paraguay), la temperatura alcanzó los 42,5 °C el 8 de marzo.

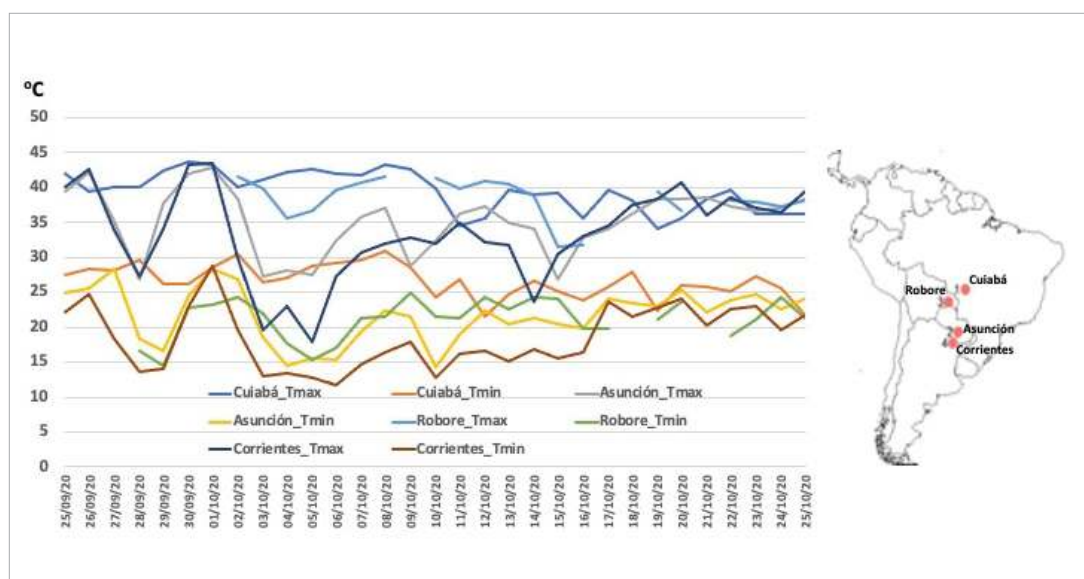
Los días 20 y 21 de febrero se registraron temperaturas superiores al percentil 90 en el departamento de San Martín, en la región septentrional de la Amazonia del Perú. La estación de Saposoa registró una temperatura máxima diaria de 39,5 °C el 21 de febrero (frente a la media a largo plazo de 32,4 °C). Del 17 al 22 de abril, una ola de calor afectó a Valparaíso en Chile, con temperaturas de 28,8 °C

y la correspondiente anomalía superior a 9 °C con respecto a la media a largo plazo de 19,3 °C. En mayo se observaron temperaturas sin precedentes en Chile durante los tres episodios de olas de calor entre Arica y Santiago, con temperaturas de 35,5 °C en Rodelillo, 30,6 °C en Santo Domingo y 28,8 °C en Calama del 25 al 28 de abril, que fueron las más altas desde finales de la década de 1960.

Entre el 29 de septiembre y el 15 de octubre, una gran ola de calor afectó al centro de América del Sur. Algunos lugares experimentaron un calentamiento de unos 10 °C por encima de lo normal, y algunos incluso tuvieron temperaturas superiores a los 40 °C varios días seguidos (figura 18). Las temperaturas máximas en algunas estaciones mostraron valores sin precedentes, con temperaturas de hasta 10 °C por encima de lo normal. La temperatura máxima de octubre en Asunción (Paraguay) alcanzó los 42,3 °C, lo que supone un nuevo récord histórico. En la ciudad de São Paulo (Brasil), la temperatura máxima alcanzó los 37,5 °C el 2 de octubre (frente a la media a largo plazo de 28,8 °C), y en tres ocasiones las temperaturas superaron los 37,4 °C (figura 18). En el Estado Plurinacional de Bolivia, la ola de calor produjo temperaturas sin precedentes en octubre en cuatro ciudades y la temperatura más alta jamás registrada en San José de Chiquitos de 43,4 °C.

Noviembre fue muy caluroso en muchos lugares de América del Sur. Entre el 22 y el 24 de noviembre, el Estado Plurinacional de Bolivia registró nuevas temperaturas máximas sin precedentes en las regiones de Santa Cruz y Beni, con temperaturas máximas que alcanzaron los 41,3 °C en Rurrenabaque (frente a la media a largo plazo

Figura 18. Serie temporal de temperaturas máximas y mínimas en algunos lugares del Brasil, el Paraguay, el Estado Plurinacional de Bolivia y la Argentina, del 25 de septiembre al 25 de octubre de 2020.
Fuente: CEMADEN



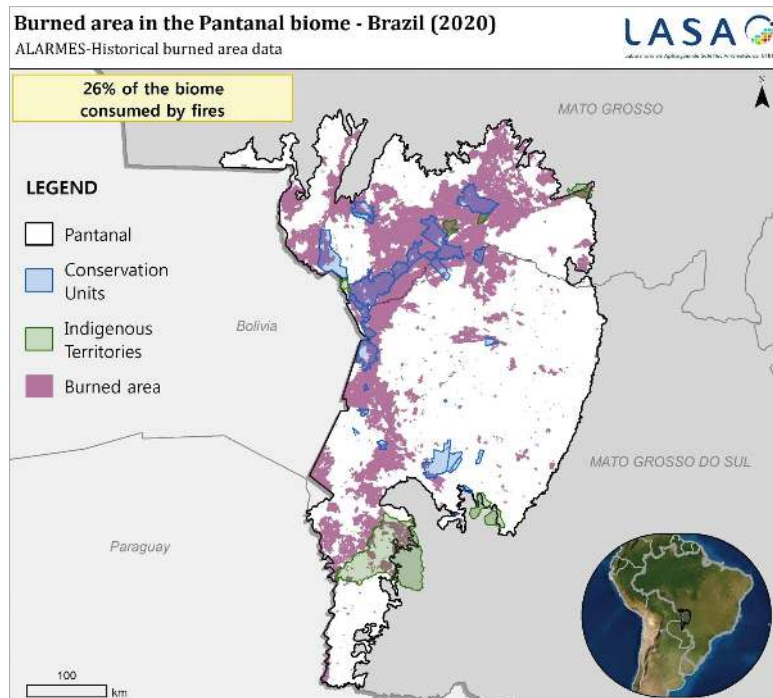
de 30,0 °C) y los 40,2 °C en San Joaquín (frente a la media a largo plazo de 32,0 °C). En Requena, en la región septentrional de la Amazonia, las temperaturas máximas alcanzaron los 40,7 °C el 22 de noviembre (frente a la media a largo plazo de 31,7 °C). El 5 de noviembre, el Brasil registró una temperatura máxima sin precedentes de 44,8 °C en Nova Maringá (estado de Mato Grosso) (frente a la media a largo plazo de 30,0 °C). Se trata de la temperatura máxima más alta registrada en el Brasil en 111 años (es decir, desde 1909, año en que se creó el Instituto Nacional de Meteorología del Brasil (INMET)).

En el año 2020, el Pantanal sufrió la temporada de incendios más catastrófica, con un área quemada superior al 26 % de la región (figura 19), según el sistema de aviso ALARMES del Laboratorio de Aplicaciones Satelitales Ambientales (LASA-UFRJ)³⁰. Este valor fue cuatro veces mayor que la media a largo plazo observada entre 2001 y 2019^{31,32}.

El número de fuentes de calor (que son indicadores de incendios forestales) registradas por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil en el Pantanal fue un 241 % mayor en 2020 con respecto a 2019^{33,34,35}. Además, el año 2020 superó a 2019 para convertirse en el año de mayor actividad de incendios en el sur de la Amazonia desde 2012³⁶, con 574 000 incendios activos en 2020, frente a 509 000 durante el mismo período del año anterior.

OLAS DE FRÍO

Del 21 al 23 de agosto, una ola de frío afectó a la mayor parte del Brasil debido a la entrada de una masa de aire polar con un frente frío que llegó hasta el oeste de la Amazonia. En el estado de Acre, en la Amazonia occidental, la ciudad de Río Branco registró temperaturas mínimas de 12 °C el 22 de agosto (frente a la media a largo plazo de 17,4 °C). Las temperaturas se situaron por debajo de los 10 °C en Curitiba, en el estado de Paraná, y la



ciudad experimentó lluvia congelante. En la ciudad de São Paulo, las temperaturas descendieron a 1 °C en la madrugada del 21 de agosto (frente a la media a largo plazo de 12,8 °C). En la región del Bajo Chaco del Paraguay se observaron nuevas temperaturas mínimas sin precedentes el 21 de agosto, con -0,8 °C en la ciudad de Pilar (frente a la media a largo plazo de 2,8 °C), lo que la convirtió en la más baja desde 2011. La ola de frío llegó a la Amazonia peruana, con temperaturas que alcanzaron los 12,8 °C el 21 de agosto en Iquitos (frente a la media a largo plazo de 22,2 °C). En Caballococha, las temperaturas mínimas alcanzaron los 12,8 °C el 22 de agosto (frente a la media a largo plazo de 21,3 °C), acercándose a los valores mínimos históricos registrados el 21 de julio de 1975.

Desde mediados de junio hasta principios de julio, una situación de bloqueo de alta presión sobre

Figura 19. Área quemada en el bioma del Pantanal, en el Brasil, en 2020. Fuente: LASA-UFRJ

³⁰ <https://lasa.ufrj.br/alarmes>

³¹ Libonati, R. y otros, 2020: Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands. *Nature*, 588: 217–219, <https://doi.org/10.1038/d41586-020-03464-1>.

³² García y otros, 2021: Record-breaking wildfires in the world's largest continuous tropical wetland: Integrative fire management is urgently needed for both biodiversity and humans, *Journal of Environmental Management*, 293: 112870, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112870>.

³³ Marengo y otros, 2021: Extreme drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: characterization, causes, and impacts.

³⁴ Libonati y otros, 2020: Rescue Brazil's burning Pantanal wetlands.

³⁵ Leal Filho, W. y otros, 2021: Fire in paradise: why the Pantanal is burning. *Environmental Science and Policy*, 123: 31–34, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.05.005>.

³⁶ Global Fire Emissions Database, 2020: Amazon fire activity in 2020 surpasses 2019, <https://globalfiredata.org/pages/2020/09/22/amazon-fire-activity-in-2020-surpasses-2019>.

el sur de la Patagonia dio lugar a temperaturas extremadamente bajas que persistieron durante ocho días en la ciudad de Río Grande y en la mayor parte del centro de la Argentina y el sur de la Patagonia (Santa Cruz y Tierra del Fuego), donde las temperaturas oscilaron entre -20°C y -9°C . Toda la región se vio afectada por temperaturas frías y varias nevadas durante el invierno austral (de junio a agosto), lo que ocasionó importantes acumulaciones de nieve (de 1 a 2 metros de profundidad), especialmente en las zonas de alta montaña. Según las estimaciones derivadas de las mediciones satelitales, la extensión del manto de nieve en el centro y sur de la Patagonia fue la mayor desde el año 2000.

PRECIPITACIÓN INTENSA E INUNDACIONES CONEXAS

En enero y febrero, el Brasil se vio afectado por lluvias intensas e inundaciones, crecidas repentinas y deslizamientos de tierra conexos. El 10 de febrero, la estación meteorológica de Mirante de Santana, en el estado de São Paulo, registró 114 mm (febrero fue el mes más lluvioso de los últimos 77 años con 483,6 mm, casi el doble de la media normal de 249,7 mm). Se perdieron decenas de vidas y miles de personas perdieron sus hogares a causa de las crecidas repentinas y los deslizamientos de tierra.

En marzo también se registraron inundaciones, que afectaron al Estado Plurinacional de Bolivia, el Brasil, Colombia, el Ecuador y el Perú. En el Uruguay, las lluvias intensas caídas entre el 22 y el 24 de junio ocasionaron crecidas repentinas, que provocaron el corte de carreteras y obligaron a realizar evacuaciones. Según el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET), la localidad de José Batlle y Ordóñez, en el departamento de Lavalleja, registró 105 mm de lluvia en 24 horas.

Entre el 30 de junio y el 1 de julio, un intenso ciclón extratropical (denominado “ciclón bomba” por los meteorólogos locales) afectó al sur del Brasil, con tornados, granizo y ráfagas de viento que superaron los 130 km/h. Unas 18 personas murieron como consecuencia de la caída de árboles y estructuras en Río Grande y Santa Catarina. Se vieron afectados un total de 229 municipios, 2 600 personas perdieron sus hogares y 1,5 millones de personas se quedaron sin electricidad en Santa Catarina.

Más al norte, entre el 9 y el 15 de septiembre, varios estados de la República Bolivariana de Venezuela se vieron gravemente afectados por las inundaciones del río El Limón. Los estados de Aragua, Portuguesa y Bolívar fueron los más afectados. El 9 de septiembre, la localidad ecuatoriana de Rancho Grande registró 90,5 mm en 4 horas, provocando deslizamientos de tierra que afectaron a 1 409 personas.

Impactos y riesgos relacionados con el clima

IMPACTOS SECTORIALES

En el informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) relativo al calentamiento global de 1,5 °C se hace especial hincapié en la importancia de tomar medidas para hacer frente al cambio climático y para limitar el calentamiento global a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales³⁷. Como se menciona en el informe titulado *State of the Global Climate 2020* (WMO-No. 1264), el riesgo de los impactos relacionados con el clima depende de complejas interacciones entre los peligros relacionados con el clima y la vulnerabilidad, la exposición y la capacidad de adaptación de los sistemas humanos y naturales. Según los informes especiales del sexto ciclo de evaluación del IPCC^{38,39}, América Latina y el Caribe es una de las regiones del mundo donde se prevé que sean más intensos los efectos e impactos del cambio climático, como las olas de calor, la disminución del rendimiento de los cultivos, los incendios forestales, la destrucción de los arrecifes de coral y los fenómenos relacionados con un nivel del mar extremo. Por lo tanto, limitar el calentamiento global muy por debajo de los 2 °C, conforme a lo dispuesto en el Acuerdo de París, es importante para reducir los riesgos relacionados con el clima en una región que ya de por sí se enfrenta a asimetrías económicas y sociales respecto a su desarrollo sostenible.

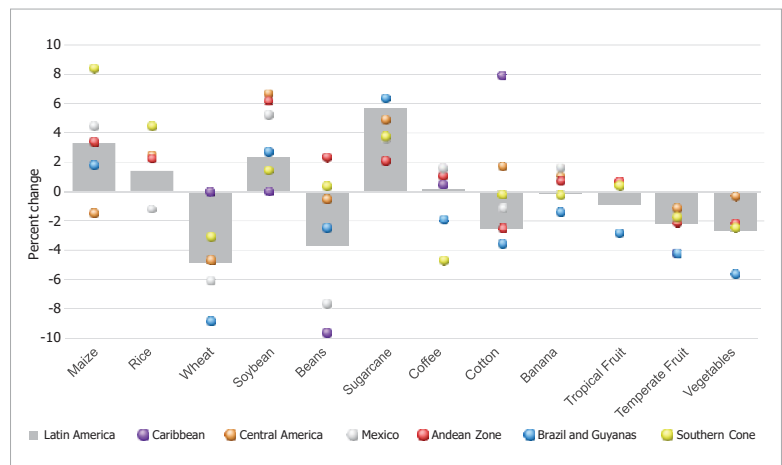
El informe especial del IPCC relativo al calentamiento global de 1,5 °C destaca que, con respecto a las condiciones actuales, un calentamiento global de incluso el 1,5 °C plantearía mayores riesgos para erradicar la pobreza, reducir las desigualdades y velar por el bienestar de los seres humanos y los ecosistemas⁴⁰. Los impactos asociados afectarían de manera desproporcionada a las poblaciones desfavorecidas y vulnerables mediante la inseguridad alimentaria, el aumento de los precios de los alimentos, las pérdidas de ingresos, la pérdida de medios de subsistencia, los efectos negativos sobre la salud y los desplazamientos de población. Los pequeños Estados insulares en

desarrollo (PEID) se encuentran entre las regiones y los ecosistemas donde se prevén los peores impactos del cambio climático.

IMPACTOS EN LA AGRICULTURA Y LOS RECURSOS HÍDRICOS

El cambio climático se considera uno de los principales factores que pueden alterar la agricultura y los sistemas alimentarios en América Latina y el Caribe, debido a las reducciones proyectadas en el rendimiento de la mayoría de los cultivos (figura 20)⁴¹. Este impacto también se abordó en el informe especial del IPCC sobre el cambio climático y la tierra, que hace referencia a reducciones del 6 % en la región de América Latina y el Caribe para 2046-2055 en un grupo de 11 grandes cultivos mundiales⁴². Se prevé que algunos de los peores impactos en el desarrollo sostenible afecten a quienes dependen de medios de subsistencia agrícolas o propios de las zonas costeras. En muchas islas pequeñas, como los PEID, se prevé que se produzca un estrés de agua dulce como resultado del cambio proyectado en la aridez. No obstante, limitar el calentamiento a 1,5 °C podría evitar una

Figura 20. Cambios proyectados en el rendimiento de los cultivos debido al cambio climático en las subregiones de América Latina y el Caribe, entre 2010 y 2030. Fuente: Morris y otros, 2020



³⁷ IPCC, 2018: *Global Warming of 1.5°C: an IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty* (V. Masson-Delmotte y otros, eds.), <https://www.ipcc.ch/sr15/>.

³⁸ IPCC, 2019a: *Climate Change and Land: an IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems* (P.R. Shukla y otros, eds.), <https://www.ipcc.ch/srccl/>.

³⁹ IPCC, 2019b: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*.

⁴⁰ IPCC, 2018: *Global Warming of 1.5°C*.

⁴¹ Morris, M. y otros, 2020: *Future Foodscapes: Re-imagining Agriculture in Latin America and the Caribbean*. Washington D. C., Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial.

⁴² IPCC, 2019a: *Climate Change and Land*.

parte sustancial del estrés hídrico, con respecto a un calentamiento de 2 °C, especialmente en la región del Caribe⁴³.

En 2020, las condiciones de sequía afectaron de forma considerable al rendimiento de los cultivos en toda América Latina y el Caribe. En el estado de Zacatecas, al noroeste de la Ciudad de México, la sequía redujo considerablemente la cosecha de frijoles, que registró el nivel más bajo de producción en 20 años. En la cercana San Luis Potosí, el municipio de Cerritos se vio muy afectado por la sequía y sufrió una caída del 50 % en los cultivos, incluidos el sorgo, el girasol y el maíz. Se prevé que solamente la producción de sorgo en Cerritos se reduzca de 8 000 a 200 toneladas. Tras una estación de las lluvias irregular y una cosecha poco prometedora, se perdió casi el 80 % del maíz cultivado en la región del altiplano guatemalteco⁴⁴.

En América del Sur, las zonas más afectadas por la sequía fueron el norte de la Argentina, el Uruguay, el Paraguay y las zonas fronterizas del oeste del Brasil. En la Argentina y el Brasil se registraron disminuciones en los rendimientos del maíz y la soja, que afectaron sobre todo al maíz de siembra temprana expuesto a condiciones más secas de lo habitual en las primeras etapas de crecimiento. En la región del Pantanal, la sequía limitó el acceso del Paraguay al agua potable y afectó al tráfico de mercancías por el río, lo que provocó un aumento de los costes de transporte de combustible, suministros agrícolas, alimentos y otros productos importados. Las cosechas de maíz de invierno han sufrido un bajo rendimiento, y la llegada tardía de las lluvias de primavera retrasó las nuevas plantaciones de soja⁴⁵. En la Argentina, la intensa sequía provocó incendios que destruyeron los pastizales de la zona del Gran Chaco y afectaron a la producción de alimentación para el ganado y a la productividad⁴⁶. La sequía afectó a la calidad de vida de la población debido a la baja producción de alimentos, a los impactos

en el ganado y, por consiguiente, a una importante disminución del consumo diario de alimentos por parte de la población.

Según el *Global Report on Food Crises*, en 2020 la inseguridad alimentaria aguda aumentó considerablemente en América Central y Haití, con unos 11,8 millones de personas afectados por “crisis” o situaciones más graves (Fase 3 o superior de la Clasificación Integrada de la Seguridad Alimentaria en Fases (CIF))⁴⁷. Los fenómenos meteorológicos extremos afectaron a más de 8 millones de personas en toda América Central, agravando la inseguridad alimentaria en países que ya se encontraban debilitados por las perturbaciones económicas, los efectos de la COVID-19 y los conflictos. Haití se situó entre los 10 países que más sufrían las peores crisis alimentarias, como consecuencia de la continua sequía, la depreciación de la moneda, la elevada inflación y el deterioro del entorno de seguridad. En 2020, 4,1 millones de personas en Haití se enfrentaban a “crisis” o situaciones más graves (Fase 3 o superior de la CIF), incluidos 1,2 millones que se enfrentaban a una “emergencia” o a situaciones más graves (Fase 4 o superior de la CIF).

IMPACTOS EN LOS SERVICIOS FORESTALES Y ECOSISTÉMICOS

La región de América Latina y el Caribe es el mayor proveedor de servicios ecosistémicos del mundo para la agricultura y el bienestar humano y animal a nivel regional y mundial⁴⁸. Con casi la mitad de su superficie cubierta de bosques, la región representa alrededor del 57 % de los bosques primarios que quedan en el mundo, que almacenan unas 104 gigatoneladas de carbono (solamente el bioma amazónico almacena el 10 % del carbono mundial). También alberga entre el 40 % y el 50 % de la biodiversidad mundial y un tercio de todas las especies vegetales.

⁴³ IPCC, 2018: *Global Warming of 1.5°C*.

⁴⁴ Paredes, L., 2019: Oxfam reporta más del 70 por ciento de pérdida de maíz y frijol en cuatro departamentos. *El Periódico*, 2 de agosto, <https://elperiodico.com.gt/nacionales/uncategorized/2019/08/02/oxfam-reporta-mas-del-70-por-ciento-de-perdida-de-maiz-y-frijol-en-cuatro-departamentos2/>.

⁴⁵ Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), Earth Observatory, 2020: Severe drought in South America, <https://earthobservatory.nasa.gov/images/147480/severe-drought-in-south-america>.

⁴⁶ Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA), 2020: *Argentina: Sequía 2020. Análisis preliminar de situación*, https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/An%C3%A1lisis%20de%20situaci%C3%B3n_Argentina-sequia_2020-OCHA%20%281%29.pdf.

⁴⁷ Red de Información sobre Seguridad Alimentaria y Global Network Against Food Crises, 2021: *Global Report on Food Crises. Joint Analysis for Better Decisions*, https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000127343/download/?_ga=2.243928333.908853298.1624875097-1494.

⁴⁸ Morris y otros, 2020: *Future Foodscapes: Re-imagining Agriculture in Latin America and the Caribbean*.

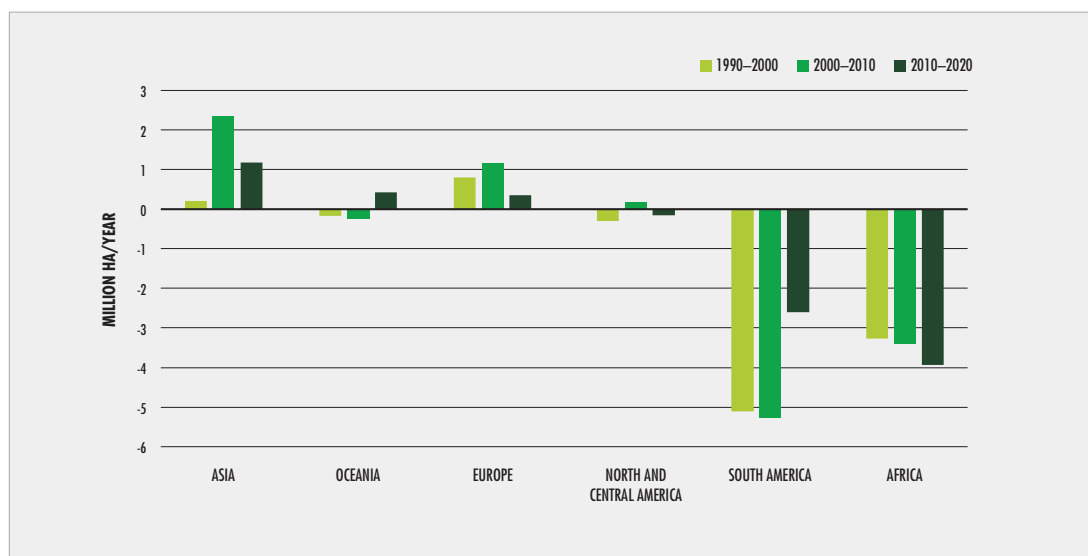


Figura 21. Cambio neto de la superficie forestal por región en millones de hectáreas al año, 1990-2020.
Fuente: FAO y PNUMA, 2020

Se reconoce la importancia de los espacios naturales de la región, y el porcentaje de territorio dedicado a la conservación de la naturaleza y a los servicios ecosistémicos es de alrededor del 20 %, es decir, 1,5 veces mayor que la media del mundo en desarrollo, que es del 13 %⁴⁹.

En la región de América Latina y el Caribe, la pérdida de bosques se considera un gran problema y un factor que contribuye de manera importante al cambio climático debido a la liberación de CO₂. Entre 2000 y 2016, se perdieron cerca de 55 millones de hectáreas de bosque, es decir, alrededor del 5,5 % del total de la región, lo que representa más del 91 % de las pérdidas forestales en todo el mundo (figura 21)⁵⁰. No obstante, cabe mencionar que la tasa de pérdida neta ha disminuido considerablemente en la última década, a aproximadamente la mitad, con respecto a décadas anteriores⁵¹.

La regeneración natural de los bosques de segundo crecimiento aumenta los sumideros de carbono en el presupuesto de carbono a nivel mundial. En América Latina, los bosques de segundo crecimiento (de hasta 60 años) cubrían 240 millones de hectáreas de tierra en 2008 y en la última década

siguieron siendo el principal factor que contribuía a la restauración de bosques en la región. A lo largo de 40 años, estas tierras pueden acumular potencialmente 8,5 gigatoneladas de carbono en la biomasa presente sobre el suelo a través de la regeneración natural de bajo coste o la regeneración asistida, lo que equivale a un secuestro total de CO₂ de 31,1 gigatoneladas de carbono^{52,53}.

Durante gran parte de 2020, las temperaturas cálidas del océano en el Atlántico tropical alejaron las precipitaciones de América del Sur, lo que creó condiciones cálidas y secas en los bosques áridos y las sabanas del sureste de la Amazonia. En general, en 2020 ha aumentado la frecuencia de los incendios forestales en América del Sur, con respecto a 2019, que ya fue un año crítico en cuanto a incendios. Muchos de los mayores incendios tuvieron lugar en el Pantanal, llanura aluvial que se extiende a lo largo de la frontera entre el Brasil, el Paraguay y el Estado Plurinacional de Bolivia, donde los incendios consumieron más de 43 000 km²⁵⁴. El aumento de la tasa de incendios forestales en 2020 causó daños irreversibles en los ecosistemas, incluidos impactos perniciosos en los servicios ecosistémicos fundamentales y en los medios de subsistencia que dependen de ellos.

⁴⁹ *Ibid.*

⁵⁰ *Ibid.*

⁵¹ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2020: *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas*. Roma, FAO, <https://doi.org/10.4060/ca8642es>.

⁵² IPCC, 2019a: *Climate Change and Land*.

⁵³ FAO y PNUMA, 2020: *El estado de los bosques del mundo 2020*.

⁵⁴ NASA, Earth Observatory, 2021: Fires raged in the Amazon again in 2020, <https://earthobservatory.nasa.gov/images/147946/fires-raged-in-the-amazon-again-in-2020>.

IMPACTOS EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO, LA INFRAESTRUCTURA Y LOS DESPLAZAMIENTOS

En mayo y junio de 2020, la tormenta tropical Amanda azotó El Salvador, a raíz de lo cual el 50 % de los hogares que cultivaban maíz y frijoles vieron su producción reducida a la mitad. Según un estudio realizado por el Programa Mundial de Alimentos, debido a los efectos combinados de los huracanes y la pandemia de COVID-19, 162 000 hogares de El Salvador pasaron a sufrir inseguridad alimentaria⁵⁵. En agosto, la tormenta tropical Laura azotó la isla de La Española, que alberga a Haití y a la República Dominicana, ocasionando inundaciones que causaron enormes daños. Además de las prolongadas sequías que afectaron a Haití, Laura y las intensas lluvias e inundaciones asociadas causaron importantes pérdidas en las cosechas y de ganado. Se estima que los impactos en la agricultura fueron considerables, en particular en el departamento de Sudeste, donde algunos cultivos sufrieron pérdidas de entre el 50 % y el 80 %⁵⁶.

Los huracanes Eta e Iota fueron dos de los fenómenos más destructivos de 2020 en América Latina y el Caribe. Eta e Iota, dos huracanes de categoría 4, afectaron a más de 8 millones de personas en América Central. Guatemala, Honduras y Nicaragua fueron los países más afectados, con 1 millón de hectáreas de cultivos dañados y la alteración de los medios de subsistencia agrícolas de las personas que viven en los territorios indígenas. En el sector ganadero, se perdieron más de 190 000 cabezas de reses, cerdos y aves de corral, así como activos de importancia fundamental como infraestructuras y equipo agrícola⁵⁷.

En Honduras, 4,7 millones de personas se vieron afectadas y 569 220 hectáreas de cultivos resultaron dañadas por los impactos concurrentes de los huracanes Eta e Iota⁵⁸. Unas 745 comunidades de 155 municipios informaron de daños de diverso grado, y los cortes de las comunicaciones afectaron a más de 95 000 personas en 68 comunidades.

En Guatemala, Eta e Iota afectaron a 1,8 millones de personas, dañaron 164 448 hectáreas de tierra cultivada y causaron la muerte de 126 812 cabezas de ganado⁵⁹. Guatemala tuvo que hacer frente a los efectos de Eta en 18 de sus 22 departamentos y, en particular, a los daños considerables a la agricultura, la ganadería y los medios de subsistencia rurales, que contribuyeron a agravar la inseguridad alimentaria existente.

Los costes totales de dichos fenómenos en ambos países recayeron principalmente en el sector privado, mientras que el sector social, concretamente la vivienda, fue el más afectado por los daños. En cuanto a las pérdidas, en ambos países, el sector productivo fue el más afectado, concretamente los subsectores de la agricultura, el comercio y la industria. Se vieron afectados las fuentes de ingresos de las familias y el lugar donde vivían. En Honduras, para 2020, el impacto en el crecimiento fue de 0,8 puntos del producto interno bruto (PIB), mientras que en Guatemala fue de 0,1 puntos del PIB.

En Nicaragua, se vieron afectadas 1,8 millones de personas y se perdieron 220 000 hectáreas de tierra cultivada y 43 667 cabezas de ganado. El sector pesquero también se vio gravemente afectado, ya que 4 000 pescadores en pequeña escala perdieron sus equipos de pesca⁶⁰.

Nicaragua, que sufrió el primer impacto de Eta cuando aún era una tormenta de categoría 4, emitió un informe preliminar indicando que 8 000 viviendas, 16 centros de salud y diversas carreteras y puentes habían resultado dañados, y que más de 47 000 personas habían buscado refugio en 325 centros. Las autoridades estiman que los daños materiales ascienden a 172 millones de dólares de los Estados Unidos y los costes de restauración inmediata ascienden a 36,4 millones de dólares.

El amplio alcance y variación de las lluvias atribuidas a Eta contribuyeron a que se produjeran impactos considerables en Panamá, Costa Rica, Belice y el sureste de México, que también experimentó los efectos combinados de un frente frío

⁵⁵ <https://reliefweb.int/report/el-salvador/el-salvador-covid-19-informe-de-situacion-no17-al-25-de-agosto-2020>

⁵⁶ OCHA, 2020: Haiti: Tropical Storm Laura. Situation report No. 4, <https://reliefweb.int/report/haiti/haiti-tropical-storm-laura-situation-report-no-4-28-august-2020-1600>.

⁵⁷ FAO, 2021: Subregional Central America: Hurricanes Eta and Iota – Urgent call for assistance, <http://www.fao.org/3/cb3810en/cb3810en.pdf>.

⁵⁸ FAO, 2020: La República de Honduras: Huracanes Eta e Iota – Llamado Urgente de Asistencia, <http://www.fao.org/3/cb2604es/cb2604es.pdf>.

⁵⁹ FAO, 2020: La República de Guatemala: Huracanes Eta e Iota – Llamado Urgente de Asistencia, <http://www.fao.org/3/cb2587es/cb2587es.pdf>.

⁶⁰ FAO, 2021: La República de Nicaragua: Huracanes Eta e Iota – Llamado Urgente de Asistencia, <http://www.fao.org/3/cb2821es/CB2821ES.pdf>.

que atravesaba la zona. El Gobierno de Panamá destinó 100 millones de dólares para atender las necesidades relacionadas con Eta e informó de que 3 330 personas se habían visto afectadas. Costa Rica informó de que 325 000 personas se habían visto afectadas directa o indirectamente. Belice informó de inundaciones de gran magnitud en los distritos de Cayo, Stann Creek y Toledo, lo que limitó inicialmente la evaluación completa de los daños; según las estimaciones preliminares, se vieron afectadas entre 50 000 y 60 000 personas de las comunidades ribereñas. Las autoridades mexicanas informaron de que la interacción de Eta con el frente frío en el sur de México había afectado a los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz, y estimaron que más de 177 600 personas habían necesitado asistencia en todos esos estados y que 58 800 viviendas habían sufrido daños.

IMPACTOS EN LAS ISLAS PEQUEÑAS Y ZONAS DE BAJA ALTITUD

El aumento del nivel del mar supone un gran riesgo para las zonas costeras de baja altitud de la región de América Latina y el Caribe, y las personas que viven en esas zonas (PEID) corren especial riesgo. Dicho riesgo puede aumentar debido a una posible duplicación de la frecuencia de incluso pequeñas subidas del nivel del agua (0,1 a 0,2 m)⁶¹. Esta amenaza, agravada por la mayor frecuencia de fenómenos extremos, es especialmente pronunciada para los PEID del Caribe, como señala recientemente la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)⁶². En América Latina y el Caribe, más del 27 % de la población de la región vive en zonas costeras⁶³. Se estima que entre el 6 % y el 8 % de la población vive en zonas con riesgo alto o muy alto de verse afectadas por amenazas costeras, y el número de personas que viven por debajo de niveles del mar extremos que se producen cada cien años en América Latina y el Caribe pasará de 7,5 millones en 2011 a 9 millones a finales de siglo (suponiendo que no crezca la población)⁶⁴.

Según el IPCC, los cambios en los océanos ya afectan a las costas e islas de baja altitud, con riesgos en cascada y agravados. Se prevé que los riesgos elevados aumenten durante el siglo XXI. Las comunidades humanas vulnerables, como las de los entornos de los arrecifes de coral, tal vez sobrepasen los límites a la adaptación mucho antes de que termine el siglo, incluso en una trayectoria de bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Es fundamental que estas regiones de baja altitud sumamente expuestas y vulnerables dispongan de medidas eficaces y satisfactorias de mitigación y adaptación para hacer frente al cambio climático, ya que la mayoría de ellas tal vez se enfrenten a límites a la adaptación más allá de 2100, debido a la subida asegurada del nivel del mar a largo plazo⁶⁵.

ACIDIFICACIÓN DEL OCÉANO E IMPACTOS EN LOS ARRECIFES DE CORAL

Los impactos de la acidificación del océano ya están presentes en la región de América Latina y el Caribe, especialmente en los arrecifes de coral. Los valores de pH en la superficie más bajos del mundo se encuentran en el Pacífico tropical oriental, que se extiende por el lado del Pacífico de México y América Central hasta las zonas costeras del Ecuador. La barrera de arrecifes mesoamericana es el segundo arrecife de coral más grande del mundo y su erosión neta debida a la acidificación es del 37 %, con una acreción de solo el 26 % y con bajas tasas de calcificación neta. En la región costera del Pacífico de América Central, los arrecifes ya se encuentran en los límites medioambientales de desarrollo, y en el Pacífico tropical nororiental se prevé que los grandes ecosistemas marinos alcancen rápidamente la limitación de aragonito para el desarrollo de los arrecifes de coral. Los impactos de la acidificación de los océanos en los arrecifes de coral y las posibles consecuencias perjudiciales para la vida marina y las comunidades humanas que dependen de ella en la región de América Latina y el Caribe son particularmente graves para los PEID del Caribe⁶⁶.

⁶¹ IPCC, 2018: *Global Warming of 1.5°C*.

⁶² Tambutti T. y J.J. Gómez (eds.), 2020: *The Outlook for Oceans, Seas and Marine Resources in Latin America and the Caribbean: Conservation, Sustainable Development and Climate Change Mitigation, Project Documents*. Santiago, CEPAL.

⁶³ *Ibid.*

⁶⁴ IPCC, 2019b: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*.

⁶⁵ *Ibid.*

⁶⁶ Tambutti y Gómez (eds.), 2020: *The Outlook for Oceans, Seas and Marine Resources in Latin America and the Caribbean*.

RIESGOS ASOCIADOS A LOS FENÓMENOS EXTREMOS

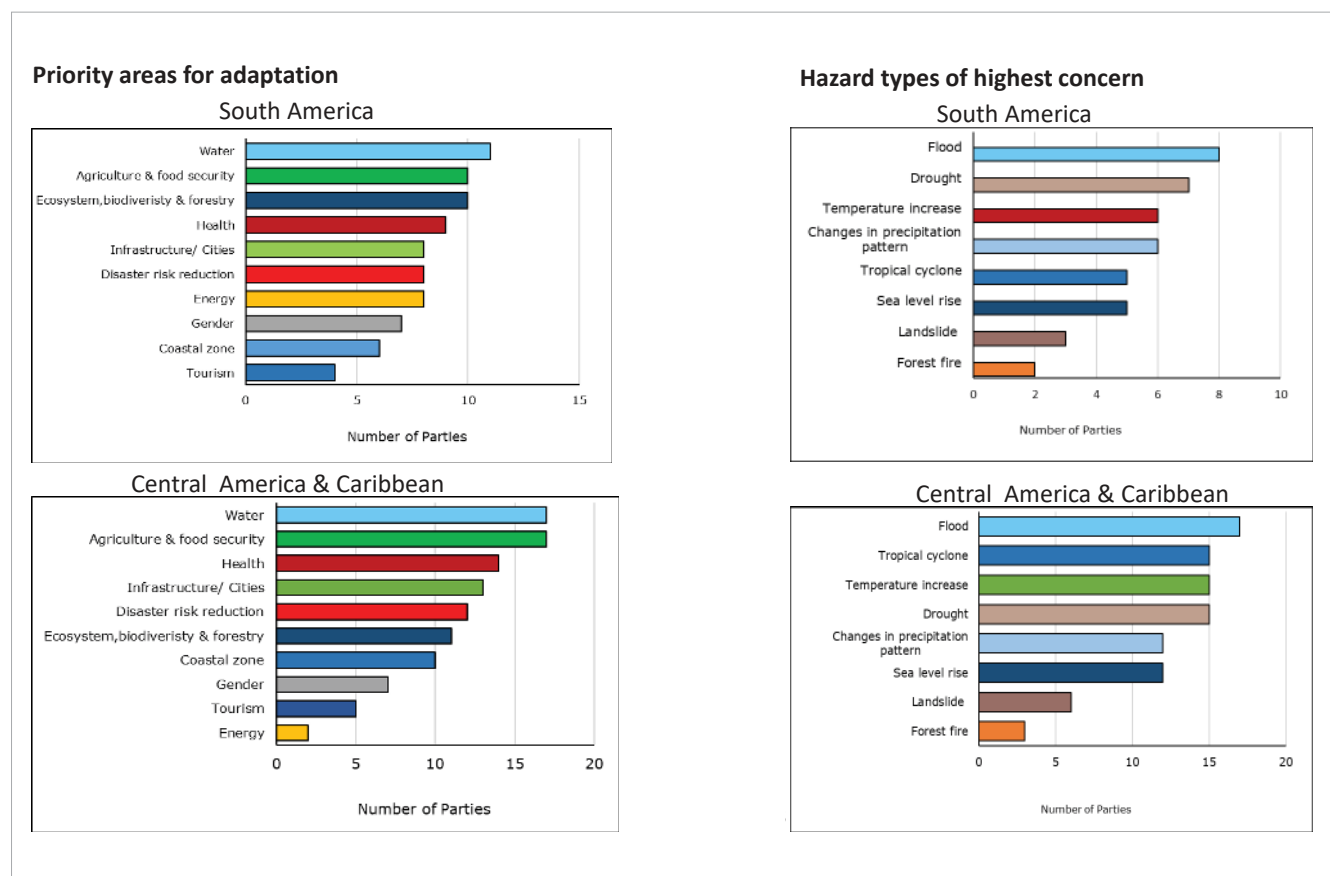
América Latina y el Caribe es una de las regiones del mundo más afectadas por los desastres relacionados con el clima. Los fenómenos hidrometeorológicos, como inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor, representan el 93 % de todos los desastres ocurridos en los últimos 20 años. Los tipos de desastre más frecuentes registrados en el mundo entre 2000 y 2019 fueron las inundaciones (44 %) y las tormentas (28 %) ⁶⁷. Además, aparte de los desastres de mayor envergadura, la región sufre cada año miles de sucesos de menor envergadura, que atraen menos atención pero que conllevan enormes costes acumulados y un sufrimiento incommensurable. Estos sucesos incluyen inundaciones localizadas

en zonas rurales o urbanas, deslizamientos de tierra, daños relacionados con lluvias o vientos intensos, y cultivos afectados por heladas, olas de calor y sequías ⁶⁸.

Las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) de los países de América Latina y el Caribe presentadas a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reflejan esta combinación de peligros (figura 22). Dichas contribuciones se centran en los fenómenos extremos relacionados con el agua, como las inundaciones y las sequías, pero los ciclones tropicales, los cambios en los patrones de precipitación y el aumento de las temperaturas son también motivo de gran preocupación. Las principales prioridades sectoriales para la adaptación son el agua; la agricultura y la seguridad alimentaria; la salud; los

Figura 22. Tipos de peligro que más preocupan y esferas prioritarias para la adaptación en las contribuciones determinadas a nivel nacional de los países de América Latina y el Caribe.

Fuente: NDCs



⁶⁷ Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED) y Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), 2020: *The Human Cost of Disasters. An Overview of the Last 20 Years (2000–2019)*.

⁶⁸ UNDRR (2021), Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR).

ecosistemas, la biodiversidad y la silvicultura; las infraestructuras y las ciudades, y la reducción de riesgos de desastre.

El cambio climático puede conllevar la prolongación de las estaciones cálidas, la falta de lluvia y el aumento de la intensidad y la frecuencia de las tormentas tropicales. El aumento del nivel del mar afectará cada vez más a las comunidades costeras, especialmente en las pequeñas islas del Caribe. En el Caribe, región en constante recuperación como consecuencia de desastres, los factores de riesgo relacionados con el cambio climático pueden incluir el aumento de la temperatura, una mayor vulnerabilidad a la sequía, la disminución proyectada de las precipitaciones, la erosión costera, la decoloración coralina y las amenazas a los recursos marinos. Según el informe titulado *State of the Caribbean Climate*, las proyecciones para esta región apuntan a un aumento de la frecuencia de las temperaturas extremas, incluidos días y noches muy calurosos, a una disminución de los días y noches muy fríos, y a un aumento de los días calurosos consecutivos (o episodios cálidos) y de las condiciones de sequedad hacia finales de siglo (figura 23)⁶⁹.

Si bien el consenso es escaso respecto a la posibilidad de que aumenten las tormentas y huracanes en el Atlántico, las proyecciones de mayor frecuencia de las tormentas más intensas a niveles de calentamiento de 1,5 °C y niveles superiores son motivo importante de preocupación, lo que convierte la adaptación en una cuestión de supervivencia. Las condiciones meteorológicas extremas, vinculadas a las tormentas tropicales y los huracanes, representan uno de los mayores riesgos inmediatos a los que se enfrentan en concreto los países insulares del Caribe⁷⁰.

El Caribe debería contemplar la posibilidad de que en el futuro la génesis, la frecuencia y la trayectoria de las tormentas tropicales y los huracanes sean similares a las experimentadas en las dos últimas décadas, pero de mayor intensidad (intensidad de la precipitación y velocidad del viento)⁷¹. Un océano más cálido probablemente dará lugar a la generación de huracanes más intensos y tendrá efectos cada vez más negativos en la salud de los corales y en la ecología marina en general. La compleja relación entre el cambio climático y el desarrollo sostenible en la región del Caribe queda demostrada por el efecto en cascada que

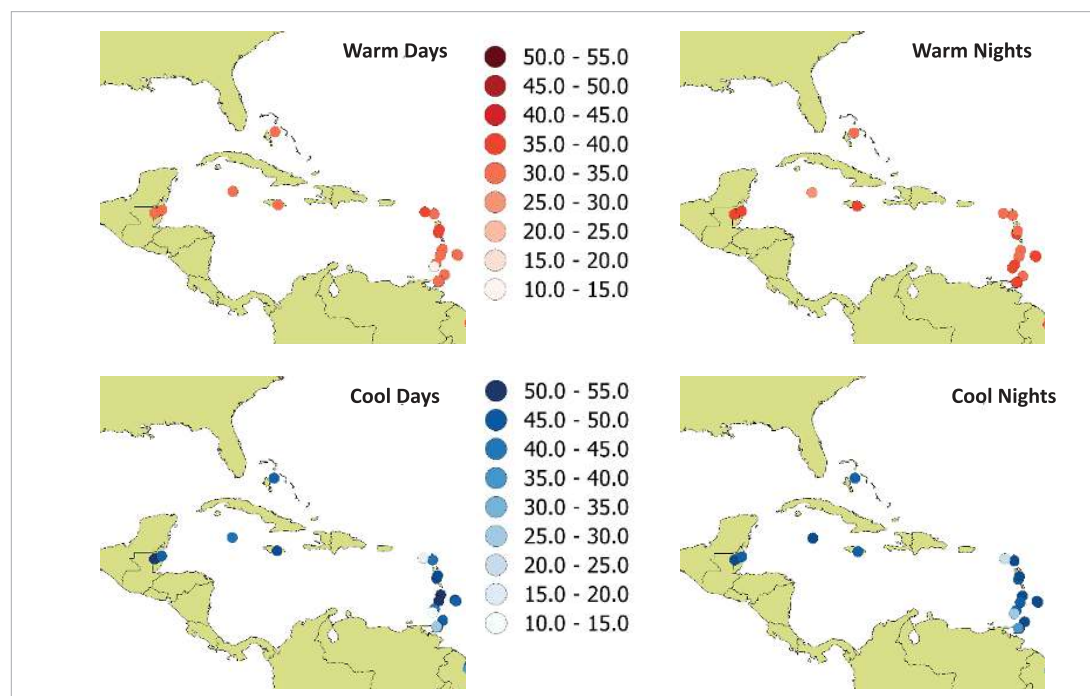


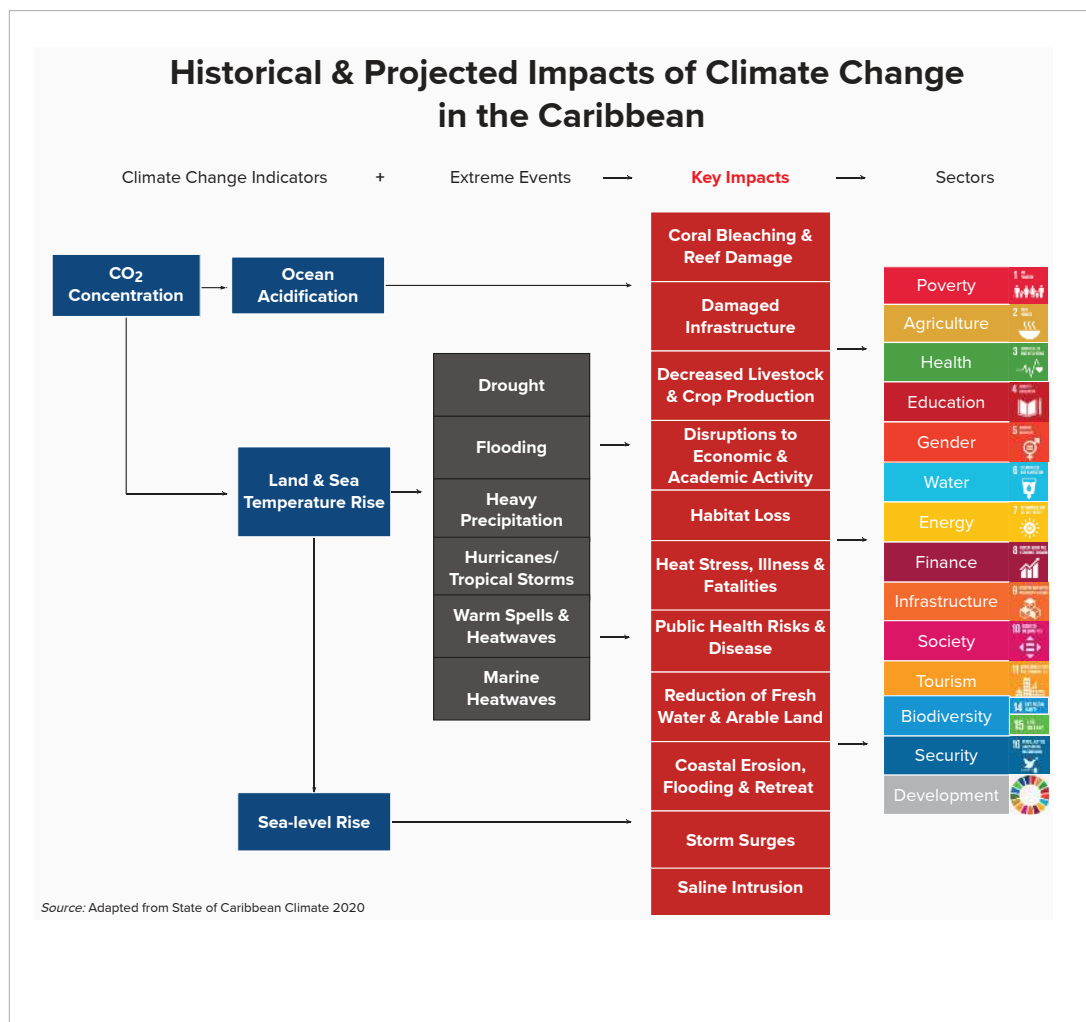
Figura 23. Proyecciones de días y noches cálidos (percentil 90) y días y noches fríos (percentil 10) para el período 2090-2100, con respecto a 2006-2016, para la trayectoria de concentración representativa (RCP) 8,5. Las unidades corresponden a días. Fuente: Climate Studies Group Mona (eds.), 2020

⁶⁹ Climate Studies Group Mona (eds.), 2020: *The State of the Caribbean Climate*.

⁷⁰ IPCC, 2018: *Global Warming of 1.5°C*.

⁷¹ Climate Studies Group Mona (eds.), 2020: *The State of the Caribbean Climate*.

Figura 24. Impactos históricos y proyectados del cambio climático en la región del Caribe.
Fuente: OMM, adaptación de Climate Studies Group Mona (eds.), 2020



ejercen los indicadores climáticos clave (como la concentración de CO₂, la acidificación del océano, el aumento de nivel del mar y los fenómenos extremos) en diversos sectores a través de los principales impactos (figura 24).

Los factores de riesgo relacionados con el clima y el cambio climático no son suficientes por sí solos para explicar el nivel de devastación, el

coste de los desastres en la región o su evolución futura. Los factores de riesgo relacionados con la exposición y la vulnerabilidad, creados por la intervención humana en nuestro entorno físico (por ejemplo, la urbanización incontrolada o no regulada y la destrucción de los ecosistemas), y otros factores subyacentes de riesgo, como la pobreza, la desigualdad y la corrupción, también desempeñan un papel fundamental⁷².

⁷² UNDRR (2021), Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR).

Mejora de las políticas de adaptación y resiliencia al clima

ADAPTACIÓN BASADA EN EL ECOSISTEMA

En todo el mundo se han aplicado diversas respuestas de adaptación a los impactos y riesgos en las zonas costeras, pero ello se ha hecho principalmente como reacción al riesgo actual en las zonas costeras o a los desastres experimentados⁷³. La CEPAL ha destacado continuamente la gran vulnerabilidad de la región de América Latina y el Caribe al cambio climático en sus zonas costeras y la necesidad de priorizar una agenda de adaptación. Sin embargo, aunque la mayoría de los países tienen estrategias, planes y programas de adaptación que incluyen medidas relacionadas con las zonas costeras, no se ha prestado mucha atención a las oportunidades de mitigación del cambio climático.

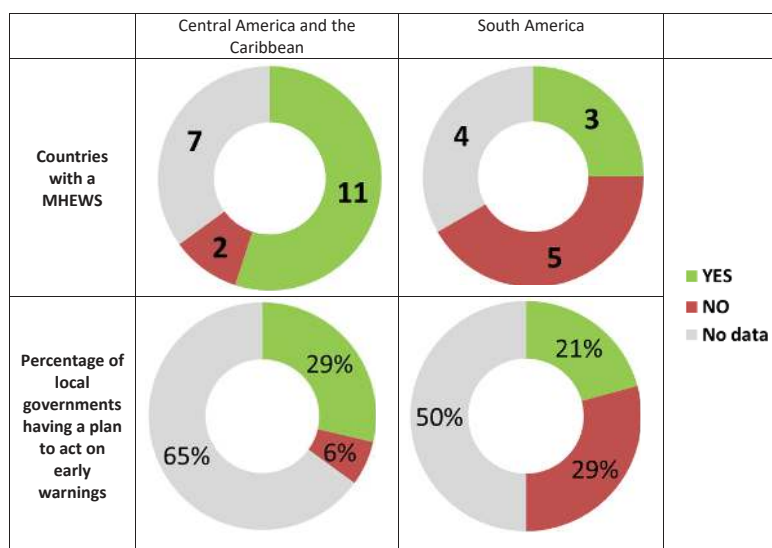
Las contribuciones determinadas a nivel nacional de los países de América Central y el Caribe incorporan propuestas de adaptación relacionadas con los océanos, como la rehabilitación de manglares y humedales, para reducir los impactos del aumento del nivel del mar y del nivel del mar extremo. Las medidas de adaptación basadas en el ecosistema incluyen la conservación y rehabilitación de los ecosistemas de carbono azul existentes, como los manglares, las praderas submarinas y las marismas, y constituyen una gran oportunidad para mitigar el calentamiento global. Especialmente en América Latina y el Caribe, los manglares son un recurso excepcional para este fin. Este ecosistema puede almacenar entre tres y cuatro veces más carbono que la mayoría de los bosques del planeta y proporciona otros muchos servicios, como la estabilización de las costas, la conservación de la biodiversidad y la atenuación de desastres. Sin embargo, en contra de las preferencias de adaptación de varios países costeros, en particular los PEID, las oportunidades de aplicar medidas de adaptación basadas en el ecosistema como medio para hacer frente a las amenazas costeras y al aumento del nivel del mar son cada vez más limitadas. Los datos recientes indican que las zonas de manglares en América Latina y el Caribe han disminuido un 20,22 % en el período 2001-2018⁷⁴.

MEJORA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN SOBRE RIESGOS MÚLTIPLES Y LOS SERVICIOS CLIMÁTICOS

Las medidas de adaptación, como los Sistemas de Alerta Temprana Multirriesgos (MHEWS), no están lo suficientemente desarrolladas en la región de América Latina y el Caribe. En particular, América del Sur, junto con África, se enfrenta a las mayores deficiencias de capacidad relativas a los sistemas de alerta temprana (figura 25). La capacidad relacionada con la preparación para la respuesta y el seguimiento y la evaluación de los beneficios socioeconómicos de dichos sistemas es especialmente limitada.

La región del Caribe presenta una alta vulnerabilidad a la sequía. Siete de sus territorios están en la lista mundial de países con mayor estrés hídrico, con menos de 1 000 m³ de recursos de agua dulce per cápita^{75,76}. Se prevé que la expansión del sector turístico, el crecimiento de la población, la urbanización, el aumento de la riqueza de la sociedad, las prácticas y estrategias ineficaces de gestión de los recursos hídricos y la disminución de la calidad del agua debido a las actividades humanas y a los factores climáticos generen más estrés⁷⁷. Por consiguiente, la alerta temprana de sequías en el Caribe debería, como mínimo, centrarse en la escala de tiempo estacional a interanual. Las proyecciones del Foro sobre la Evolución Probable

Figura 25. Aplicación de Sistemas de Alerta Temprana Multirriesgos (MHEWS) según la información proporcionada por Miembros regionales de la OMM (20 de América Central y el Caribe y 12 de América del Sur). Fuente: OMM, 2020 *State of Climate Services* (WMO-No. 1252) (Estado de los servicios climáticos en 2020)



⁷³ IPCC, 2019b: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*.

⁷⁴ Tambutti y Gómez (eds.), 2020: *The Outlook for Oceans, Seas and Marine Resources in Latin America and the Caribbean*.

⁷⁵ La FAO considera que un país experimenta escasez de agua si tiene menos de 1 000 m³ de recursos de agua dulce per cápita. Véase FAO, 2021: El Caribe debe prepararse para mayores sequías debido al cambio climático, <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/419203/>. Véase también FAO, 2016: *Drought Characteristics and Management in the Caribbean*. Roma, FAO.

⁷⁶ Climate Studies Group Mona (eds.), 2020: *The State of the Caribbean Climate*.

⁷⁷ *Ibid.*

del Clima en el Caribe, preparadas por el Instituto de Meteorología e Hidrología del Caribe (IMHC), con contribuciones de un grupo más amplio de meteorólogos y climatólogos regionales, examinan el riesgo climático relativo en escalas de tiempo subestacionales a estacionales. Esas predicciones estacionales son una importante fuente de información para anticipar posibles impactos, como los relacionados con la sequía.

Un estrecho seguimiento de los peligros climáticos vinculado a los sistemas de alerta temprana puede servir de base para la adopción de medidas preventivas y de planes de contingencia con el fin de reducir el riesgo de desastre y el impacto de los desastres en la vida, los medios de subsistencia y la seguridad alimentaria. Los sistemas de seguimiento de peligros específicos, como el Sistema del Índice de Estrés Agrícola de la FAO, en combinación con otras herramientas de seguimiento existentes (índices de inseguridad alimentaria y predicciones meteorológicas), son ejemplos de herramientas útiles que permiten a los gobiernos emitir avisos de alerta temprana para sectores específicos, como la agricultura. El Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC) proporciona orientación detallada sobre el desarrollo conjunto y la prestación de los servicios climáticos necesarios para apoyar la adopción de decisiones en los sectores sensibles al clima, entre ellos, los destacados como prioritarios en las contribuciones determinadas a nivel nacional de los países de América Latina y el Caribe. Además de los servicios climáticos para la agricultura y la seguridad alimentaria y para la reducción de riesgos de desastre, el Marco Mundial proporciona orientación para los servicios climáticos en apoyo de la consecución de mejores resultados relacionados con el clima en los ámbitos de la gestión de los recursos hídricos, la salud humana y la energía. El Marco Mundial también proporciona orientación para el establecimiento de marcos nacionales para los servicios climáticos⁷⁸. Los marcos nacionales son plataformas de interfaz de usuario con múltiples partes interesadas que permiten el desarrollo y la prestación de servicios climáticos a nivel nacional. Este mecanismo clave del Marco Mundial tiene por objeto mejorar la producción conjunta, la adaptación, el suministro y la utilización de predicciones y servicios climáticos con fundamento científico para atender las prioridades de los países. Los marcos nacionales pueden ayudar a las Partes en el Acuerdo de París a preparar, mantener y

comunicar sus contribuciones determinadas a nivel nacional. Además, los marcos nacionales pueden complementar los planes nacionales de adaptación prestando servicios climáticos que contribuyan a evaluar las vulnerabilidades climáticas, determinar las opciones de adaptación, mejorar la comprensión del clima y sus impactos, y mejorar la capacidad de planificación y aplicación de medidas de adaptación de los sectores sensibles al clima.

Las estructuras de gobernanza deben ser ágiles y adaptables, así como conscientes de las interacciones y consecuencias de los sistemas, para poder hacer frente debidamente a esa complejidad y facilitar el desarrollo de las herramientas necesarias para la toma de decisiones informadas sobre el clima y los riesgos, de modo que las sociedades humanas puedan responder a la incertidumbre. Esto requiere, entre otros esfuerzos, una mayor colaboración y coordinación multisectorial que tenga en cuenta la evidencia científica. El papel de la comunidad científica y tecnológica reviste especial importancia a la hora de apoyar a otros actores fundamentales en la recopilación de la evidencia necesaria, el fortalecimiento de los mecanismos de recopilación de datos, la mejora de las bases de datos de pérdidas y daños, el refuerzo de los Sistemas de Alerta Temprana Multirriesgos y de los servicios climáticos, y la integración efectiva de la información sobre el riesgo de desastres en la planificación del desarrollo^{79,80}. Las alianzas en los distintos niveles de intervención, entre el sector público, la comunidad científica y tecnológica, el sector privado y el mundo académico, así como la sociedad civil y las organizaciones comunitarias, serán fundamentales para atender la evolución de las necesidades de nuestra agenda común en aras de un desarrollo consolidado y coherente que tenga en cuenta los riesgos y se base en soluciones innovadoras. Los enfoques multirriesgos reconocen los vínculos entre el clima y otros peligros y son imprescindibles para elaborar estrategias de gestión de riesgos que puedan reducir los impactos en cascada. Un análisis intersectorial de los riesgos fundamentado en los mecanismos de coordinación existentes para los agentes de desarrollo ayudará a crear esta capacidad. Las evaluaciones multidimensionales y desglosadas de la vulnerabilidad pondrán de manifiesto la relación entre el riesgo, la pobreza, la inseguridad alimentaria, el género, la edad, la etnia y otros factores clave que agravan el riesgo, lo que conducirá a soluciones de política cada vez más integradas.

⁷⁸ <https://gfcs.wmo.int/national-frameworks-for-climate-services>

⁷⁹ Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, *The Role of Science, Technology and Innovation in Building Resilient Communities, Including Through the Contribution of Citizen Science*. Ginebra, Naciones Unidas, https://unctad.org/system/files/official-document/dtlstict2019d11_en.pdf.

⁸⁰ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2019: *Strengthening Early Warning Systems in the Caribbean*, https://www.latinamerica.undp.org/content/rblac/en/home/library/environment_energy/strengthening-early-warning-systems-in-the-caribbean-early-warni.html.

Lecturas adicionales

Alfaro, E., 2002: Some characteristics of the precipitation annual cycle in Central America and their relationships with its surrounding tropical oceans. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 7(2): 99–115.

Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED) y Secretaría Interinstitucional de las Naciones Unidas de la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (UNISDR), 2018: *Economic Losses, Poverty & Disasters: 1998–2017*.

Enfield, D. y E. Alfaro, 1999: The dependence of Caribbean rainfall on the interaction of the tropical Atlantic and Pacific Oceans. *Journal of Climate*, 12: 2093–2103.

Maldonado, T. y otros, 2018: A review of the main drivers and variability of Central America's climate and seasonal forecast systems. *Revista de Biología Tropical*, 66: S153–S175.

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020: *Socio-economic Impacts and Risks in the Caribbean*. De próxima publicación.

UNISDR, 2015: *Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres 2015: Hacia el desarrollo sostenible: El futuro de la gestión del riesgo de desastres*. Nueva York, Naciones Unidas, https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015_SP.pdf.

—, 2019: *Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres: 2019*. Nueva York, Naciones Unidas, <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2019>.

Van Meerbeeck C.J., 2020: *Climate Trends and Projections for the OECS Region. OECS Climate Change Adaptation Strategy & Action Plan*. Comisión de la Organización de Estados del Caribe Oriental, <https://www.oecs.org/climate-&-disaster-resilience/resources.html?task=document.viewdoc&id=5>.

Van Meerbeeck C.J., 2020: *Climate Trends and Projections for the OECS Region. OECS Climate Change Adaptation Strategy & Action Plan*. Organisation of Eastern Caribbean States Commission, <https://www.oecs.org/climate-&-disaster-resilience/resources.html?task=document.viewdoc&id=5>.

OMM, *State of Climate Services report: Risk Information and Early Warning Systems*, 2020, WMO-No. 1252, https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10385.

Lista de colaboradores

ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES

Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Argentina; Servicio Nacional de Manejo del Fuego (SNMF), Argentina; Instituto de Meteorología e Hidrología del Caribe (IMHC), Barbados; Servicio Meteorológico Nacional, Belice; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Bolivia (Estado Plurinacional de); Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Bolivia; Instituto Nacional de Meteorología del Brasil (INMET), Brasil; Centro Nacional de Monitoreo y Alertas de Desastres Naturales (CEMADEN), Brasil; Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE), Brasil; Dirección Meteorológica de Chile (DMC), Chile; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Colombia; Instituto Meteorológico Nacional (IMN), Costa Rica; Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH), Costa Rica; Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Ecuador; Copernicus Climate Change Service (C3S); Universidad Regional Amazónica (IKIAM), Ecuador; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), El Salvador; Equipo Experto en Vigilancia y Evaluación del Clima (ET-CMA); Servicio Meteorológico Nacional (SMN), México; Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), México; Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), México; Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), Paraguay; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Perú; Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Perú; Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), Estados Unidos de América; Instituto Internacional de Investigación sobre el Clima y la Sociedad (IRI), Estados Unidos de América; Servicio Meteorológico Nacional, Reino Unido; Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET), Uruguay; Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), Venezuela (República Bolivariana de); Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED); Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN); ReliefWeb; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR, anteriormente UNISDR); Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCHA); Organización Meteorológica Mundial (OMM); Servicio Mundial de Control de Glaciares (WGMS).

COLABORADORES INDIVIDUALES

Jose A. Marengo (autor principal, CEMADEN), Teddy Allen (CIMH), Luiz Alvarado (IMN), José Álvaro Silva (WMO), Lincoln Alves (INPE), Nahuel Arenas (UNDRR), Grinia Avalos Roldan (SENAMHI-Peru), Pablo Ayala (MARN), Omar Baddour (WMO), Julian Baez (WMO), Luis Basantes (IKIAM), Rubén Basantes-Serrano (IKIAM), Omar Bello (ECLAC), Tereza Cavazos (CICESE), Jessica Blunden (ET-CMA), Anny Cazenave (LEGOS), Ladislaus Changa (ET-CMA), Caio A.S. Coelho (INPE), Kris Correa Marrou (SENAMHI-Perú), Ana Paula Cunha (CEMADEN), Maxx Dilley (WMO), Francesco Gaetani (UNEP), Federico Gomez (WMO), Veronica Grasso (WMO), Karina Hernandez (IMN), John Kennedy (ET-CMA), Renata Libonati (ET-CMA), Filipe Lucio (WMO), Juerg Lutherbacher (WMO), Rodney Martinez (WMO), Jorge Molina (SENAMHI-Bolivia), Osvaldo Morales (CEMADEN), Nakiete Msemo (WMO), Juan Jose Nieto (CIIFEN), Berta Olmedo (CRRH-SICA), Max Pastén (DMH), Juliet Perdigón (SMN-México), Andrea M. Ramos (INMET), Juan Jose Ramos (CONAGUA), Claire Ransom (WMO), Roberto Salinas (DMH), Nury Sanabria (IMN), Milagros Skansi (SMN-Argentina), José Luis Stella (ET-CMA), Werner Stolz España (IMN), Oksana Tarasova (WMO), Blair Trewin (ET-CMA), Adrian Trotman (CIMH), Cedric Van Meerbeek (CIMH), Markus Ziese (ET-CMA).



United Nations
Framework Convention on
Climate Change



Food and Agriculture Organization
of the United Nations



CEPAL



Para más información, diríjase a:

Organización Meteorológica Mundial

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

Oficina de Comunicaciones Estratégicas
Gabinete del Secretario General

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

Correo electrónico: cpa@wmo.int

public.wmo.int