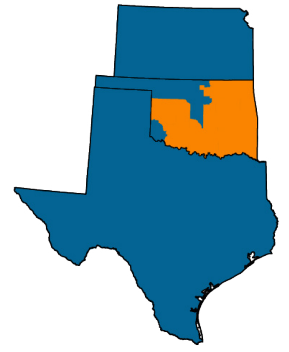


Grandes Llanuras del Sur



Capítulo 26. Grandes Llanuras del Sur

Autores y colaboradores

Autor principal de coordinación federal

Philip A. Fay, USDA Agricultural Research Service

Autor principal del capítulo

Renee A. McPherson, University of Oklahoma, South Central Climate Adaptation Science Center

Autores del capítulo

Susan G. Alvarez, City of Dallas, Texas

Darrian Bertrand, University of Oklahoma, Southern Climate Impacts Planning Program

Taylor L. Broadbent, South Central Climate Adaptation Science Center

Tianna Bruno, University of California, Berkeley

Ali Fares, Prairie View A&M University

Brian McCullough, Texas A&M University

Georgianne W. Moore, Georgia Southern University

Bee Moorhead, Texas Impact Foundation

Laura Patiño, City of Austin, Texas

Alexander “Sascha” Petersen, Adaptation International

Nicholas G. Smith, Texas Tech University

Jean L. Steiner, Kansas State University

April Taylor, Chickasaw Nation

Travis Warziniack, USDA Forest Service

Contribuyentes técnicos

Juan Pablo Carvallo, Lawrence Berkeley National Laboratory

Mark Junker, Sac and Fox Nation of Missouri in Kansas and Nebraska

Gary McManus, Oklahoma Climatological Survey

Lauren E. Mullenbach, University of Oklahoma

John W. Nielsen-Gammon, Texas A&M University

John A. Quinlan, NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center

Adrienne M. Wootten, University of Oklahoma

Editor revisor

Mark Shafer, University of Oklahoma

Arte de apertura de capítulo

Cody Norton

Cita recomendada

McPherson, R.A., P.A. Fay, S.G. Alvarez, D. Bertrand, T.L. Broadbent, T. Bruno, A. Fares, B. McCullough, G.W. Moore, B. Moorhead, L. Patiño, A. Petersen, N.G. Smith, J.L. Steiner, A. Taylor, and T. Warziniack, 2023: Cap. 26. Grandes Llanuras del Sur. En: *La Quinta Evaluación Nacional del Clima*. Crimmins, A.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, B.C. Stewart, and T.K. Maycock, Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA. <https://doi.org/10.7930/NCA5.2023.CH26.ES>

Índice de Contenidos

Introducción	5
Mensaje clave 26.1	
Cómo vivimos: El cambio climático degrada la tierra, el agua, la cultura y la salud.....	8
Recuadro 26.1. El lugar es importante: Un estudio de caso de Houston, Texas.....	9
Mensaje clave 26.2	
Cómo trabajamos: El cambio climático crea retos y oportunidades económicas	13
Recuadro 26.2. Ola de frío severa de febrero 2021	15
Mensaje clave 26.3	
Cómo jugamos: Los extremos climáticos ponen en peligro el deporte, las actividades recreativas y el ocio	22
Mensaje clave 26.4	
Cómo sanamos: El cambio climático agrava las disparidades sociales y medioambientales.....	29
Mensaje clave 26.5	
Cómo servimos: El cambio climático pone a prueba las infraestructuras y los servicios públicos.....	35
Recuadro 26.4. Construcción de una ciudad sostenible: Greensburg, Kansas.....	41
Cuentas trazables.....	43
Descripción del proceso	43
Mensaje clave 26.1.....	44
Mensaje clave 26.2.....	46
Mensaje clave 26.3.....	47
Mensaje clave 26.4.....	48
Mensaje clave 26.5.....	50
Referencias	53

Introducción

Los residentes y visitantes de las Grandes Llanuras del Sur —Kansas, Oklahoma y Texas— se benefician de costas, playas arenosas, bosques meridionales, praderas, zonas urbanas, pueblos rurales, matorrales, pastizales y tierras de cultivo de la región. La región abarca 20 ecorregiones¹, cada una con especies distintas y diversas de plantas y animales. Esos ecosistemas proporcionan aire y agua limpios, suelos sanos, paisajes para la recreación y el turismo, hábitats para plantas y animales silvestres y otros beneficios². Las 47 tribus de la región reconocidas por el gobierno federal fueron reubicadas a la fuerza desde otros lugares o territorios limitados a fragmentos de sus territorios tradicionales (hacia 1830-1890)³. Inmigrantes contemporáneos de muchos países se han unido a generaciones de indígenas y a quienes remontan sus raíces a México, Europa y África⁴. Los distintos pueblos y ecosistemas de la región experimentan los impactos del cambio climático de manera diferente, lo que requiere respuestas particulares al riesgo climático y recursos para la resiliencia.

La disponibilidad de agua es desigual en las Grandes Llanuras del Sur, lo que contribuye a diferenciar estilos de vida, mano de obra y cargas sociales. Las precipitaciones anuales son menores en la parte oeste de la región (10-15 pulgadas) y aumentan considerablemente cerca del límite este (más de 50 pulgadas), con una gran variabilidad anual y estacional en todas partes⁴. Los ríos suelen fluir de noroeste a sureste y los humedales transitorios poco profundos salpican los paisajes del oeste. Estas aguas superficiales son fundamentales para mantener el riego, la ganadería y la diversidad ecológica^{5,6}. El agua subterránea es esencial cerca y al oeste de la Interestatal 35, con acuíferos que sustentan principalmente la producción agrícola y el suministro público de agua⁷. Aunque los gobiernos han creado embalses para el control de inundaciones, el agua potable, el riego y la recreación⁸, la región sufre algunas de las peores escaseces de agua del país, y se proyecta que éstas aumenten tanto en intensidad como en duración⁹.

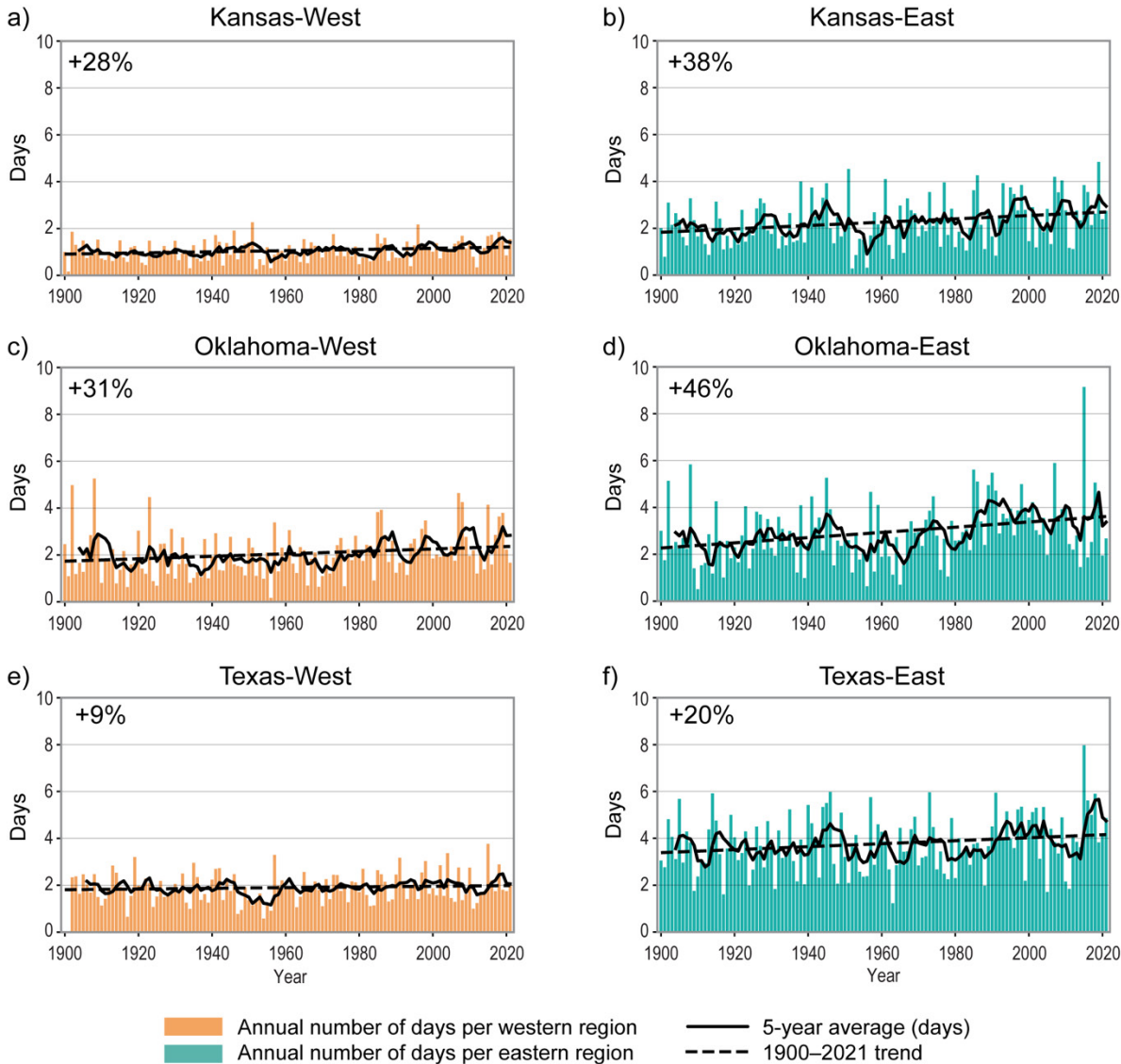
La energía es un motor dominante de la economía de la región. Las vastas reservas de combustibles fósiles de la región han apoyado el desarrollo económico nacional y mundial¹⁰. En las últimas dos décadas, la generación de energía eólica y solar ha proliferado en las tierras del oeste. En 2021, Texas, Oklahoma y Kansas ocuparon el primer lugar (34,400 megavatios [megawatts, MW] de capacidad instalada), el tercer lugar (10,400 MW) y el cuarto lugar (8,300 MW), respectivamente, de la Nación en generación de energía eólica¹¹. La fiabilidad de la generación y distribución de energía renovable y no renovable se ve amenazada por tormentas tropicales, incendios forestales, calor, tormentas invernales, inundaciones y sequías (KM 5.1).

La región abarca algunas de las ciudades de más rápido crecimiento del país, así como muchas pequeñas comunidades rurales con poblaciones en declive. Las comunidades rurales sustentan gran parte de la producción de alimentos, fibras y energía de la región, además de las actividades recreativas. Las áreas metropolitanas de la región son líderes en finanzas, investigación y desarrollo, industrias de servicios y energía, atención médica y turismo. Los extremos climáticos y sus impactos han perjudicado todas las comunidades: dañan las infraestructuras y la producción agrícola, alteran el comercio y la estabilidad de los precios y amplifican las desigualdades sociales (KM 11.1, 11.3, 12.2).

Aunque el cambio climático es global (KM 3.1), sus impactos específicos son regionales (KM 3.3). Hasta ahora, las Grandes Llanuras del Sur han sufrido menos impactos directos y a gran escala del cambio climático que otras regiones debido a su latitud relativamente baja, su terreno llano y su elevada variabilidad climática natural. Aun así, las temperaturas promedio anuales han aumentado desde 1900 hasta 2020: 1.5 °F en Texas y Kansas^{12,13} y 0.6 °F en Oklahoma¹⁴. Las precipitaciones anuales han aumentado en la mayor parte de la región, excepto en el extremo oeste de Texas (Figura 2.4). Además, los días con 2 o más pulgadas de precipitaciones se han hecho más frecuentes en las Grandes Llanuras del Sur, con mayores aumentos en la mitad este de la región que en la oeste (Figura 26.1)¹⁵. Entre 2000 y 2021, Texas soportó sus cinco meses más lluviosos registrados, así como 19 tormentas tropicales con nombre¹³; 8 de estas tormentas fueron

huracanes, incluidos Harvey (2017), Ike (2008) y Rita (2005). En contraste, más de una cuarta parte de Kansas experimentó una sequía de severa a excepcional durante 56 de los 156 meses entre 2010 y 2022. Durante este período, Oklahoma y Texas experimentaron 69 y 82 meses, respectivamente, de estas condiciones de sequía de severa a excepcional¹⁶. Entre 2018 y 2022, la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) informó de 52 desastres individuales relacionados con el clima por valor de mil millones de dólares que afectaron toda la región o parte de ella¹⁷.

Número anual de días con precipitaciones de 2 pulgadas o más (1900-2021)



La frecuencia de días con precipitaciones de 2 pulgadas o más ha aumentado en las Grandes Llanuras del Sur.

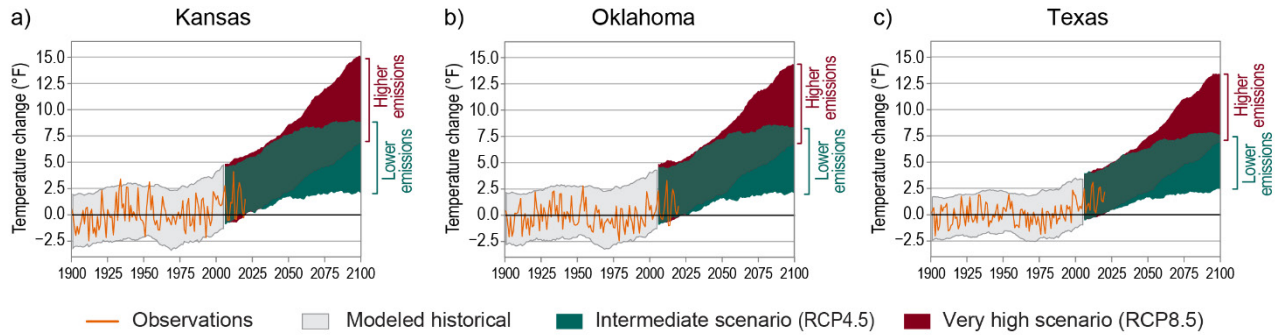
Figura 26.1. Estos gráficos muestran el número anual de días (barras de color) con precipitaciones diarias de 2 pulgadas o más desde 1900 hasta 2021 en el (a) oeste de Kansas (aumento del 28 % para la tendencia lineal a largo plazo); (b) este de Kansas (aumento del 38 %); (c) oeste de Oklahoma (aumento del 31 %); (d) este de Oklahoma (aumento del 46 %); (e) oeste de Texas (aumento del 9 %); y (f) este de Texas (aumento del 20 %) (los datos de las estaciones no estaban disponibles para 1900 y 1901 en el oeste de Texas). Las líneas negras continuas muestran los promedios quinquenales; las líneas negras discontinuas denotan la tendencia 1900-2021. El número de días ha sido muy variable de un año a otro, con menos eventos de 2 pulgadas en promedio en el oeste

(barras doradas) que en el este (barras verdes; divididas en 97.5° oeste, cerca de Wichita, Oklahoma City, Fort Worth y Corpus Christi). Los días con precipitaciones de 2 pulgadas o más han aumentado en las seis regiones. Créditos de la figura: NOAA NCEI y CISESS NC.

Desde la Cuarta Evaluación Nacional del Clima de 2018 ha habido un crecimiento sustancial en la generación de electricidad a escala de servicios públicos a partir de energía eólica en toda la región y de energía solar en Texas. Al mismo tiempo, en Oklahoma y Texas ha disminuido considerablemente el uso del carbón para producir electricidad¹⁸, aunque las emisiones de gases de efecto invernadero de Texas siguen superando con creces las de cualquier otro estado de Estados Unidos (EE. UU.)¹⁹. La ola de frío de febrero de 2021 y la pandemia del COVID-19 resaltaron la fragilidad de los sistemas energético y de atención médica ante los factores de estrés a gran escala. Muchas de las ciudades más grandes de las Grandes Llanuras del Sur han publicado planes de resiliencia climática o sostenibilidad desde 2018. A medida que han aumentado las investigaciones sobre los impactos desproporcionados del cambio climático en las poblaciones sobrecargadas, estas ciudades también han empezado a incorporar conceptos de justicia social a sus procesos de planificación.

Se espera que las temperaturas futuras no tengan precedentes históricos en el registro instrumental en los tres estados (Figura 26.2). Para mediados de siglo, se proyecta que las temperaturas promedio anuales superen los niveles récord históricos, independientemente de la vía de emisión. Además, se proyecta un aumento del número de días extremadamente calurosos y de la intensidad de las condiciones de sequía y una disminución del número de días extremadamente fríos (KM 2.2). En general, se proyecta que las zonas suroeste y sur de las Grandes Llanuras del Sur se vuelvan más secas y que la zona noreste se vuelva más húmeda (Figura 2.10). Se espera que los cambios en el momento, la intensidad y la frecuencia de determinadas condiciones climáticas y eventos extremos influyan en la forma en que nosotros, los residentes de las Grandes Llanuras del Sur, vivimos con la familia y los amigos (KM 26.1), trabajamos en los negocios y la industria (KM 26.2), practicamos deportes y disfrutamos actividades de ocio (KM 26.3), subsanamos las desigualdades e injusticias medioambientales existentes (KM 26.4) y atendemos a los residentes a través de infraestructuras y servicios públicos (KM 26.5).

Cambios históricos y proyectados de la temperatura del aire (1900-2100)



Se proyecta que a finales del siglo las temperaturas del aire en Kansas, Oklahoma y Texas no tengan precedentes históricos.

Figura 26.2. Estos gráficos muestran los cambios observados y proyectados (en comparación con el promedio de 1901-1960; línea negra gruesa) en la temperatura del aire cerca de la superficie de (a) Kansas; (b) Oklahoma; y (c) Texas. Las temperaturas promedio anuales observadas (línea naranja) se representan con el intervalo de temperaturas obtenido a partir de los modelos climáticos (sombreado gris claro) del período histórico. El traslape de las temperaturas observadas y modeladas indica que los modelos representan razonablemente bien el clima de la región. Las proyecciones climáticas hasta 2100 utilizan un escenario intermedio (RCP4.5; sombreado verde) y un escenario muy alto (RCP8.5; sombreado rojo), mostrando una gama de posibles temperaturas futuras. Los resultados de ambos escenarios indican un calentamiento sustancial en Kansas, Oklahoma y Texas a mediados de siglo y un calentamiento sin precedentes históricos a finales de siglo. (a, b) Adaptado de Frankson et al. 2022¹² y Frankson et al. 2022;¹⁴ (c) adaptado de Runkle et al. 2022¹³.

Mensaje clave 26.1

Cómo vivimos: El cambio climático degrada la tierra, el agua, la cultura y la salud

El cambio climático está empezando a alterar la forma en que vivimos en las Grandes Llanuras del Sur, poniéndonos en riesgo de peligros climáticos que degradan nuestras tierras y aguas, la calidad de vida, la salud y el bienestar y la interconexión cultural (*confianza alta*). Se prevé que muchos riesgos climáticos sean más frecuentes, intensos o prolongados, que su extensión espacial aumente y que un mayor número de personas sufran condiciones climáticas costosas, mortales o estresantes (*muy probable, confianza alta*) como resultado. Para abordar el riesgo creciente, entre las medidas efectivas de resiliencia climática se encuentran implementación de soluciones basadas en la naturaleza; la valoración de los conocimientos indígenas, tradicionales y locales; e la incorporación de soluciones al cambio climático en la planificación comunitaria (*confianza media*).

Las tierras y aguas de las Grandes Llanuras del Sur son importantes para las costumbres de la gente y dan forma a las historias de éxitos y luchas familiares y comunitarias. El cambio climático ha añadido tensión a las tierras y aguas que ya se enfrentan a especies invasoras, cambios en el uso de la tierra y fragmentación de la tierra (KM 8.2)²⁰. La salud de los pastizales y praderas se está degradando por la invasión de plantas leñosas debido a los cambios en las precipitaciones²¹ o la supresión de incendios²². Los humedales se ven afectados por altas tasas de evaporación o un exceso de nutrientes procedentes de las escorrentías de

las inundaciones²³. Las tormentas de hielo, la sequía y las altas temperaturas han estresado los bosques, haciéndolos susceptibles de sufrir traumas (enfermedades, plagas, incendios, etc.) y mortalidad^{24, 25, 26}.

Los paisajes urbanos se ven perjudicados por la contaminación del aire y del agua, el calor extremo, la sequía y las inundaciones (KM 12.2). A medida que el cambio climático trae consigo precipitaciones más intensas, las ciudades y pueblos corren un riesgo cada vez mayor de sufrir inundaciones de gran impacto. Las extensas superficies impermeables (p. ej., estacionamientos y tejados) de áreas metropolitanas como Houston (Recuadro 26.1) aumentan la probabilidad de inundaciones generalizadas debido al aumento de la escorrentía²⁷. Las ciudades costeras corren un riesgo añadido por el aumento del nivel del mar. Se calcula que en 2100, con un aumento proyectado del nivel del mar de 3.3 pies a lo largo de la Costa del Golfo de Texas, un huracán de categoría 2 causará entre 3 y 10 veces más daños a los edificios y será \$10,400 millones (en dólares de 2022) más costoso (de promedios de \$3,700 a \$14,100 millones) que una tormenta similar en la actualidad²⁸.

Las tradiciones, el patrimonio y la cultura relacionados con la tierra y el agua también están en peligro debido a los cambios forzados por las nuevas condiciones climáticas^{29, 30}. El calentamiento de las temperaturas está desplazando las áreas de distribución de especies culturalmente significativas, haciéndolas ausentes o escasas en las tierras a las que tienen acceso los pueblos indígenas³¹. Las fuertes lluvias y las consiguientes inundaciones han anegado yacimientos arqueológicos³². Los daños a gran escala o repetitivos provocados por el aumento del nivel del mar, los ciclones tropicales, la sequía y las inundaciones han incrementado el desplazamiento de personas y la migración en la frontera entre Texas y México y de las comunidades costeras (KM 9.3)^{33, 34, 35, 36}.

Las tribus están revitalizando sus prácticas culturales y sus relaciones con la naturaleza para encontrar soluciones que resuenen con sus tradiciones (KM 16.2, 16.3). Por ejemplo, la Alianza Tribal para los Polinizadores se basa en las tradiciones culturales y medicinales indígenas para preservar y restaurar los ecosistemas de praderas para las mariposas monarca y otros polinizadores amenazados³¹. Para reducir el florecimiento de algas nocivas que proliferan con las temperaturas cálidas³⁷, la Nación Chickasaw se ha asociado con terratenientes locales y productores agrícolas del sur de Oklahoma para eliminar enebros invasores, mejorar los métodos de aplicación de fertilizantes y restaurar hábitats nativos de aves que anidan en el suelo³⁸.

Recuadro 26.1. El lugar es importante: Un estudio de caso de Houston, Texas

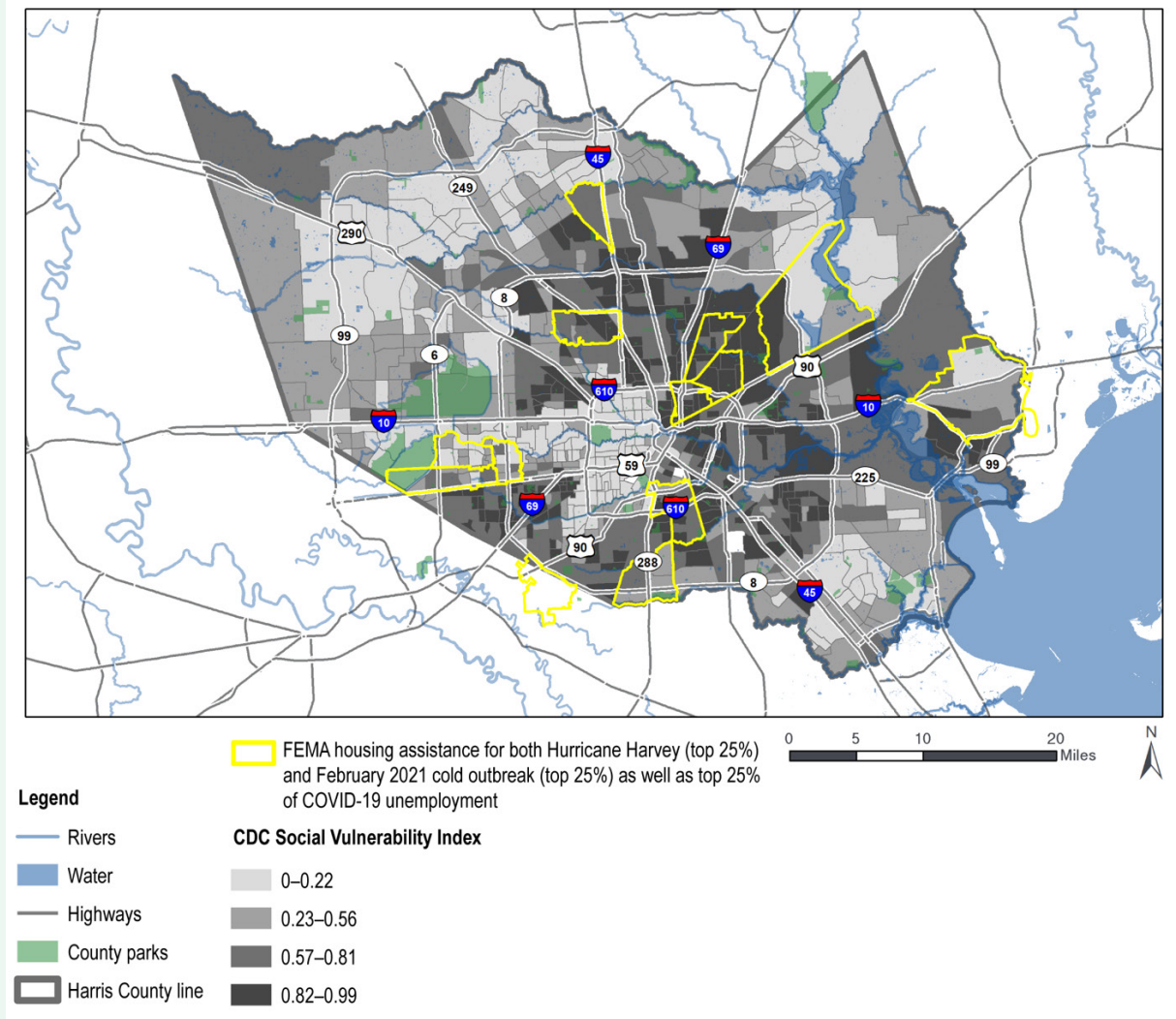
Las acciones de adaptación y mitigación se producen a nivel local, donde importan los valores de las personas y el paisaje circundante. Houston, Texas, ilustra cómo las comunidades urbanas están empezando a incorporar acciones climáticamente inteligentes en sus esfuerzos de planificación.

Houston es una ciudad de 2.3 millones de habitantes dentro de un área metropolitana más amplia de 7.2 millones^{39, 40}. Se convirtió en una importante ciudad portuaria porque la profundidad navegable y la orientación del Buffalo Bayou favorecieron la exportación de productos de las fértiles tierras de cultivo del interior⁴¹. A principios del siglo XX surgió la producción de petróleo y gas, y las compañías se trasladaron a Houston para protegerse de las tormentas costeras después del catastrófico huracán de Galveston de 1900⁴². En la actualidad, Houston es una de las ciudades de mayor crecimiento del país y su puerto es el mayor del país por tonelaje. Alberga el Centro Espacial Johnson de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (National Aeronautics and Space Administration, NASA) y el mayor complejo médico del mundo, el Texas Medical Center.

Demográficamente diversos, los residentes de Houston son predominantemente hispanos (38 %), blancos (35 %), negros (17 %) y asiáticos (8 %)⁴³. Una cuarta parte de los habitantes de Houston han nacido en el extranjero y se hablan casi 150 idiomas. Las desigualdades sociales y el racismo histórico agravan la capacidad de muchos habitantes de Houston para prepararse, responder y recuperarse de los impactos del cambio climático. Por ejemplo, el 45 % de los residentes negros e hispanos no dispone de efectivo para cubrir un gasto inesperado de \$400 en caso de emergencia, en comparación con el 13 % de los blancos y el 7 % de los asiáticos⁴⁴.

Houston sufrió 35 desastres declarados por el gobierno federal entre 1982 y 2022; un tercio de ellos se produjeron desde 2015. Se produjeron inundaciones devastadoras en abril de 2016 (la “inundación del día de los impuestos”), agosto de 2017 (huracán Harvey), septiembre de 2019 (tormenta tropical Imelda) y septiembre de 2020 (tormenta tropical Beta). En agosto de 2011, los residentes experimentaron 24 días de temperaturas del aire superiores a 98 °F⁴⁵. La ola de frío de febrero de 2021 (Recuadro 26.2) paralizó gran parte de los sistemas de energía y agua de Houston. Los efectos de estos desastres se agravan (Figura 26.3; enfoque en eventos compuestos), amplificando el daño a poblaciones especialmente en riesgo.

Daños compuestos en Houston, Texas, por un huracán, un brote de gripe y una pandemia



Los daños causados por los eventos compuestos —un huracán, un brote de gripe y una pandemia— impactaron de forma desproporcionada las poblaciones socialmente vulnerables de Houston, Texas.

Figura 26.3. Varias zonas de Houston (contornos amarillos) que se vieron más afectadas por el huracán Harvey, la ola de frío de febrero de 2021 (denominada extraoficialmente “Uri”) y el desempleo causado por el COVID-19 coincidieron con segmentos de la población con puntuaciones elevadas en el índice de vulnerabilidad social (Social Vulnerability Index, SVI) de los CDC (sombreado gris más oscuro) (el SVI mide 16 factores sociales que describen el estatus socioeconómico, las características del hogar, el estatus racial y étnico, el tipo de vivienda y el acceso al transporte). En el caso de los eventos meteorológicos, los códigos postales se clasificaron según el número de inscritos válidos en el programa individual y de hogares de FEMA para recibir asistencia financiera; en el caso del COVID-19, los códigos postales se clasificaron según el porcentaje de población que solicita el seguro de desempleo debido al COVID-19, según los datos de la Comisión de la Fuerza Laboral de Texas de mayo de 2020 a junio de 2021. Los códigos postales que se sitúan en el 25 % superior

según estos parámetros aparecen en amarillo. Adaptado del Mapa 5 del Rice University's Kinder Institute for Urban Research 2022⁴⁶.

Houston actuó en respuesta a estas experiencias y al consenso científico sobre el cambio climático. La ciudad estableció un director de resiliencia en 2019. En 2020 publicó su estrategia "Resilient Houston" y su plan de acción sobre el clima⁴⁷ para prepararse, resistir y recuperarse de catástrofes repentinas y desastres de evolución lenta, incluidos los agravados por el cambio climático. En agosto de 2020, Houston acogió en un solo día el mayor esfuerzo comunitario del país para medir y mapear los lugares donde el calor urbano era más severo. Un mes después, la ciudad publicó su evaluación del impacto climático⁴⁸, que ilustra cómo se espera que el cambio climático afecte el futuro de Houston. Otras iniciativas incluyen un proyecto de resiliencia de las praderas urbanas y un programa de desgravación fiscal de las aguas pluviales.

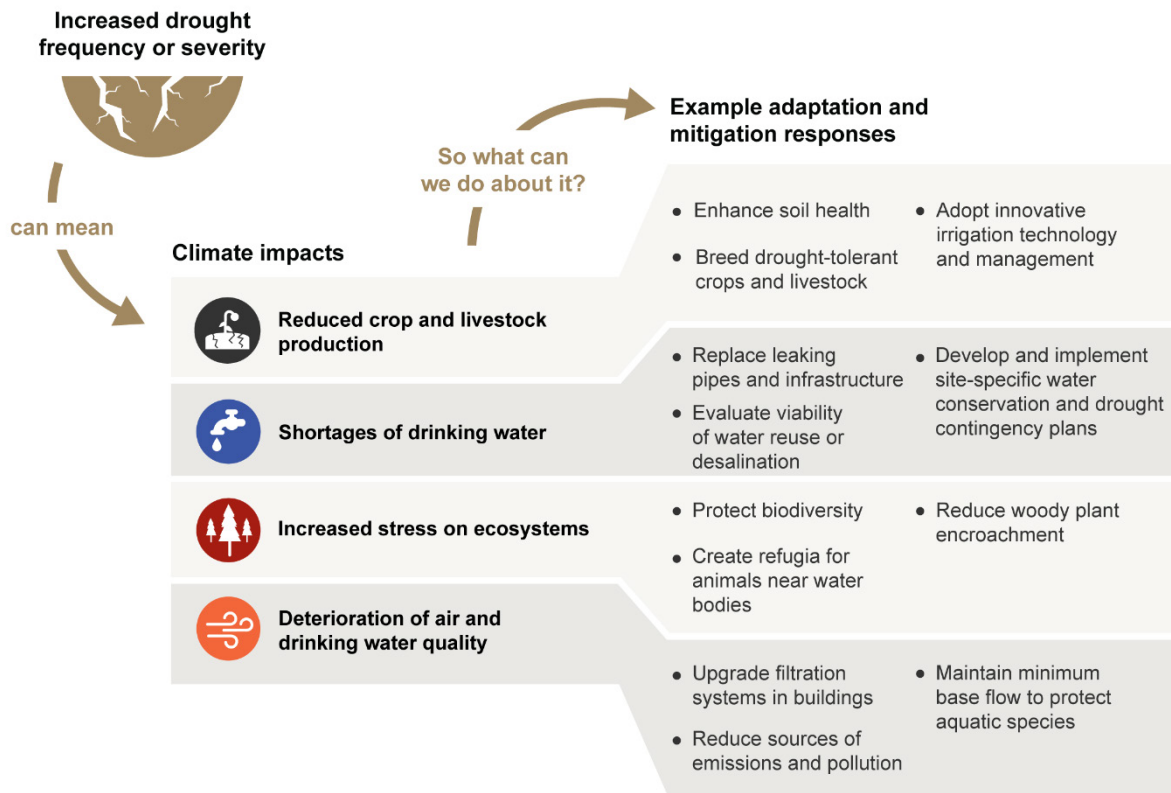
El cambio climático también está afectando la salud pública a través del estrés cardiovascular provocado por las temperaturas extremas, las enfermedades respiratorias potenciadas por alérgenos y contaminantes, el aumento de la transmisión de enfermedades transmitidas por vectores (p. ej., a través de los mosquitos) y las enfermedades causadas por la mala calidad del agua (KM 15.1). Muchos de estos riesgos se ven agravados por los cambios en los ecosistemas y en el uso de la tierra. Por ejemplo, el calentamiento global ha inducido estaciones polínicas más tempranas y largas, con cambios constantes durante las últimas tres décadas en Texas⁴⁹. De 1987 a 2020, la expansión de los cedros rojos orientales se asoció con un aumento del 205 % en la intensidad del polen alérgico en Tulsa, Oklahoma⁵⁰. Durante la temporada de polen de gramíneas, se espera que los centros médicos de emergencia de la región atiendan un promedio de 720 (en un escenario intermedio [RCP4.5]) a 980 (escenario muy alto [RCP8.5]) más pacientes de asma al año para 2050⁵¹.

Las altas temperaturas, sobre todo cuando se combinan con una humedad alta, han perjudicado la salud humana. En Oklahoma, la mayoría de las muertes relacionadas con el calor se han producido de julio a septiembre, durante las olas de calor⁵². Las personas de sexo masculino, raza negra, mayores de 65 años, diabéticas, solteras, sin aire acondicionado o que viven por debajo del umbral de pobreza han tenido un mayor riesgo de muerte relacionada con el calor (KM 15.2)^{52, 53}. Las temperaturas más cálidas también han empeorado la contaminación del aire al aumentar el ozono cerca de la superficie⁵⁴. En 2023, 18 condados de Texas en las áreas metropolitanas de Dallas-Fort Worth y Houston-Galveston superaron los estándares nacionales de ozono (es decir, concentraciones de ozono en 8 horas de 0.100-0.113 partes por millón), lo que afecta a más de 12 millones de personas⁵⁵.

El aumento de las temperaturas amplía los rangos y alarga la temporada activa de garrapatas, mosquitos y otros vectores de enfermedades (KM 15.1)⁵⁶. Por ejemplo, durante enero y febrero de 2017 se informó de actividades de búsqueda de huéspedes de garrapatas, que normalmente se suspenden con temperaturas frías, en el este de Kansas y Oklahoma⁵⁷. Se espera que las temperaturas más cálidas en el futuro favorezcan la expansión del área de distribución de enfermedades tropicales, como el dengue, el virus del Nilo Occidental, la enfermedad de Chagas y la chikunguña⁵⁸. En las partes occidentales de la región, se proyecta que las condiciones futuras más cálidas y secas favorezcan una mayor incidencia de la fiebre del valle,⁵⁹ que es endémica en partes de Texas⁶⁰.

La planificación climáticamente inteligente (Figura 26.4) está aliviando algunas consecuencias perjudiciales de la variabilidad y el cambio climático que amenazan la salud de los residentes. Los esfuerzos de evaluación,⁶¹ planificación y plantación de cubierta arbórea⁶² urbanos⁶³ tienen por objeto reducir los impactos negativos del aumento de las temperaturas, la contaminación del aire y la variabilidad de las precipitaciones en los paisajes urbanos⁶⁴. Los bosques alimentarios comunitarios, como el Osage Orchard de Pawhuska (Oklahoma), proporcionan soberanía y seguridad alimentarias, resiliencia climática y beneficios para la salud pública⁶⁵. Aun así, la falta de recursos entre muchas tribus⁶⁶, trabajadores al aire libre y migrantes⁶⁷ y poblaciones sobrecargadas⁶⁸ ha limitado la capacidad de estos grupos para responder a los riesgos de salud relacionados con el clima.

Acciones de resiliencia para hacer frente a los impactos de sequías más frecuentes o severas en las comunidades



Las acciones de resiliencia pueden ayudar a aliviar las consecuencias perjudiciales para las comunidades de sequías más frecuentes o severas.

Figura 26.4. El aumento de la frecuencia o la severidad de la sequía tiene impactos negativos en las tierras y aguas de las Grandes Llanuras del Sur, como reducción de la producción agrícola y ganadera, escasez de agua potable, aumento de la tensión en los ecosistemas y deterioro de la calidad del aire y agua potable. Los ejemplos de acciones de adaptación y mitigación pueden aumentar la resiliencia y reducir los impactos negativos. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Mensaje clave 26.2

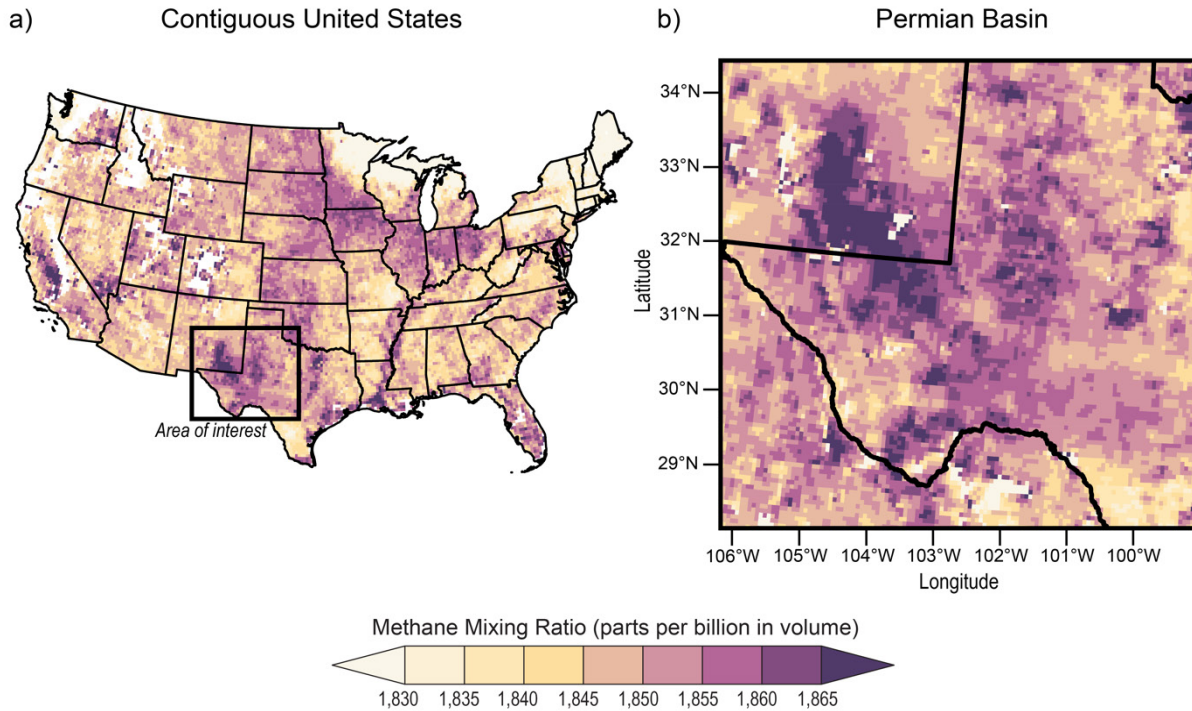
Cómo trabajamos: El cambio climático crea retos y oportunidades económicas

A medida que cambian las condiciones climáticas, las empresas y las industrias de las Grandes Llanuras del Sur experimentan alteraciones y pérdidas de productividad y beneficios, pero también nuevas oportunidades económicas (*confianza alta*). En las próximas décadas, se prevé que las temperaturas más cálidas, las precipitaciones más irregulares y el aumento del nivel del mar obliguen a introducir cambios generalizados y costosos en nuestra forma de trabajar (*muy probable, confianza alta*). Las empresas y las industrias tienen la oportunidad de aprovechar sus diversos conocimientos, recursos y trabajadores para desarrollar productos y servicios en tecnologías de mitigación climática, estrategias de adaptación y diseño resiliente que mejoren la economía de la región (*confianza media*).

La economía de la región satisface las necesidades diarias de los residentes, apoya sus aspiraciones a largo plazo y responde a las necesidades de la sociedad dentro y fuera de la región. Las temperaturas más cálidas, las precipitaciones más intensas, los ciclones tropicales más fuertes y otros cambios climáticos (Apéndice 4) han perjudicado la salud y la productividad de los trabajadores, inflado los costos de los productos o de la construcción e interrumpido las cadenas de suministro (enfoque en los riesgos para las cadenas de suministro). Los eventos meteorológicos extremos, como la tormenta invernal de febrero de 2021 (Recuadro 26.2), han puesto de manifiesto las brechas en la capacidad de resiliencia de las empresas a los extremos climáticos, al tiempo que han destacado las oportunidades de desarrollar productos y servicios en respuesta a la demanda mundial de soluciones resilientes.

La industria energética de las Grandes Llanuras del Sur es líder global en exploración y producción de combustibles fósiles, abastece una gran parte de la demanda global de energía y sostiene ciudades rurales mediante el empleo local y los ingresos fiscales⁶⁹. Los combustibles fósiles liberan gases de efecto invernadero cuando se queman, lo que contribuye sustancialmente al calentamiento atmosférico (KM 2.1). En 2020, Texas se situó como líder de la Nación en emisiones de dióxido de carbono (CO₂; 667 millones de toneladas métricas), el doble que el siguiente estado emisor¹⁹. Texas también registró las mayores emisiones de metano (94 millones de toneladas métricas de CO₂ equivalente en 2020)¹⁹. Las operaciones de gas natural en la Cuenca Pérmica dejan escapar la mayor cantidad de metano al año de cualquier región productora de gas de los EE. UU., una cantidad suficiente para suministrar gas natural a 7 millones de hogares tejanos al año⁷⁰. Las concentraciones atmosféricas de metano son elevadas en la Cuenca Pérmica en comparación con el resto de los EE. UU. (Figura 26.5) y se atribuyen principalmente a la producción de gas natural⁷⁰.

Metano a través de la Cuenca Pérmica (mayo de 2018-marzo de 2019)



Las operaciones de gas natural de la Cuenca Pérmica emiten grandes cantidades de metano.

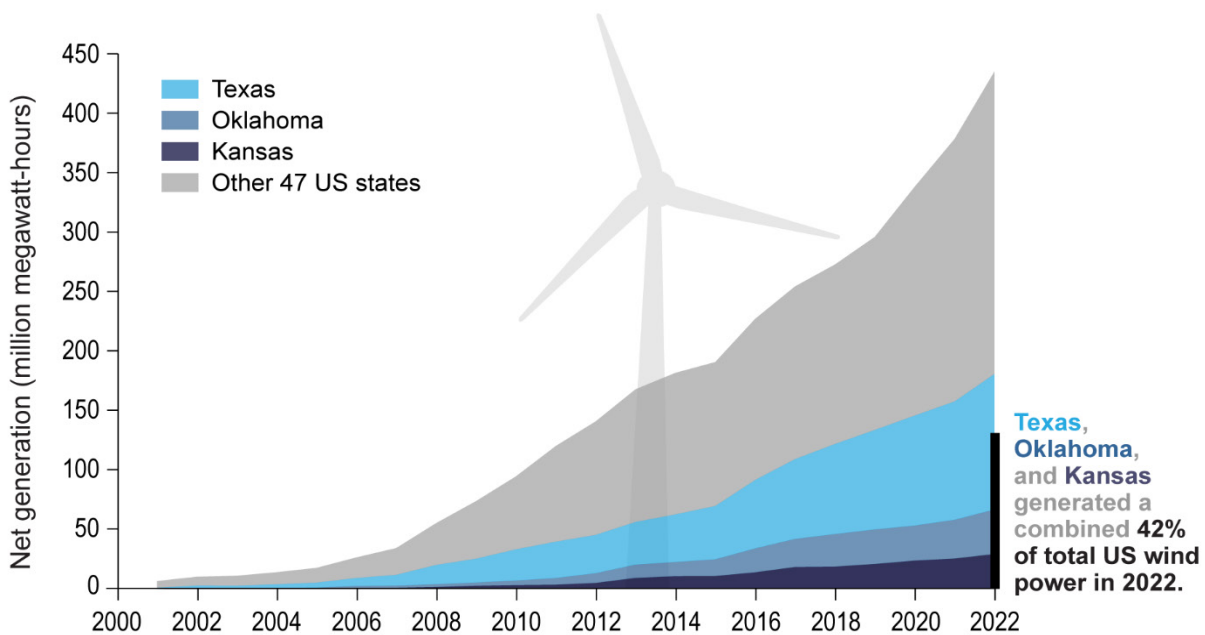
Figura 26.5. Los mapas muestran la proporción de mezcla de metano estimada por satélite (en partes por mil millones de volumen [parts per billion by volume, ppbv]) a través de (a) los EE. UU. contiguos; y (b) la Cuenca Pérmica (recuadro negro y mapa inserto), promediada entre mayo de 2018 y marzo de 2019. La proporción de mezcla es una medida de la concentración de un gas como el metano en el aire. Un sombreado más oscuro representa proporciones de mezcla de metano más elevadas; los datos que faltan aparecen sombreados en blanco. Teniendo en cuenta el transporte atmosférico, el patrón espacial de la proporción de mezcla de metano en la cuenca está estrechamente relacionado con la producción bruta (antes del procesamiento) de gas natural y, en menor medida, con la producción de petróleo (la fuente original publicada no incluía datos de Alaska, Hawái y las Islas del Pacífico afiliadas a los EE. UU. ni del Caribe estadounidense). Las operaciones de gas natural en la Cuenca Pérmica dejan escapar un gran volumen de metano, lo que contribuye al calentamiento atmosférico. Adaptado de Zhang *et al.* 2020⁷⁰ [CC BY-NC 4.0].

En toda la región se está produciendo un cambio importante en la generación de energía de los combustibles fósiles a las energías renovables (KM 5.3), lo que crea nuevos puestos de trabajo, un aire más limpio y beneficios para la mitigación del cambio climático. Por ejemplo, el Consejo de Fiabilidad Eléctrica de Texas (Electric Reliability Council of Texas, ERCOT) (el principal proveedor de energía de Texas) calcula que la capacidad instalada de electricidad generada por el viento solo de sus proveedores aumentará de 31,100 MW en 2020 a 41,700 MW en 2025⁷¹. Durante el mismo período, ERCOT prevé un crecimiento de la capacidad de generación solar de 6,000 MW a 46,400 MW, y del almacenamiento en baterías de 275 MW a 14,500 MW. Sin embargo, no está previsto que aumente sustancialmente la electricidad generada a partir de gas y carbón^{71, 72}. En el tercer trimestre de 2022, unos 285,000 trabajadores estaban empleados en actividades de extracción, distribución y apoyo de combustibles fósiles en los tres estados⁷³. Se espera que la transición de esta mano de obra de una economía intensiva en carbono a una economía baja en carbono afecte de manera desproporcionada algunas comunidades de las Grandes Llanuras del Sur⁷⁴. Dentro de las tribus, una transición justa también significa un fortalecimiento de la soberanía tribal, la independencia económica y la restauración no extractiva de los ecosistemas basada en los indígenas³. Para las tribus y comunidades que se enfrentan a

esta transición, en general existe una falta de planificación, infraestructuras, financiamiento y capacitación de la mano de obra en nuevas carreras (incluidas las energías renovables) en toda la región (p. ej., Williams et al. 2021⁷⁵).

Las Grandes Llanuras del Sur representan el 42 % de la electricidad generada por el viento del país (Figura 26.6)¹⁸. Las grandes instalaciones eólicas en comunidades rurales apoyan la base impositiva local, lo que estabiliza el financiamiento de servicios públicos como educación, mantenimiento de carreteras y servicios de emergencia, así como de infraestructuras como hospitales, cárceles y parques⁷⁶. Se proyecta que la productividad de los aerogeneradores en el oeste de Kansas, Oklahoma y el corredor geográfico de Texas aumente con el cambio climático debido a una corriente en chorro de bajo nivel más estable, una característica atmosférica regional que genera fuertes vientos a la altura de las turbinas, especialmente por la noche durante la primavera y el verano⁷⁷.

Generación neta de electricidad eólica (2001-2022)



Las Grandes Llanuras del Sur contribuyen en gran medida al total de la electricidad generada por el viento en los EE. UU.

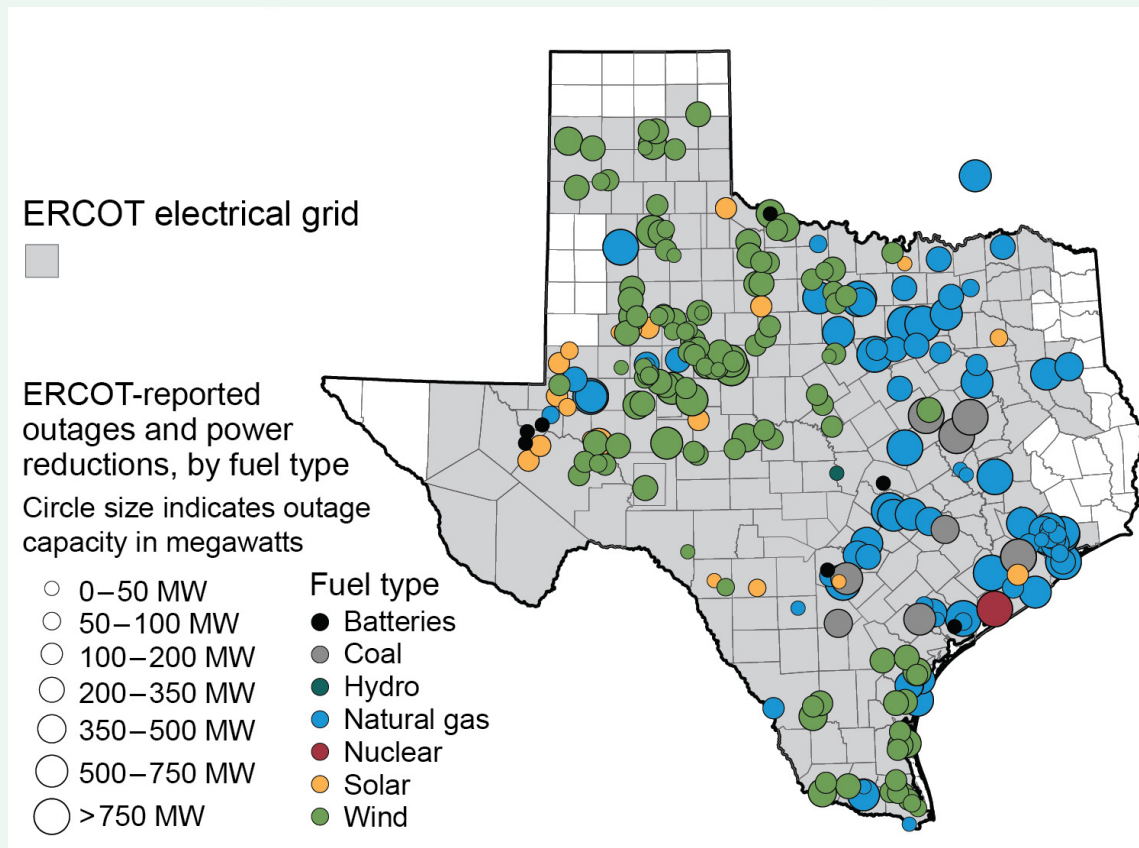
Figura 26.6. Los productores de los 50 estados de los EE. UU. generaron 435 millones de megavatio-hora de electricidad a partir de energía eólica en 2022. En conjunto, Texas, Oklahoma y Kansas aportaron 159 millones de megavatio-hora, es decir, el 42 % de la producción total de los EE. UU. No se dispone de datos sobre las Islas del Pacífico afiliadas a los EE. UU. ni sobre el Caribe estadounidense. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Recuadro 26.2. Ola de frío severa de febrero 2021

Las olas de frío se producen cuando la corriente en chorro se debilita, lo que provoca el avance del aire ártico hacia el Sur. Del 8 al 20 de febrero de 2021, el aire ártico se adentró en las Grandes Llanuras del Sur^{78,79}. La sensación térmica fue inferior a 0 °F desde el centro de Texas hacia el norte en el Día de San Valentín, cayó nieve a lo largo de la Costa del Golfo de Texas y se empataron o rompieron casi 3,000 récords diarios de temperatura mínima en toda la región⁸⁰. El frío prolongado provocó interrupciones del suministro eléctrico a gran escala, dejó 14.4 millones de hogares sin agua corriente y causó más de 200 muertes^{81,82}.

Las unidades de generación de electricidad fallaron en gran número durante las condiciones frías (Figura 26.7), lo que obligó a los operadores de la red a implementar cortes de electricidad continuos para tratar de evitar cortes generalizados e incontrolados^{81, 83}. La mayoría de los cortes no planificados y las reducciones de la capacidad disponible se debieron a problemas con las unidades de generación de gas natural (58 %) y eólica (27 %)⁸³. El Consejo de Fiabilidad Eléctrica de Texas (Electric Reliability Council of Texas, ERCOT) resultó especialmente devastado: perdió hasta 34,000 megavatios de capacidad —casi la mitad de su pico de carga invernal— entre el 15 y el 17 de febrero⁸³. Como consecuencia, más de 4.5 millones de personas se quedaron sin electricidad, algunas hasta cuatro días. Millones de personas tuvieron que hervir el agua para beber y cocinar, y muchas ciudades emitieron órdenes de conservación del agua debido a su baja presión⁸¹. En Houston, los datos indican que las poblaciones no blancas sufrieron cortes de forma desproporcionada, independientemente de su nivel de ingresos (Figura 26.8). Las pérdidas económicas en Texas se estimaron entre \$85,600 y \$139,100 millones (en dólares de 2022)⁸⁴.

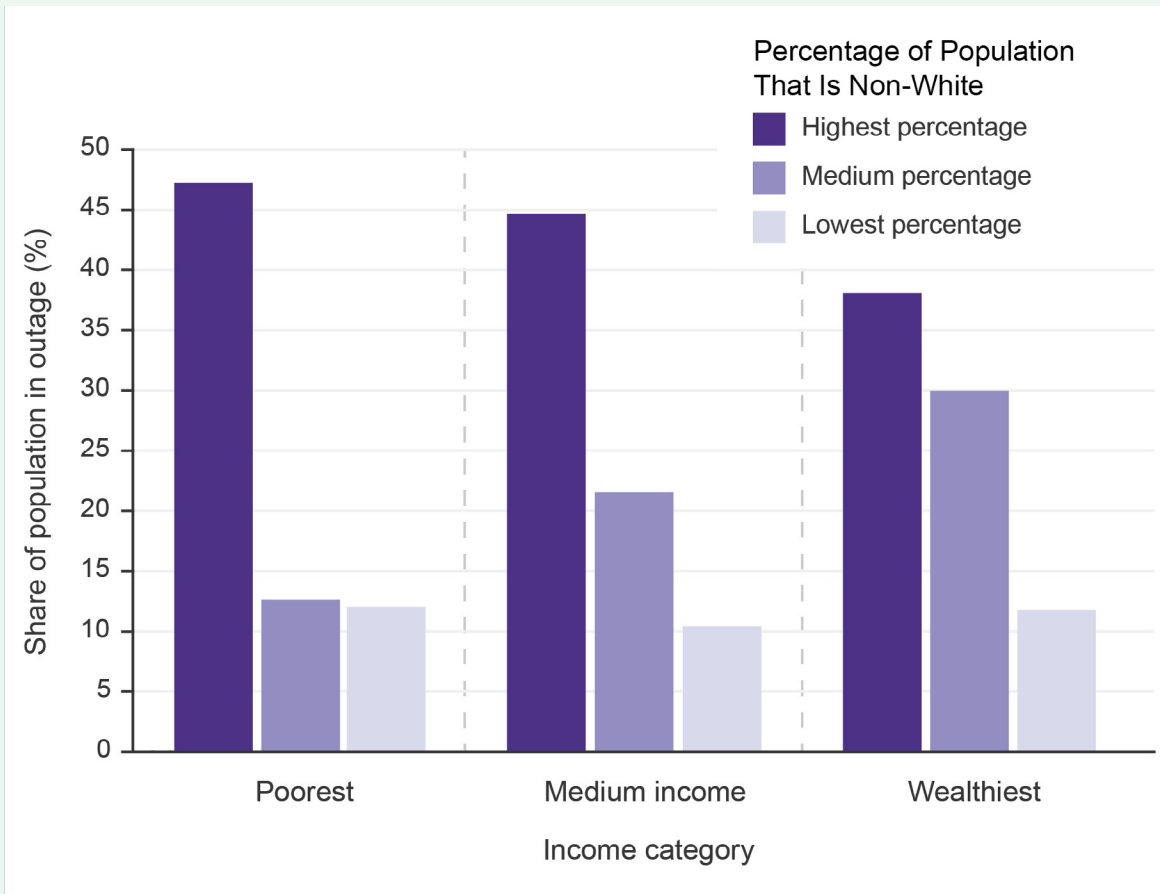
Cortes de electricidad durante la ola de frío de febrero de 2021



Una ola de frío severa en febrero de 2021 provocó importantes cortes en las centrales eléctricas del Consejo de Fiabilidad Eléctrica de Texas (Electric Reliability Council of Texas, ERCOT).

Figura 26.7. El mapa muestra la interrupción máxima o la reducción de potencia (en megavatios, MW) por ubicación y tipo de combustible para las instalaciones de generación de electricidad que prestaron servicio al ERCOT del 10 al 24 de febrero de 2021, en medio de la ola de frío en partes del centro-sur de los EE. UU. Los círculos están coloreados según el tipo de combustible; los círculos más grandes representan valores mayores de interrupción máxima o reducción de potencia. Una de las instalaciones de generación está en Oklahoma. Los condados sombreados indican la zona de servicio del ERCOT. Solo en Texas, la pérdida de capacidad de generación provocó que más de 4.5 millones de clientes se quedaran sin electricidad en algún momento de la ola de frío⁸³. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Disparidades de ingresos y raciales/étnicas relacionadas con los cortes de electricidad en Texas, febrero de 2021



Independientemente del nivel de ingresos, las poblaciones no blancas sufrieron una parte desproporcionada de los cortes durante la ola de frío de febrero de 2021.

Figura 26.8. Este gráfico muestra el porcentaje de la población de Texas que sufrió cortes de electricidad durante la ola de frío de febrero de 2021 de acuerdo con el nivel de ingresos (más pobres, ingresos medios y más ricos) y la raza/etnia (porcentaje más bajo, medio y más alto de personas no blancas en la población) por grupo de segmentos de la población. Las personas de raza no blanca son aquellas cuya raza se indica como distinta de la blanca únicamente o que indican que su etnia es hispana o latina. Independientemente del nivel de riqueza, los datos indican que las zonas con mayor población de personas de raza no blanca eran las más impactadas por los cortes de electricidad debido a su marginación histórica. Adaptado con permiso de Carvallo *et al.* 2021⁸⁵.

La ola de frío severa no carecía de precedentes históricos, y los cortes generalizados eran evitables⁷⁸. Para ilustrar cómo una buena adaptación mejora la resiliencia, la ciudad de El Paso, Texas, se había preparado para el frío extremo después de las interrupciones generalizadas de energía y agua en 2011. La ciudad invirtió en el acondicionamiento invernal de la infraestructura eléctrica y construyó una nueva central eléctrica que podía funcionar con distintos tipos de combustible⁸⁶. Estas adaptaciones, junto con la conexión de la ciudad a una red eléctrica diferente, provocaron pocos cortes durante el evento de 2021.

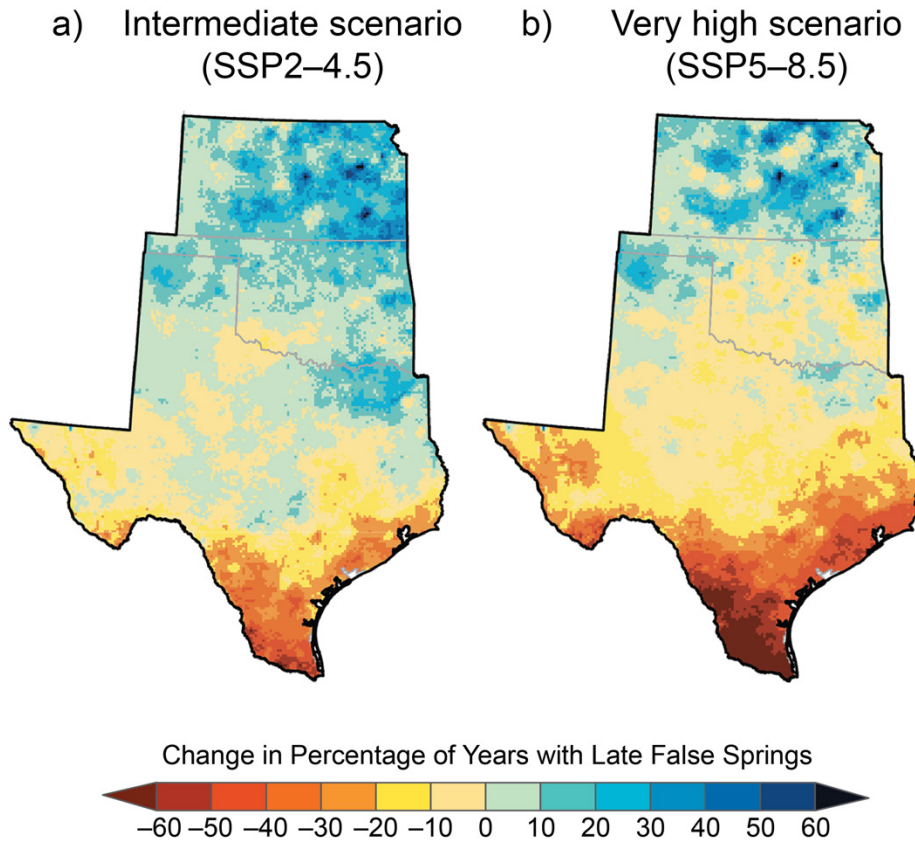
Aunque el efecto del cambio climático en la fuerza de la corriente en chorro es un área de investigación en curso⁸⁷ y se espera que los días extremadamente fríos disminuyan, las proyecciones indican que la región seguirá experimentando episodios de frío extremo en un mundo que se calienta⁸⁸. Si las empresas no están adecuadamente preparadas, se prevé que estos eventos ocasionen costos considerables⁷⁸. En junio de 2021, la legislatura de Texas aprobó la Ley 3 del Senado, que se centraba en mejorar la comunicación de emergencia y la infraestructura de gas, así como otras acciones de preparación para el invierno⁸⁹. Los operadores de la red también elaboraron recomendaciones para mejorar la fiabilidad de la energía, las operaciones de la red y las comunicaciones para futuros eventos meteorológicos invernales⁸³.

La agricultura, incluida la producción agrícola y ganadera y la silvicultura, es una industria esencial en la región. En 2022, Kansas lideró la producción nacional de sorgo y ocupó el segundo lugar a nivel nacional en producción de trigo⁹⁰. En 2023, Texas ocupó el primer lugar en cabezas de ganado y terneros, con Kansas y Oklahoma ocupando el tercer y el quinto lugares, respectivamente⁹¹. En 2017, la industria agrícola de la región generó \$60,500 millones (en dólares de 2022) en ventas de productos agrícolas, el 70 % de los cuales eran de origen animal⁹².

Los productores agrícolas están sufriendo pérdidas de ganado y cosechas, reducción de ingresos y consecuencias negativas para la salud pública a medida que los eventos climáticos extremos aumentan en magnitud y frecuencia (KM 11.1, 11.2). El aumento de las temperaturas promedio está prolongando los períodos de cultivo, lo que afecta de forma diferente las distintas especies y puede alterar la conexión natural a largo plazo entre las plantas y sus polinizadores o entre los insectos y sus depredadores (KM 8.2)⁹³. Se prevé que las zonas históricas de rusticidad de las plantas sigan migrando hacia el norte a medida que se calienta la temperatura promedio anual mínima invernal (Figura 11.3). Las altas temperaturas han reducido el crecimiento de las plantas y disminuido la productividad⁹⁴. En el oeste de Kansas y en los corredores geográficos de Oklahoma y Texas se proyecta que la combinación de frentes fríos y primaveras más tempranas aumente el potencial de brotación antes de la última helada (Figura 26.9)⁹⁵, lo que amenaza con dañar las hojas de la planta y el tejido leñoso⁹⁶.

Los eventos compuestos (enfoque en los eventos compuestos) que engloban condiciones de calor, sequía y viento han aumentado en el suroeste de Kansas y en los corredores geográficos de Oklahoma y Texas, lo que reduce el rendimiento del trigo proporcionalmente al número de horas de calor-sequía-viento^{97, 98}. También se espera que los productores experimenten condiciones más secas (Figura 26.10) y sequías más frecuentes o intensas a mediados de siglo en las partes occidental y meridional de la región, lo que reduce la productividad de los cultivos o aumenta los costos de riego⁹⁹. Para 2070, en una serie de escenarios de cambio climático (de bajo [RCP2.6] a muy alto [RCP8.5]), se proyecta que las Grandes Llanuras del Sur pierdan superficie de cultivo, ya que estas tierras pasarán a ser pastizales o praderas¹⁰⁰.

Cambio proyectado del riesgo anual de falsas primaveras tardías



Se proyecta un aumento del riesgo de desborre antes de la última helada en la parte norte de las Grandes Llanuras del Sur. El riesgo disminuye en la parte sur de la región.

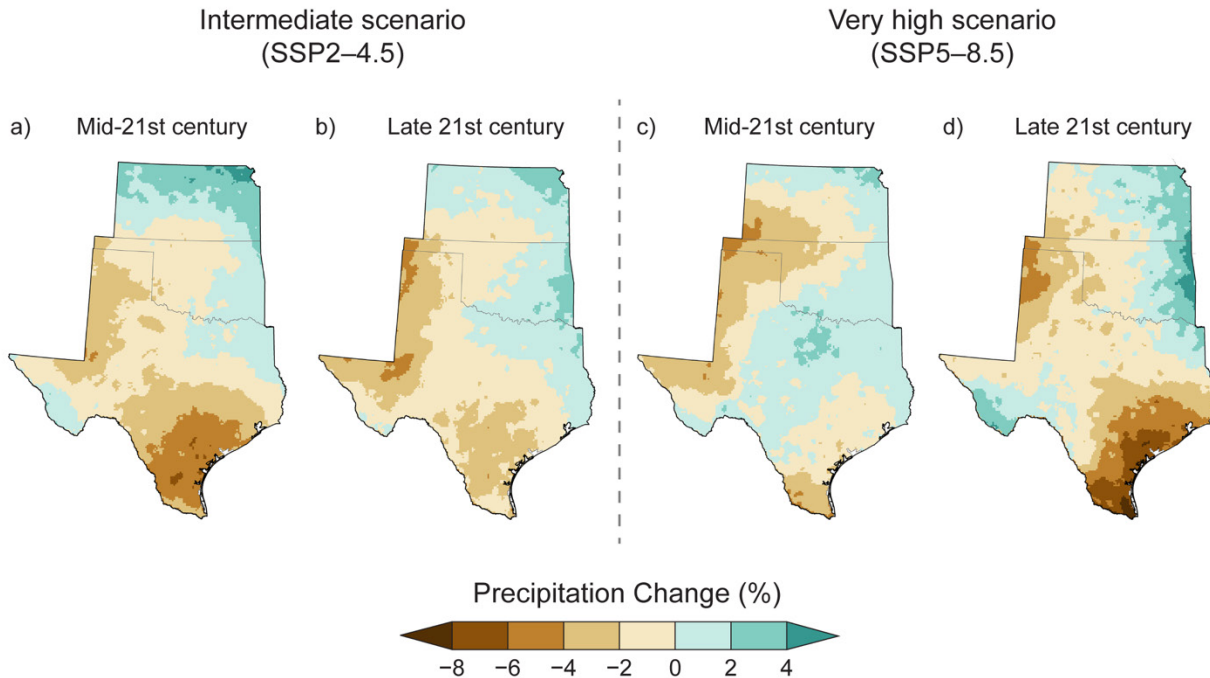
Figura 26.9. Las temperaturas bajo cero después de que las plantas empiecen a crecer en primavera (falsa primavera tardía) pueden dañar cultivos y plantas de vivero. Se proyecta que el riesgo de una falsa primavera tardía aumente en las zonas septentrionales de las Grandes Llanuras del Sur a finales de siglo (2071-2100), en comparación con el promedio de 1991-2020. El riesgo de falsas primaveras tardías aumenta hasta un 20 % en la mayor parte de Kansas, Oklahoma y el norte de Texas en un escenario intermedio (SSP2-4.5; panel a) y en la mayor parte de Kansas, el corredor geográfico de Texas y partes de Oklahoma en un escenario muy alto (SSP5-8.5; panel b). El riesgo disminuye para el resto de la región, especialmente en el sur y extremo oeste de Texas en un escenario muy alto. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Aunque aumentar el riego durante la sequía puede ayudar a mantener la productividad, se reduce el agua subterránea disponible para otras necesidades ecológicas o sociales y para las generaciones futuras. Los agricultores pueden obtener rendimientos similares utilizando menos agua si adoptan tecnologías de riego y prácticas de gestión más eficientes¹⁰¹. Los vecinos también pueden ayudarse entre sí. Por ejemplo, los irrigadores de los condados de Sheridan y Thomas (Kansas) se autoimpusieron restricciones anuales que redujeron el uso de agua en un 26 %, sin reducción de la superficie cultivada¹⁰².

La sequía también ha reducido la capacidad de los pastizales nativos y los pastos plantados para sustentar el ganado y ha aumentado la demanda de mano de obra para la alimentación, lo que obliga a los productores a vender animales genéticamente valiosos. Las altas temperaturas también plantean riesgos para la salud animal⁹⁹. En junio de 2022, por ejemplo, miles de reses murieron en el suroeste de Kansas durante una ola de calor combinada con alta humedad y baja velocidad del viento^{103,104}. Se anticipa que los factores de estrés adicionales derivados del cambio climático serán especialmente difíciles para los ganaderos multigenera-

cionales que se esfuerzan por obtener beneficios al tiempo que preservan la salud de las tierras para sus descendientes¹⁰⁵. En el caso de la producción ganadera a gran escala, la adaptación con éxito a un clima cambiante incluye la mejora de la salud del suelo y la reducción del número de animales por acre¹⁰⁶.

Cambio proyectado en la precipitación total anual



Se proyectan condiciones ligeramente más secas en gran parte de las zonas oeste y sur de la región para finales de siglo.

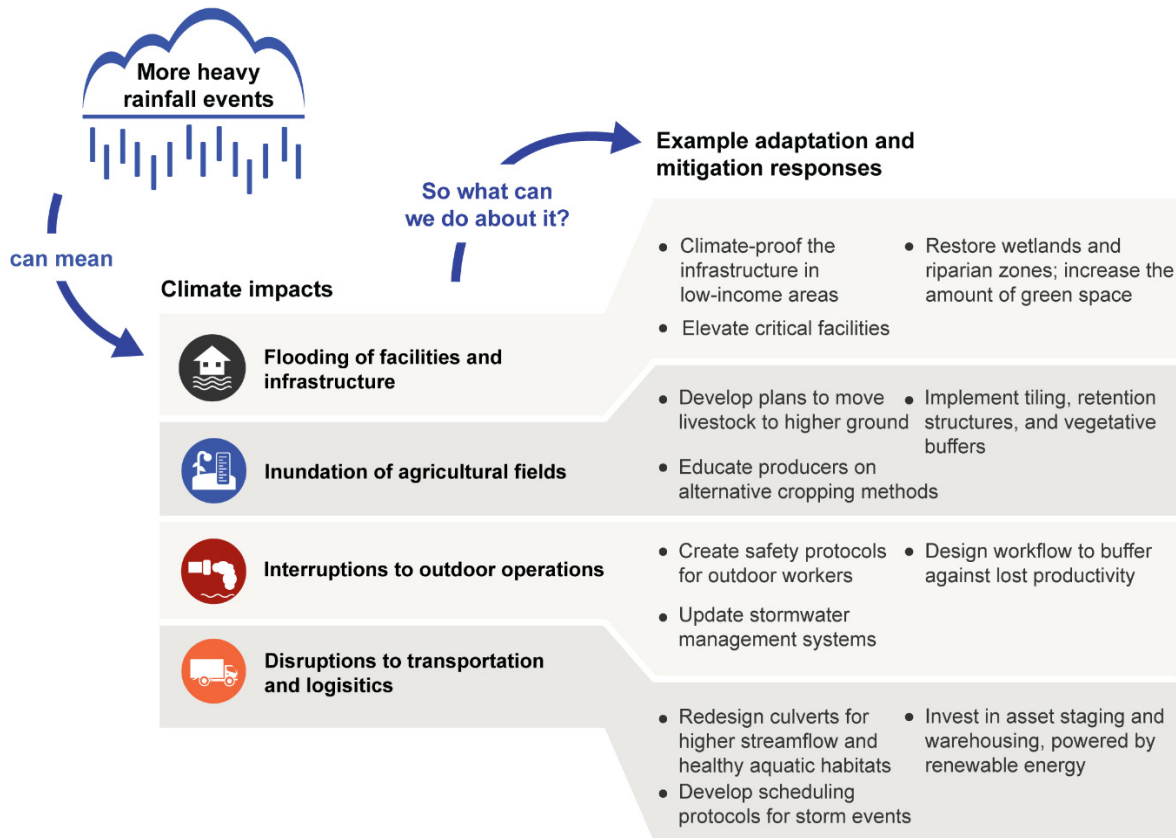
Figura 26.10. En el futuro, las condiciones más secas amenazan la agricultura y el suministro de agua en algunas partes de las Grandes Llanuras del Sur (marrón), mientras que se proyectan más precipitaciones cerca de los límites norte y este de la región (verde). En un escenario intermedio (SSP2-4.5), se proyecta que las precipitaciones anuales totales disminuyan en un 4 % o más (en comparación con el promedio de 1991-2020) en el sur de Texas a mediados de siglo (a), con diferencias menores previstas para finales de siglo (b). En un escenario muy alto (SSP5-8.5), se proyecta que las precipitaciones anuales disminuyan ligeramente en las zonas occidentales de la región a mediados de siglo (c) y en un 4 % o más en el sureste y extremo noroeste de Texas a finales de siglo (d). Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

En términos más generales, los daños causados a las empresas por el cambio climático han puesto en peligro la continuidad de las operaciones, han aumentado los costos de los seguros, han interrumpido las cadenas de suministro y han modificado la demanda de los clientes (KM 19.3). Muchas pequeñas empresas de los EE. UU. carecen de seguro de interrupción de actividad, y entre el 20 % y el 40 % de las pequeñas empresas que cierran temporalmente después de un desastre natural no vuelven a abrir¹⁰⁷. Las pequeñas empresas propiedad de mujeres, de no blancos y de veteranos tienen más probabilidades de cerrar después de sufrir un desastre natural¹⁰⁸. Estos cierres han afectado negativamente la economía y el bienestar de las comunidades locales¹⁰⁹.

Grandes y pequeñas empresas e industrias han puesto en marcha iniciativas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, en 2021 Amazon puso a prueba una flota de vehículos eléctricos en Tulsa, Oklahoma, y en 2022 Frito-Lay hizo lo mismo en Carrollton, Texas. La necesidad de reducir las emisiones a escala mundial presenta oportunidades económicas para que las empresas relacionadas con

la energía de la región pongan a prueba y desarrollen nuevas tecnologías. NRG Energy y JX Nippon, por ejemplo, se asociaron para crear una instalación de captura de carbono a escala comercial en la central eléctrica de carbón Petra Nova de NRG en Thompsons, Texas¹¹⁰. Fue la primera y única instalación de los EE. UU. en capturar más de un millón de toneladas de CO₂ al año. Sin embargo, suspendió sus operaciones en 2020 porque los precios del petróleo eran demasiado bajos para justificar el gasto que supondría utilizar el CO₂ para mejorar la recuperación de petróleo¹¹¹. Sage Geosystems, de Houston, está probando cómo generar energía geotérmica a escala comercial reutilizando un pozo petrolífero en San Isidro, Texas¹¹², y grupos como Kansas Soil Health Alliance y Texas Coastal Exchange apoyan el almacenamiento de carbono mediante la gestión del suelo y la tierra^{113, 114}. Las acciones de mitigación y adaptación por parte de empresas e industrias promueven la resiliencia y ofrecen beneficios a largo plazo a empleadores, empleados y la comunidad circundante (Figura 26.11).

Acciones de resiliencia para abordar los impactos de lluvias más intensas en las empresas



Las medidas de resiliencia pueden ayudar a las empresas y las industrias a reducir las consecuencias negativas de unas precipitaciones más torrenciales.

Figura 26.11. El aumento del número de precipitaciones torrenciales afecta las empresas y la industria de las Grandes Llanuras del Sur por inundación de instalaciones e infraestructuras, anegación de campos agrícolas, interrupción de las actividades al aire libre y alteraciones en el transporte y la logística. Los ejemplos de acciones de adaptación y mitigación pueden aumentar la resiliencia y reducir los impactos negativos. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Mensaje clave 26.3

Cómo jugamos: Los extremos climáticos ponen en peligro el deporte, las actividades recreativas y el ocio

Los eventos extremos relacionados con el clima están influyendo negativamente en la forma de jugar y participar en deportes, actividades recreativas y actividades físicas al aire libre en las Grandes Llanuras del Sur (*confianza muy alta*). Se prevé que el cambio climático aumente las enfermedades y muertes relacionadas con el calor, reduzca la actividad física al aire libre y disminuya el rendimiento deportivo (*muy probable, confianza alta*). Las personas, las comunidades y las organizaciones deportivas pueden adaptarse a estos peligros mediante estrategias como la modificación del momento, el lugar, la intensidad o el monitoreo de las actividades (*confianza alta*).

Los deportes, la recreación y las actividades de ocio forman parte de la vida en las Grandes Llanuras del Sur. Cazar, pescar, correr, jugar en el patio de recreo y otras actividades ayudan a mantener la salud física y mental de los participantes. Los deportes organizados, como fútbol, fútbol americano y softball, reúnen a los espectadores para animar a su atleta o equipo favorito, lo que fomenta la cohesión social¹¹⁵. Los extremos climáticos han afectado muchas de estas actividades y disminuido sus beneficios (Figura 26.12). Por ejemplo, se cerraron campos deportivos en todo el sureste de Texas debido a las inundaciones después del huracán Harvey en 2017¹¹⁶. Aunque los superintendentes de las escuelas no afectadas ofrecieron a los estudiantes desplazados por Harvey la oportunidad de jugar en sus equipos, estos atletas se mostraron reacios a perder la elegibilidad de su equipo de origen, lo que redujo su involucramiento escolar más amplio¹¹⁷.

Los deportistas de todas las edades experimentan una disminución del rendimiento, realizan menos actividad física al aire libre y corren un mayor riesgo de padecer problemas de salud graves o mortales debido al calor extremo, la contaminación del aire y los peligros meteorológicos^{118, 119}. Estos riesgos afectan especialmente a los adultos mayores, a los que padecen enfermedades crónicas o tienen un índice de masa corporal más elevado y a los que están sometidos a una exposición ambiental prolongada (p. ej., los corredores de maratón), que practican deportes de alta intensidad o llevan ropa o equipos que impiden la pérdida de calor^{120, 121}. Las lesiones por calor pueden dañar órganos (p. ej., el hígado, los músculos y los riñones) o alterar el sistema nervioso central¹²².

Todas las dimensiones de la injusticia medioambiental (es decir, de reconocimiento, de distribución y de procedimiento; Figura 20.1) se entrecruzan con el cambio climático para perjudicar de forma desproporcionada a las personas marginadas (KM 15.2), lo que reduce su participación en las actividades físicas al aire libre y los beneficios para su salud. Entre estas personas se encuentran las poblaciones con bajos ingresos, las que viven en zonas con mayores niveles de contaminación del aire y las que tienen menos acceso a lugares donde practicar deportes y realizar actividades recreativas y de ocio^{123, 124}. Los recreacionistas que no hablan inglés corren un mayor riesgo porque la comunicación de salud sobre los riesgos relacionados con el clima (como los peligros de nadar en un florecimiento de algas nocivas) probablemente no se presente en su lengua materna¹²⁵.

Impactos del cambio climático en las actividades al aire libre

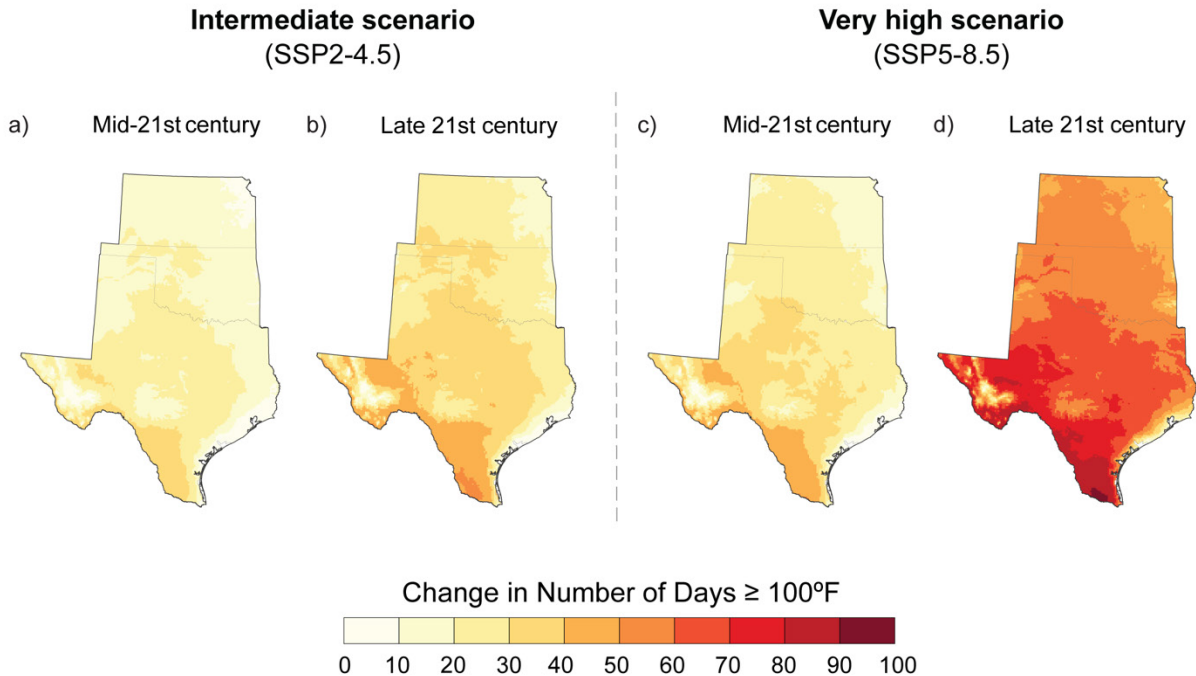


Se prevé que el cambio climático afecte muchas actividades deportivas, recreativas y de ocio al aire libre.

Figura 26.12. Las actividades deportivas, recreativas y de ocio al aire libre para personas de todas las edades se están viendo afectadas por los extremos climáticos. Se prevé que las lluvias torrenciales, la mala calidad del aire y el calor extremo aumenten con el cambio climático. Estos factores de estrés perjudican el rendimiento deportivo, dañan las instalaciones deportivas y alteran los paisajes recreativos y turísticos. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

A escala nacional, las enfermedades relacionadas con el calor son la tercera causa de muerte entre los deportistas de secundaria¹²⁶, y son la causa de muerte más evitable en los deportes juveniles¹²⁷. Las muertes relacionadas con el calor pueden producirse fuera de una ola de calor típica. En el caso de los jugadores de fútbol organizado de cualquier nivel, estos tipos de muerte se produjeron con mayor frecuencia en el centro-sur y el sureste de Estados Unidos¹²⁸. Estos riesgos son los mismos cualquier deporte al aire libre, especialmente a los que involucran entrenamientos o competiciones durante el verano y el otoño. Se prevé que futuros aumentos del número de días muy calurosos y de noches cálidas agraven los problemas de salud (Figura 26.13). Por ejemplo, se proyecta que el número de días a 100 grados aumente a finales de siglo en un escenario muy alto (SSP5-8.5) en 30 a 60 días en Kansas y Oklahoma y más de 80 días en partes del suroeste de Texas (Figura 26.13c, d). En cambio, en un escenario intermedio (SSP2-4.5), el número de días a 100 grados al año se mantendría próximo al promedio reciente (Figura 26.13a, b).

Cambio proyectado en el número anual de días a 100 °F o más



Se proyecta un aumento del número de días de calor extremo.

Figura 26.13. La actividad física al aire libre se vuelve más peligrosa con temperaturas extremadamente altas. A mediados de siglo, se proyecta que aumente el número de días al año con temperaturas iguales o superiores a 100 °F en las Grandes Llanuras del Sur (a) entre 10 y 40 días en un escenario intermedio (SSP2-4.5) y (c) en 10-60 días en un escenario muy alto (SSP5-8.5) por encima del promedio de 1991-2020. Para finales de siglo, las proyecciones indican que el número de estos días de calor extremo aumentaría (b) en 10-60 días (SSP2-4.5) o (d) en 30-90 días (SSP5-8.5), dependiendo del escenario. El promedio histórico oscila entre menos de 10 días al año en Kansas y menos de 20 días en la mayor parte de Oklahoma y Texas, con 40-60 días a lo largo de la frontera mexicana. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Las temperaturas extremas han puesto en peligro la salud de los jóvenes deportistas y su capacidad para practicar y competir al aire libre en deportes como campo traviesa, atletismo, tenis, golf, softball, fútbol y lacrosse^{129, 130, 131}. En los campos escolares o patios de recreo, el tiempo que se pasa jugando en ambientes cálidos o calurosos y el entorno físico (p. ej., sombra, vegetación, etc.) han afectado la incomodidad percibida por los jóvenes mientras están activos al aire libre¹³². Se está produciendo un estrés térmico insalubre incluso a temperaturas ambiente de 80 °F a 85 °F cuando las zonas de juego carecen de sombra y tienen superficies artificiales (p. ej., asfalto o césped artificial)¹³³. Los niños de familias no blancas y con menores ingresos tienen menos acceso a parques urbanos de gran calidad y tamaño¹³⁴, lo que los expone a un mayor riesgo de sufrir enfermedades causadas por el calor y otras consecuencias negativas para la salud (es decir, problemas de salud física y mental)¹²³.

Las lluvias torrenciales y las temperaturas extremas hacen que los equipos deportivos dependan más de entornos artificiales o cubiertos, lo que aumenta los costos de participación y disminuye el acceso a los deportes, especialmente para las poblaciones con menores ingresos¹²⁰. Los Texas Rangers sustituyeron su estadio estructuralmente sólido antes de lo previsto porque las temperaturas extremas suprimieron la asistencia¹³⁵. El nuevo estadio tiene un techo retráctil para un entorno climático controlado. Los acontecimientos deportivos a todos los niveles —desde los juveniles e interescolares hasta los universitarios y profesionales— se han interrumpido o trasladado debido a la inusual sincronización o intensidad de las tormentas

(Figura 26.14, izquierda), lo que ha provocado problemas de programación, costos económicos y reducción de las interacciones sociales^{136, 137}. Se espera que todas las personas que disfrutaban del aire libre como parte de su estilo de vida saludable se enfrenten a más días de calor extremo peligroso (Figura 26.14, derecha).

Impactos de los eventos extremos en el deporte y la recreación



Los deportes al aire libre y las actividades recreativas de todo tipo se ven amenazados por acontecimientos extremos.

Figura 26.14. (izquierda) El personal de la Universidad de Oklahoma pinta a los Green Wave de la Universidad de Tulane en su campo de fútbol para un partido el 4 de septiembre de 2021. El partido se trasladó después de que el huracán Ida dejó sin electricidad y dañó el estadio de Tulane. **(derecha)** A medida que la gente disfruta del aire libre como parte de un estilo de vida saludable, se espera que las temperaturas más cálidas los hagan adaptarse: beber líquidos fríos, reducir el ejercicio extenuante o hacer ejercicio durante las horas más frescas del día. Créditos de la fotografía: (izquierda) ©University of Oklahoma Athletics; (derecha) ©Emma Kuster.

Los lagos, los arroyos y los embalses favorecen la pesca, la caza y otras actividades recreativas al aire libre; sin embargo, las precipitaciones más variables o torrenciales, las sequías repentinas o prolongadas y el aumento de las temperaturas han puesto en peligro las actividades recreativas al reducir la calidad y la cantidad de agua¹³⁸. En 2019, por ejemplo, el sureste de Kansas y el noreste de Oklahoma experimentaron inundaciones de primavera históricas después de que múltiples sistemas de tormentas trajeran casi 2 pies de lluvia¹³⁹. Las inundaciones causaron más de \$12.5 millones (en dólares de 2022) en daños para el Departamento de Vida Silvestre, Parques y Turismo de Kansas (Figura 26.15), principalmente a través de la pérdida de ingresos por el cierre de los parques¹⁴⁰. Los parques estatales de Texas acumularon un déficit de financiamiento de \$5.9 millones (en dólares de 2022) cuando la sequía, los incendios forestales y el calor récord provocaron un menor número de visitantes en 2011-2012¹⁴¹.

Inundación de un parque en Kansas, primavera de 2019



Las inundaciones históricas de primavera de 2019 cerraron parques y áreas recreativas en el sureste de Kansas.

Figura 26.15. La cabaña Sandstone Bluff junto al lago Toronto en el parque estatal Cross Timbers se inundó por las tormentas de primavera de 2019, ya que el nivel del lago superó los registros históricos anteriores. Las lluvias extremas provocaron el cierre de parques y daños estimados en \$12.5 millones (en dólares de 2022). Créditos de la fotografía: ©Kansas Department of Wildlife and Parks.

A lo largo de la costa de Texas, se espera que las oportunidades recreativas cambien a medida que los ecosistemas costeros se transformen, degraden o desaparezcan como consecuencia del aumento del nivel del mar (KM 9.1), el calentamiento de las temperaturas¹⁴² y ciclones tropicales más potentes o lluviosos¹⁴³. Después de la destrucción provocada por el huracán Harvey (2017), el ecoturismo costero se desplomó en todo el recodo costero, donde el ecoturismo sustenta el 8 % de la mano de obra local y genera más de mil millones de dólares en valor económico anualmente¹⁴⁴. El aumento del nivel del mar ha provocado la erosión de las playas costeras. La erosión de la arena en la isla de Galveston, por ejemplo, ha aumentado un 45 %, en comparación con los índices geológicos¹⁴⁵. El aumento del nivel del mar también está incrementando las inundaciones por agua salada de los pantanos costeros que sirven para la observación de aves y la pesca con caña¹⁴⁶.

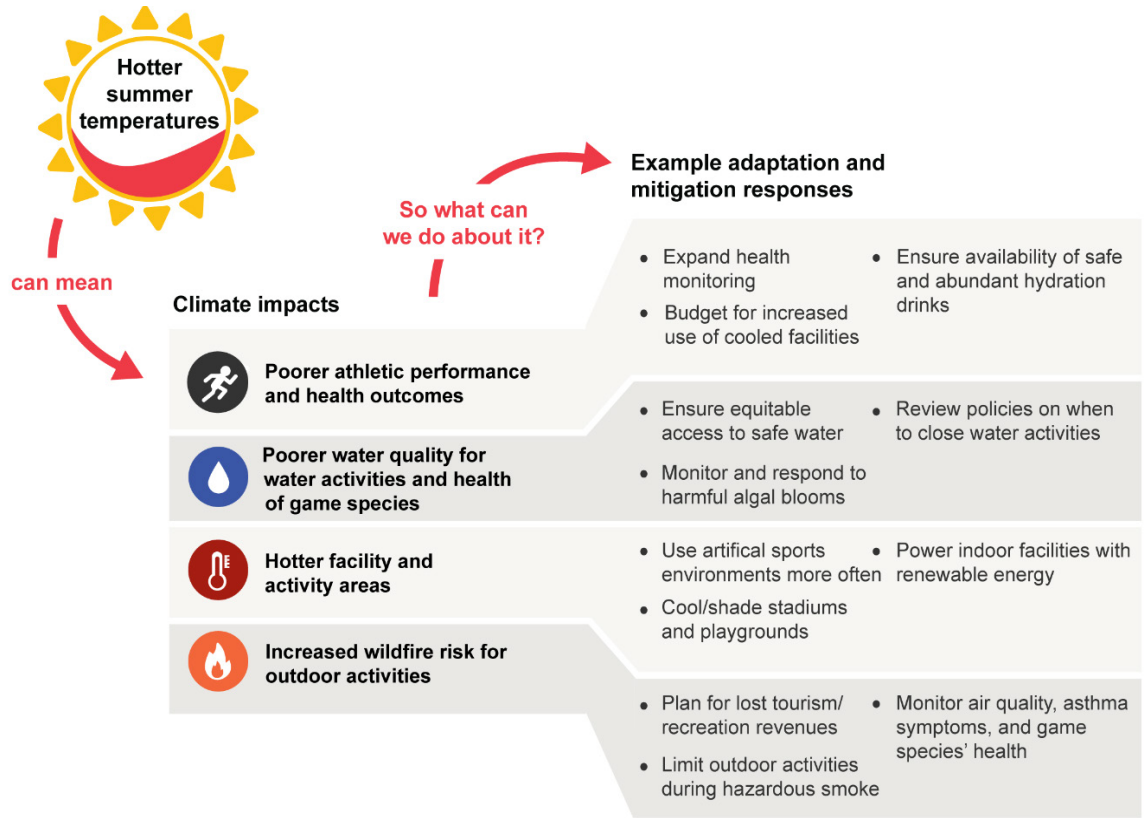
Los cambios en la sincronización y la cantidad de las precipitaciones han afectado la escorrentía de agua dulce y a la salinidad asociada de las bahías y los ecosistemas costeros¹⁴⁷. En el invierno de 2008-2009, en el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Aransas, una combinación de inundación, sequía y uso del agua ascendente provocó la pérdida del 10 % de los cangrejos azules, la principal fuente de alimento de las grullas trompeteras que atraen a legiones de observadores de aves al refugio¹⁴⁸. Otros impactos son favorables para las pesquerías costeras. El menor número de heladas extremas ha provocado la expansión de los manglares hacia el norte¹⁴², lo que aumenta la diversidad de peces en las bahías de Texas¹⁴⁹. La diversidad y prevalencia de peces marinos para la pesca deportiva también ha aumentado en las costas de Texas a medida que los peces tropicales amplían su rango hacia el Norte¹⁵⁰.

En 2020, la caza, el tiro y la captura generaron \$1,300 millones (en dólares de 2022) en Texas, ocupando el primer lugar de la Nación¹⁵¹. Se anticipa que la competencia por los limitados recursos de alimentos y

agua durante la sequía altere la migración, reproducción y comportamiento de los animales (p. ej., Cady et al. 2019¹⁵²; Porro et al. 2020¹⁵³). Como resultado, con el calentamiento de las temperaturas, se espera que los cazadores observen cambios en los hábitats de la vida silvestre y en las áreas de distribución de las especies, así como disminuciones en el tamaño y el peso de las presas^{154, 155}. Por ejemplo, el Departamento de Parques y Vida Silvestre de Texas ha observado un descenso de las poblaciones invernantes de ánade real porque las aguas abiertas y el alimento siguen estando disponibles más al Norte a medida que se calientan los inviernos¹⁵⁶.

Los gerentes del deporte, las actividades recreativas, la pesca y la vida silvestre pueden planificar el cambio climático al considerar formas de aliviar los impactos negativos o aumentar los beneficios (Figura 26.16). Por ejemplo, para reducir los riesgos para la salud derivados del calor extremo, los deportistas pueden aclimatarse al calor al aumentar lentamente la duración y la intensidad del ejercicio, programar las actividades extenuantes al aire libre durante las horas más frescas y reducir su temperatura corporal central con la aplicación de bolsas de hielo y al beber agua fría¹²². Para maximizar la divulgación pública, la comunicación de estos métodos de reducción de riesgos debe reflejar los idiomas que se hablan en toda la comunidad. La comunidad puede apoyar los deportes locales, las actividades de ocio y la recreación a través de la siembra de árboles para crear espacios de sombra que puedan refrescar a la gente en los días calurosos. Los árboles y zonas de chapoteo en los parques también pueden refrescar a la gente en los días calurosos. A pesar de la posibilidad de cierres temporales, la ubicación de parques y zonas recreativas a lo largo de los cauces de los ríos puede reducir las pérdidas por inundaciones al amortiguar las crecidas en las zonas urbanizadas aguas abajo¹⁵⁷.

Acciones de resiliencia para abordar los impactos de las temperaturas más cálidas en verano en las actividades al aire libre



Las acciones de resiliencia pueden paliar los efectos de las temperaturas más cálidas en las actividades al aire libre.

Figura 26.16. Las temperaturas más cálidas afectan las actividades deportivas, recreativas y de ocio al aire libre en las Grandes Llanuras del Sur, lo que se traduce en peores resultados deportivos y de salud, peor calidad del agua, instalaciones y zonas de actividad más calurosas y mayor riesgo de incendios forestales. Los ejemplos de acciones de adaptación y mitigación pueden aumentar la resiliencia y reducir los impactos negativos. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Mensaje clave 26.4

Cómo sanamos: El cambio climático agrava las disparidades sociales y medioambientales

Algunos vecindarios y comunidades de las Grandes Llanuras del Sur están sufriendo de forma desproporcionada los peligros relacionados con el clima debido a la marginación, la discriminación y las políticas gubernamentales históricas (*confianza muy alta*). Como consecuencia, el cambio climático agravará las cargas sociales y medioambientales existentes sobre personas, vecindarios y comunidades con menos recursos para prepararse y adaptarse (*confianza muy alta*). Nuestras instituciones y gobiernos pueden desempeñar un papel en la mejora de los resultados para estas personas y lugares mediante la adopción de prácticas y políticas de adaptación climática y mitigación de riesgos que prioricen la equidad y la justicia social, tengan como objetivo reducir los riesgos comunitarios, aumentar la resiliencia y reparar las injusticias del pasado (*confianza media*).

El cambio climático no afecta a todas las personas de la misma manera; los más desfavorecidos y sobrecargados de la sociedad se enfrentan a experiencias más difíciles (KM 15.2, 20.1)¹⁵⁸ y tienen menos acceso a infraestructuras resilientes al clima y a ayudas para la recuperación^{159, 160}, normalmente como resultado de desequilibrios de poder o políticas y prácticas discriminatorias^{161, 162}. Esta distribución desigual de daños y beneficios constituye una injusticia climática. Los más impactados por las desigualdades e injusticias climáticas son las personas con bajos ingresos; los residentes en zonas rurales; las personas con discapacidades; los adultos mayores; los negros, indígenas y personas de color; los que no se identifican como hombres heterosexuales o cis; los inmigrantes; los que viven en *colonias*, (urbanizaciones fronterizas de Texas que carecen de infraestructuras y servicios básicos); y las personas sin vivienda (KM 15.2).

Se espera que los gobiernos y las organizaciones que intentan sanar traumas, injusticias y disparidades históricas se enfrenten a una urgencia cada vez mayor de soluciones y recursos equitativos, ya que se proyecta que la exposición a los impactos del cambio climático aumente a mediados de siglo. La falta de recursos, poder político y conocimientos técnicos impide una planificación e implementación efectivas de la mitigación del cambio climático y la adaptación a este^{3, 163}. Sin intervención, se espera que el cambio climático siga limitando el acceso equitativo a recursos, servicios y oportunidades económicas.

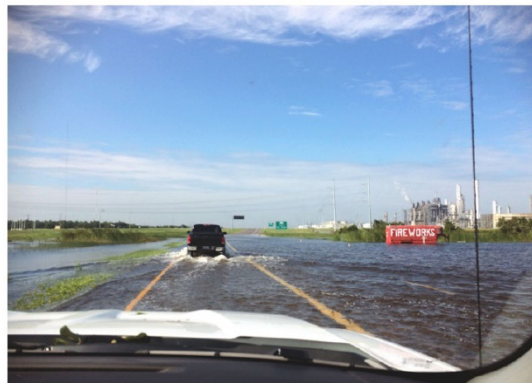
En muchos casos, las viviendas que sirven a las comunidades de bajos ingresos y a las comunidades de color carecen de una climatización adecuada, aire acondicionado, resistencia estructural a los fuertes vientos o una cubierta arbórea, sombra y espacios verdes adecuados para aliviar el calor debido a la falta de recursos y a la marginación histórica^{164, 165}. La falta de acceso a una energía fiable y asequible aumenta la vulnerabilidad de las comunidades de bajos ingresos a los episodios de calor intenso. Los grupos severamente marginados, como personas sin vivienda, detenidas o encarceladas, han experimentado un sufrimiento considerable durante los episodios de calor extremo con escaso alivio^{166, 167}. Por ejemplo, los reclusos y funcionarios de prisiones de Texas han sufrido estrés térmico o mortalidad por calor debido a la falta de aire acondicionado y ventilación adecuada¹⁶⁸.

Las comunidades de bajos ingresos y de color a menudo carecen de acceso a una infraestructura adecuada y mantenida contra las inundaciones, lo que reduce la resiliencia, limita la recuperación y contribuye a aumentar la vulnerabilidad a las inundaciones^{169, 170}. En Houston y otras comunidades de la Costa del Golfo, por ejemplo, estas poblaciones suelen vivir en viviendas de menor calidad en zonas propensas a las inundaciones, lo que las sitúa en una situación de mayor riesgo que las que viven en zonas circundantes¹⁷¹.

Además, las zonas residenciales de bajos ingresos y de residentes de color tienden a estar más cerca de las plantas petroquímicas o de las instalaciones de almacenamiento de productos químicos que sus homólogos blancos o de mayores ingresos¹⁷², lo que los expone a un mayor riesgo de accidentes industriales causados por eventos meteorológicos extremos que liberan toxinas en el aire y el agua (KM 15.2)¹⁷³. Por ejemplo, las instalaciones que informaron de emisiones de productos químicos después del huracán Harvey tendían a estar cerca de vecindarios predominantemente hispanos y revelaron patrones de desigualdad social¹⁷⁴. La exposición es particularmente aguda cerca de los sitios del Superfondo¹⁷⁵ y en las zonas industriales de la Costa del Golfo de Texas (Figura 26.17)¹⁷⁶.

Después de un desastre, muchas personas pobres, sin seguro y sin acceso a programas de recuperación y adaptación climática, como las compras voluntarias, no han reconstruido^{159, 177}. Los esfuerzos para recuperarse de los peligros compuestos (enfoque en eventos compuestos) pueden agotar rápidamente los recursos y poner a prueba el bienestar mental de las poblaciones de bajos ingresos (KM 15.1)¹⁷⁸.

Aumento de los riesgos climáticos en Port Arthur, Texas



Las comunidades históricamente desatendidas cercanas a las instalaciones químicas se enfrentan a mayores riesgos derivados de los peligros meteorológicos asociados al cambio climático.

Figura 26.17. Estas escenas de Port Arthur, Texas, revelan (**arriba**) un paisaje bajo de instalaciones petroquímicas y vecindarios residenciales, representativo de muchas comunidades de la Costa del Golfo de Texas. Después de que el huracán Harvey (2017) tocara tierra cerca de Port Aransas (Texas), los vecindarios (**abajo a la izquierda**) e infraestructuras de transporte e instalaciones petroquímicas (**abajo a la derecha**) se inundaron, exponiendo a los residentes a aguas contaminadas que se extendían por el paisaje. Con la proyección de que el cambio climático intensifique los huracanes y traiga consigo lluvias más torrenciales, los riesgos para las comunidades de la Costa del Golfo son aún mayores cuando hay cerca instalaciones peligrosas, como plantas petroquímicas. Créditos de las fotografías: (arriba) halbergman/iStock a través de Getty Images Plus; (abajo a la izquierda) US Air National Guard Staff Sergeant Daniel J. Martinez; (abajo a la derecha) ©Alison A. Tarter.

Las comunidades con insuficiente capacidad de evacuación antes de las tormentas costeras corren un mayor riesgo de sufrir ciclones tropicales, que, según las proyecciones, serán más fuertes a mediados de siglo (KM 2.2). Estas comunidades también se enfrentan a una mayor probabilidad de abandono de sus casas a medida que las aguas del Golfo suben y las lluvias se hacen más intensas¹⁶⁰. Después del huracán Ike (2008), por ejemplo, más de la mitad de los apartamentos de vivienda pública de Galveston sufrieron daños, desplazando a casi 600 hogares. La mayoría de estos apartamentos fueron demolidos y no sustituidos, y los residentes desplazados se enfrentaron a barreras para participar en la toma de decisiones después del desastre¹⁷⁹.

El colonialismo de asentamientos y las políticas para erradicar a los pueblos indígenas, sus culturas y prácticas han contribuido a las desigualdades actuales en mitigación del clima y recursos para la adaptación (KM 15.2, 16.2, 20.2)³. Mediante la Ley de Traslado Forzoso de los Indios y los tratados con Estados Unidos¹⁸⁰, las tribus quedaron vinculadas geográficamente a jurisdicciones predeterminadas, a menudo, en zonas que ahora corren un mayor riesgo de sufrir los impactos del cambio climático (KM 16.2) o que están más expuestas a los riesgos climáticos que sus tierras históricas¹⁸¹. Sin embargo, la autodeterminación, la soberanía y el autogobierno facultan a las tribus de la región para liderar su propia planificación para la adaptación al clima, transformándose en comunidades prósperas diseñadas por ellas mismas (Recuadro 26.3). Los pueblos indígenas tienen conocimientos y experiencias que compartir con todos los pueblos sobre cómo vivir de forma sostenible y adaptarse a los cambios climáticos¹⁸².

Recuadro 26.3. Planificación de la adaptación dirigida por las tribus de Kansas, Nebraska y Iowa

La tribu Iowa de Kansas y Nebraska, la tribu Kickapoo de Kansas, la Nación Meskwaki, la tribu Omaha de Nebraska, la tribu Ponca de Nebraska, la tribu Prairie Band Potawatomi, la Nación Sac y Fox de Missouri, la Nación Santee Sioux y la tribu Winnebago de Nebraska reconocieron la necesidad de ser #Rezilient (la notación de los medios sociales para la resiliencia tribal) frente al cambio climático. Gracias a una subvención obtenida por la Nación Sac y Fox de Missouri, las tribus trabajaron para combinar sus valores culturales, conocimientos indígenas y experiencia en adaptación con la ciencia occidental para crear planes tribales de adaptación al clima. Convocaron una serie de talleres (Figura 26.18) para orientar a los profesionales tribales del medio ambiente en la personalización de planes para sus comunidades particulares. A partir de 2019, los ancianos tribales, los miembros del consejo, los profesionales del medio ambiente y los expertos en la materia iniciaron equipos técnicos tribales para identificar las fuentes de conocimiento y priorizar los riesgos.

Colaboración para elaborar planes tribales de adaptación al clima



Nueve tribus de Kansas, Nebraska y Iowa colaboran para crear planes de acción climática personalizados para sus comunidades.

Figura 26.18. (arriba) En 2022, Mayetta, Kansas, fue la sede de un taller sobre resiliencia climática para las nueve tribus de Kansas, Nebraska y Iowa. (Abajo) Los equipos técnicos trabajaron juntos para crear y presentar planes específicos de adaptación al clima para cada tribu y para compartir sus experiencias entre sí. Créditos de la fotografía: ©Mark Junker.

Luego las tribus desarrollaron un sistema de alerta temprana de sequía para cada tribu. Los sistemas se centraron en más de 20 indicadores relacionados con la sequía, entre ellos precipitaciones, humedad del suelo, índices de peligro de incendios y evapotranspiración. Luego, los equipos redactaron resúmenes de los climas de sus respectivas regiones en lengua Winnebago. Debatieron cómo comunicar los impactos locales del cambio climático de forma pertinente para la población de las reservas y sus alrededores. Los equipos también se reunieron para crear mapas que mostraran qué zonas se proyectaba que estarían más expuestas. Para 2022, los grupos ya estaban compartiendo cómo recopilaban datos, analizaban tendencias e investigaban los impactos y las soluciones al cambio climático en sus tierras y pueblos. Los nueve planes de adaptación al clima resultantes reforzarán la capacidad de recuperación de las tribus de Kansas, Nebraska y Iowa en los años venideros.

Los residentes, las empresas, las organizaciones y los gobiernos de las Grandes Llanuras del Sur pueden trabajar juntos para reparar los daños sociales previos y construir la resiliencia de la comunidad al

incorporar principios de justicia y equidad en las estrategias y acciones de resiliencia climática (Figura 26.19)¹⁸³. Por ejemplo, la estrategia “El Paso resiliente” incluye estabilidad social, seguridad y justicia entre los 12 motores de su marco de resiliencia¹⁸⁴. La estrategia reconoce los atributos únicos de El Paso, incluida una cuarta parte de los habitantes de El Paso que viven en la pobreza, una gran población bilingüe y su ubicación en el mayor complejo metropolitano binacional del hemisferio occidental. En la elaboración de la estrategia participaron 70,000 residentes en 95 eventos de participación comunitaria, lo que garantizó la presencia de diversas voces. Sin embargo, estos esfuerzos de adaptación se ven complicados por el trauma histórico, que ha disminuido la confianza en el gobierno y la marginación de diversas poblaciones (p. ej., Norton-Smith et al. 2016¹⁸⁵).

Acciones de resiliencia para abordar cuestiones de equidad y justicia relacionadas con el aumento del riesgo de huracanes



Las acciones de resiliencia centradas en la justicia y la equidad pueden ayudar a las comunidades sobrecargadas a responder al creciente riesgo de huracanes.

Figura 26.19. Los huracanes de mayor intensidad aumentan los retos para las acciones de justicia y equidad en las Grandes Llanuras del Sur, como pérdida de viviendas y propiedades, dispersión y desplazamiento de comunidades, alteración de los medios de subsistencia y la economía y daños a las infraestructuras. El ejemplo de las acciones de adaptación y mitigación puede alinear el trabajo de justicia y equidad con la resiliencia climática. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Mensaje clave 26.5

Cómo servimos: El cambio climático pone a prueba las infraestructuras y los servicios públicos

Las instituciones que prestan servicios a nuestras comunidades se enfrentan al reto de responder y adaptarse a eventos meteorológicos más frecuentes e intensos (*confianza media*). Sin una adaptación significativa, se espera que el cambio climático ponga a prueba el suministro de agua, las infraestructuras de transporte y los servicios de emergencia en las Grandes Llanuras del Sur (*confianza alta*). Entre las medidas que pueden mejorar la capacidad de recuperación de nuestras comunidades se incluyen reducción sustancial de las emisiones de gases de efecto invernadero, instalación o modernización de infraestructuras resilientes al clima, educación de los estudiantes y del público en general sobre el cambio climático y fomento de la capacidad de las organizaciones religiosas y de voluntarios para ayudar en la planificación, respuesta y recuperación en caso de peligro (*confianza media*).

Las comunidades de las Grandes Llanuras del Sur dependen de infraestructuras físicas básicas y servicios públicos, desde carreteras e instalaciones de tratamiento de aguas hasta atención médica y educación. Sin embargo, la eficiencia, la efectividad y la distribución equitativa de estos servicios fundamentales se están viendo afectadas por el cambio climático¹⁸⁶. Estos servicios no están disponibles por igual en toda la región. Por ejemplo, en 2018 a lo largo de la frontera entre Texas y México, solo el 77 % de la población de las colonias contaba con servicio de aguas residuales¹⁸⁷. Aunque las colonias pueden tener acceso a una conexión eléctrica, muchos hogares siguen sin servicios de energía debido a sus limitados ingresos¹⁸⁸.

Los servicios públicos dependen de unas aguas superficiales y subterráneas fiables, seguras y abundantes. Estas fuentes están en peligro debido al aumento de la temperatura del aire y del agua, a sequías más frecuentes y severas, a precipitaciones más intensas y a cambios en la frecuencia y sincronización de las lluvias (Figura 4.2; KM 4.2)^{189, 190}. Por ejemplo, las precipitaciones intensas han provocado mayores concentraciones de contaminación¹⁹¹ y una mayor sedimentación en los embalses¹⁹². Las tormentas invernales han provocado la pérdida de presión del agua y de electricidad en las instalaciones de servicios públicos (Recuadro 26.2). El número promedio anual de avisos de hervir el agua y desbordamientos del alcantarillado sanitario en todo Texas aumentó considerablemente entre 2011 y 2016, sobre todo debido a los daños en las infraestructuras después de la sequía extrema que provocó la contracción del suelo arcilloso¹⁹³.

A lo largo de la costa de Texas, las extracciones masivas de agua de los acuíferos costeros causan actualmente la mayor parte del aumento local del nivel del mar¹⁹⁴. Las precipitaciones que transportan aerosoles salinos siguen siendo la principal fuente de aguas salobres en el acuífero de la Costa del Golfo, ya que el aumento del nivel del mar aún no ha provocado una intrusión significativa de agua salada¹⁹⁵. Sin embargo, las tasas promedio de aumento del nivel del mar debido al calentamiento global se han acelerado desde 1992¹⁹⁶, y se proyecta que el nivel del mar en la parte oeste de la Costa del Golfo suba entre 19 y 27 pulgadas para 2050 utilizando la gama completa (de baja a alta) de escenarios de aumento promedio global del nivel del mar.¹⁹⁷ Se prevé que la intrusión salina resultante plantee problemas a los proveedores de agua potable, ya que los costos de desalinización del agua de mar duplican los de las aguas subterráneas salobres¹⁹⁵.

Los sistemas de transporte de la región, incluidos sus principales aeropuertos, puertos y autopistas, son fundamentales para el comercio internacional y nacional. Las infraestructuras de transporte —muchas de las cuales están envejecidas y necesitan importantes reparaciones— se han visto dañadas por eventos

meteorológicos extremos asociados al cambio climático (KM 13.1)¹⁹⁸. El calor extremo ha reducido la carga de pasajeros y mercancías de los aviones y ha torcido carreteras y vías férreas; las fuertes lluvias han erosionado los cimientos de carreteras, puentes y vías férreas (Figura 26.20); y las tormentas costeras han interrumpido el transporte marítimo y provocado evacuaciones masivas en las carreteras. Cuando los sistemas de transporte fallan, los impactos han sido especialmente devastadores para las personas que viven en vecindarios sistemáticamente desatendidos y con escasos recursos¹⁷¹. A partir de 2022, los planes de transporte estatales de Oklahoma y Texas no abordan las amenazas a los servicios o infraestructuras de transporte derivadas de los impactos del cambio climático^{199, 200}; el plan de Kansas sí incluye las amenazas a las infraestructuras derivadas de condiciones meteorológicas extremas²⁰¹.

Impactos de las precipitaciones extremas en el transporte



Los fuertes aguaceros asociados al huracán Harvey (2017) causaron daños en los puentes.

Figura 26.20. Se prevé que los eventos extremos asociados al cambio climático amenacen las infraestructuras de transporte, como demuestran experiencias pasadas. Aquí, las lluvias torrenciales generalizadas asociadas al huracán Harvey (2017) provocaron el colapso de un tramo de la carretera Farm to Market Road 762 en el condado de Fort Bend, Texas. Créditos de la fotografía: Kevin Stillman, Texas Department of Transportation.

El cambio climático también está afectando los sistemas de seguridad pública y su capacidad para servir a los miembros de la comunidad. Por ejemplo, durante los eventos de calor extremo en 2018, el Departamento de Bomberos de San Antonio recibió significativamente más solicitudes de servicios médicos de emergencia de los vecindarios con clasificaciones más altas en los índices de vulnerabilidad social²⁰². De 2000 a 2018, los bomberos de las Grandes Llanuras del Sur lucharon contra 16 megaincendios: incendios que abarcan más de 100,000 acres, abruman la capacidad de respuesta local y se extinguen solo cuando las condiciones meteorológicas se vuelven favorables²⁰³. Estos incendios están asociados a una vegetación extremadamente seca²⁰⁴, temperaturas inusualmente cálidas y fuertes vientos²⁰³, condiciones que, según las proyecciones, serán más frecuentes a medida que la región se caliente y el agua del suelo se evapore más rápidamente.

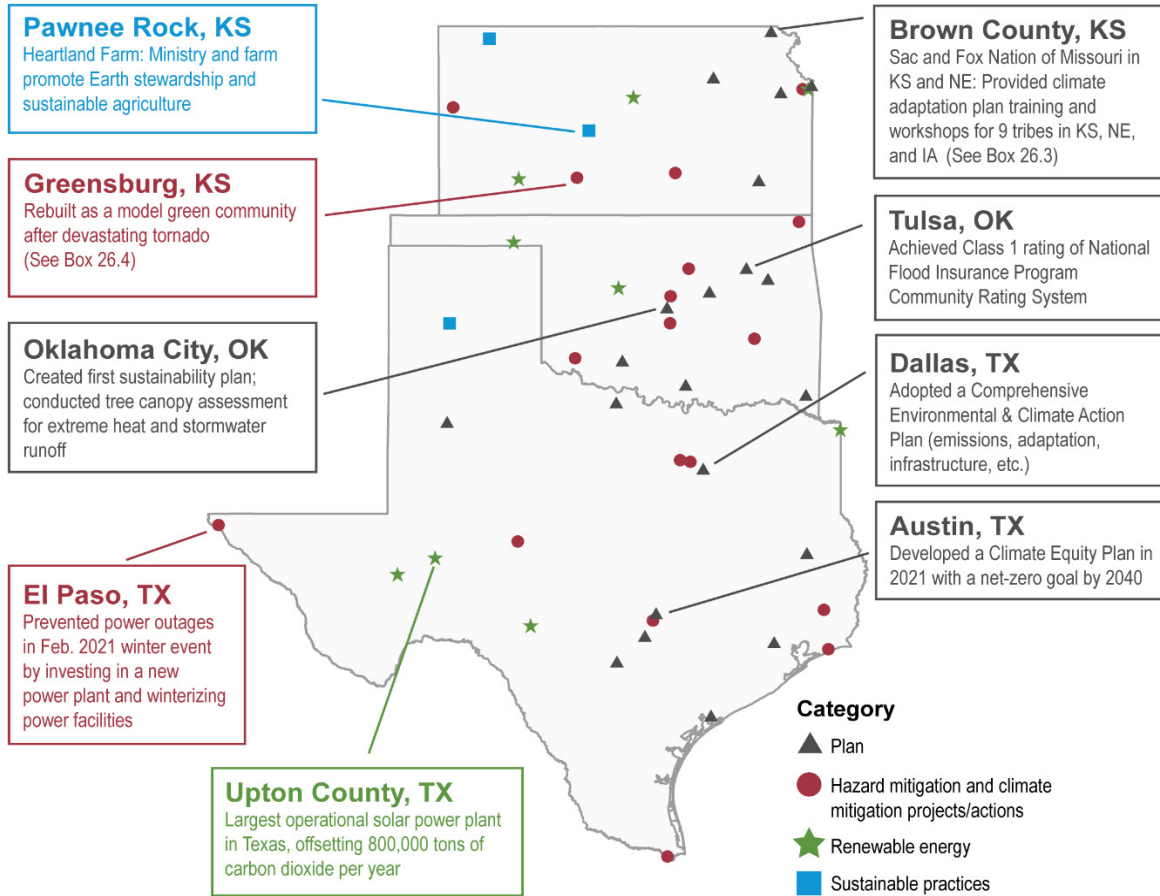
Además de proporcionar recursos para infraestructuras, servicios públicos y seguridad pública, las comunidades locales apoyan los sistemas de educación pública. Estos sistemas atienden a aprendices de todas las edades y fomentan la alfabetización científica y la cohesión social, al tiempo que sirven comidas

y prestan otros servicios comunitarios, pasos clave para posibilitar soluciones de participación pública²⁰⁵. A partir de 2022, solo Kansas incorpora claramente el cambio climático de origen humano en sus normas curriculares estatales desde kínder hasta 12.º grado (K-12)^{206, 207, 208}. En ocasiones poco comunes, los educadores reciben educación formal sobre el tema, lo que lleva a que muchos maestros de Ciencias de K-12 tengan ideas erróneas y brechas básicas en el conocimiento del cambio climático. En una encuesta entre maestros y estudiantes de educación de Dallas-Fort Worth²⁰⁹, por ejemplo, la mayoría de los educadores se mostraron neutrales respecto al desacuerdo de los científicos del clima sobre las causas del calentamiento global, a pesar de que el 97 % de estos científicos están de acuerdo (KM 2.1)²¹⁰. Los programas de educación informal llenan algunas brechas de conocimientos sobre el cambio climático dejadas por la educación pública mediante cursos breves en línea (p. ej., Martin *et al.* 2020²¹¹) y programas educativos para jóvenes de tribus³. Los educadores pueden poner en práctica estrategias de éxito para enseñar las complejidades del cambio climático al involucrar activamente a los aprendices²¹² e impregnar las lecciones con conocimientos basados en el lugar²¹³.

El monitoreo del medio ambiente y la garantía de calidad y el intercambio de datos asociados son importantes para seguir los cambios en el clima a lo largo del tiempo, respaldar decisiones basadas en evidencia y advertir a la población de peligros inminentes. Las redes regionales de monitoreo meteorológico e hidrológico de alta resolución^{214, 215, 216, 217} proporcionan mediciones locales críticas para los tomadores de decisiones. Sin embargo, la comprensión de los impactos locales de los extremos climáticos y de cómo adaptarse a ellos se ve dificultada por la falta de observaciones sistemáticas a escala regional de las especies, los hábitats, los costos y daños económicos, la demanda y el consumo de recursos, los procesos de decisión y las estrategias de adaptación y mitigación^{218, 219, 220, 221}. Esos datos ayudarían a los investigadores a comprender mejor los sistemas complejos y a los gerentes a desarrollar mejores estrategias de gestión local.

Incluso sin estos datos regionales, las ciudades de las Grandes Llanuras del Sur están abordando los riesgos para los servicios públicos mediante trabajos de mitigación de amenazas y acciones de adaptación y mitigación climáticas (Figura 26.21; KM 12.3). Greenburg, Kansas, por ejemplo, optó por diseños medioambientales resilientes para su reconstrucción después de ser azotada por un violento tornado el 4 de mayo de 2007 (Recuadro 26.4). En 2020, Oklahoma City elaboró su primer plan de sostenibilidad, conocido como *adaptokc*, que abordaba el cambio climático²²². Austin, San Antonio y Dallas también adoptaron planes que incluían acciones tanto de mitigación como de adaptación y han empezado a abordar cuestiones de equidad local en relación con los impactos del cambio climático (Plan de Acción para la Resiliencia Climática²²³; *Climate Ready, Plan de Acción y Adaptación*;²²⁴ y *Plan Integral de Acción Medioambiental y Climática*²²⁵). Las comunidades más pequeñas que carecen de recursos para elaborar planes climáticos independientes están incluyendo medidas en los planes integrales o de mitigación de riesgos. Los resultados de las medidas de las ciudades son cada vez más evidentes. Por ejemplo, en respuesta a las frecuentes inundaciones que se produjeron antes de la década de los años 90 del siglo pasado, Tulsa promulgó medidas de gestión de inundaciones que ocasionaron que el Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones le concediera su máxima calificación en el marco del Sistema de Calificación Comunitaria, lo que redujo las primas de seguros contra inundaciones en un 45 %²²⁶.

Acciones de mitigación y adaptación en las Grandes Llanuras del Sur



En toda la región se está llevando a cabo un amplio abanico de acciones para abordar los impactos del cambio climático.

Figura 26.21. Las comunidades y tribus de las Grandes Llanuras del Sur están actuando en respuesta a los retos asociados a la variabilidad y el cambio climáticos. Las acciones incluyen el desarrollo de planes para la mitigación de amenazas, la acción climática y la resiliencia climática (triángulos negros) o la realización de actividades relacionadas con la mitigación de amenazas (p. ej., construcción de infraestructuras resilientes) y la mitigación climática (p. ej., reducción del consumo de energía; círculos rojos). También comienzan los proyectos de energías renovables (estrellas verdes) y las prácticas agrícolas o medioambientales que apoyan la sostenibilidad (cuadros azules). En el caso de las acciones de varias categorías, se asignó la categoría principal. El objetivo de estas acciones es aumentar la resiliencia de la comunidad ante los peligros, ahora y en el futuro. Los ejemplos mapeados son representativos de otros que ocurren por toda la región. Ver detalles en <https://arcg.is/0yGjKm>. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Las políticas hídricas de los tres estados fomentan el uso consuntivo, excluyen, por lo general, las interacciones físicas entre las aguas subterráneas y las superficiales y están supervisadas por múltiples agencias de distintos niveles gubernamentales. Estas limitaciones dificultan las soluciones para los recursos hídricos en un clima que cambia rápidamente. No obstante, el plan hídrico estatal de Kansas de 2022 incluye el cambio climático, sus impactos y las recomendaciones asociadas, y proporciona una guía científicamente creíble para las opciones de adaptación y mitigación²²⁷. El plan hídrico integral de Oklahoma de 2012 fue más allá al incorporar proyecciones climáticas cuantitativas para evaluar el caudal futuro, la demanda municipal e industrial, la demanda de riego de cultivos y el almacenamiento de agua²²⁸. La información resultante se incluyó en las recomendaciones del plan. Sin embargo, en el caso de Texas, el plan hídrico estatal de 2022

no tuvo en cuenta el cambio climático²²⁹. Los investigadores han puesto de relieve esta omisión crucial en el proceso de planificación hídrica de Texas, especialmente su falta de planificación en casos de sequías peores que la anterior sequía récord¹⁹⁰.

Las comunidades están empezando a acoger soluciones basadas en la naturaleza o en infraestructuras ecológicas para los retos de los recursos hídricos. La ciudad de Austin ha implantado sistemas de captación de agua, drenajes sostenibles y otras infraestructuras ecológicas en bibliotecas, escuelas y otras propiedades de la ciudad para reducir los flujos de aguas pluviales²³⁰. En Norman, Oklahoma, la División de Servicios Públicos está probando cómo aumentar el suministro de agua durante la sequía devolviendo agua altamente tratada de sus instalaciones de recuperación de agua a un embalse cercano (Figura 26.22)²³¹. Ciudades de todos los tamaños, desde Houston (consulte el Recuadro 26.1) hasta Lenexa, Kansas (menos de 50,000 habitantes)²³², están adoptando programas de infraestructuras ecológicas²³³.

Planta de tratamiento de aguas de Norman, Oklahoma



Los servicios de tratamiento de aguas residuales de la región están haciendo frente a los retos que plantean los recursos hídricos.

Figura 26.22. La planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Norman está probando cómo complementar el agua durante la sequía devolviendo agua altamente tratada de su planta de regeneración de agua a su embalse cercano. La reutilización del agua es un método de adaptación bien establecido que resulta especialmente útil en climas semiáridos. Créditos de la fotografía: ©City of Norman, Oklahoma.

Las organizaciones religiosas también están respondiendo a los impactos del cambio climático al recaudar donaciones benéficas, servir como centros de comunicación y distribución y reclutar voluntarios para ayudar en la recuperación física y emocional de los desastres²³⁴. Después del huracán Harvey (2017), por ejemplo, las comunidades religiosas aportaron más de \$242 millones (en dólares de 2022) para ayudar a las víctimas de las inundaciones²³⁵. Las organizaciones interreligiosas y ecuménicas, organismos confesionales, comunidades locales de culto y creyentes individuales están enseñando sobre el cambio climático y la administración medioambiental con sus textos sagrados o tradiciones orales²³⁶ y lideran acciones medioambientales como el reciclaje y la plantación de árboles²³⁷. Compartir creencias espirituales dentro de una comunidad local es una forma importante de aumentar el capital social para la adaptación al clima²³⁸.

Recuadro 26.4. Construcción de una ciudad sostenible: Greensburg, Kansas

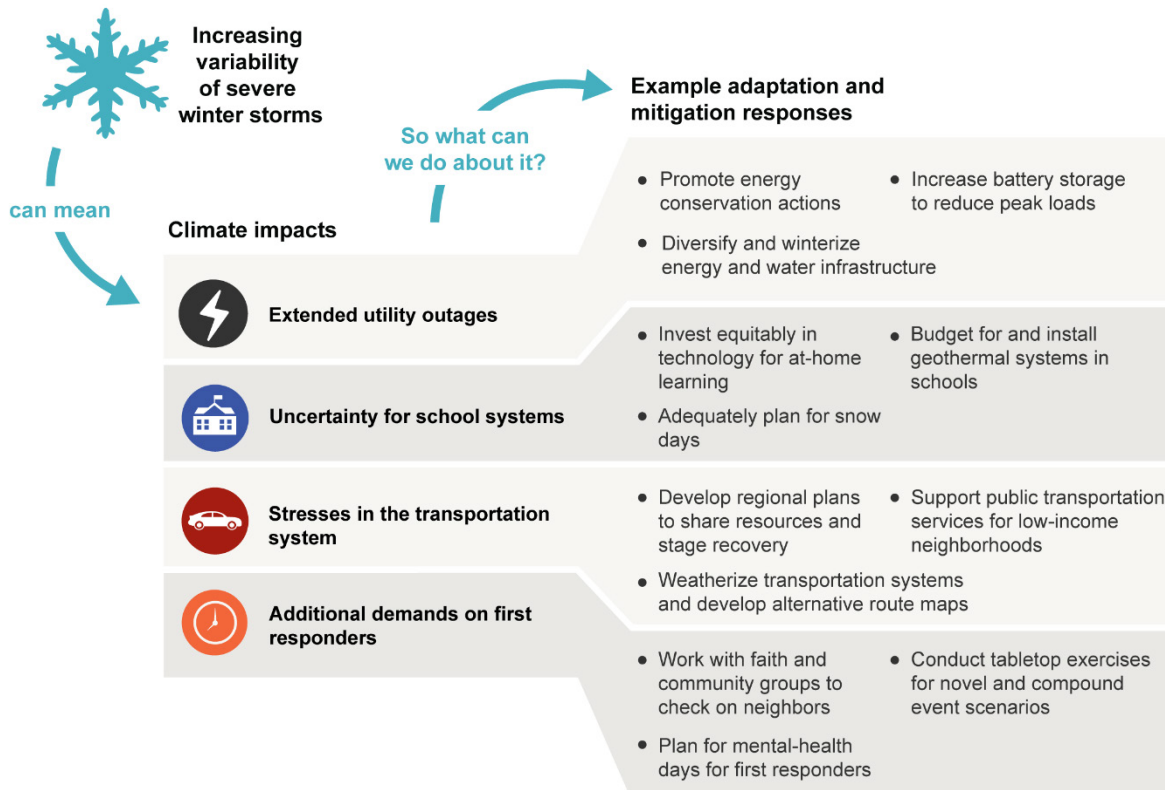
Después de que el 90 % de las estructuras de Greensburg, Kansas (población: 1,400) fueran destruidas por un tornado en 2007, los residentes de la ciudad la reconstruyeron enfatizando la resiliencia y la sostenibilidad, elementos importantes para la adaptación al cambio climático. La comunidad planificó la “ecologización de Greensburg” después de cuatro reuniones en las que participaron un promedio de 400 personas cada una²³⁹. El plan sostenible integral de 2008 reflejó sus debates centrándose en los niños y las generaciones futuras, en una comunidad fuerte y una economía sostenible y en vivir de y con la tierra²⁴⁰.

La recuperación y reconstrucción de la ciudad requirió el apoyo de organizaciones federales, estatales, universitarias, privadas y sin fines de lucro, así como de grupos comunitarios y líderes individuales²⁴¹. El ayuntamiento prestó su apoyo mediante una resolución que exigía que los edificios de propiedad municipal de 4,000 pies cuadrados o más cumplieran las normas de construcción “platino” del programa Liderazgo en energía y diseño medioambiental²³⁹. Esta decisión condujo a la creación de un ayuntamiento, una escuela del condado, un hospital público, una zona común del condado, un centro artístico y un vivero de empresas con certificación platino²⁴². La iluminación de bajo consumo a lo largo de Main Street redujo los costos energéticos y de mantenimiento, un parque eólico de 10 turbinas generó energía suficiente para 4,000 hogares, y plantas nativas, tejados ecológicos y zonas de retención biológica redujeron la escorrentía de aguas pluviales²⁴³. Sin embargo, atraer empresas sostenibles a esta remota ciudad sigue siendo un reto²⁴¹.

Durante el proceso de transformación, la actitud de los residentes ha cambiado respecto a la sostenibilidad. Muchos de los que al principio se mostraban reacios descubrieron que la gestión medioambiental era coherente con sus valores y tenía sentido común, lo que los llevó a adoptar prácticas y tecnologías sostenibles para sus propios hogares y paisajes²⁴³.

En general, las medidas adoptadas en la región han sido demasiado lentas y las inversiones han sido inadecuadas en escala y alcance, en comparación con lo que sería necesario²⁴⁴ para minimizar las consecuencias fuertemente negativas del cambio climático a mediados de siglo (KM 32.1), durante la vida de los jóvenes adultos de la actualidad. En cuanto a la mitigación, los cálculos indican que las emisiones de CO₂ tendrían que disminuir cerca de un 25 % respecto a los niveles de 2010 para 2030 y llegar a cero neto aproximadamente en 2070²⁴⁴. Mientras que Kansas y Oklahoma redujeron sus emisiones de carbono entre un 14 % y un 17 % entre 2010 y 2019, Texas las aumentó en un 11 %²⁴⁵. La adaptación transformadora (KM 31.3) y la equidad y justicia climáticas (KM 20.1, 20.3) proporcionan marcos holísticos para las acciones de adaptación climática. Se espera que muchas acciones que mejoran la resiliencia de los servicios públicos y las infraestructuras (Figura 26.23) también reduzcan los futuros costos financieros derivados de los eventos extremos.

Acciones de resiliencia para abordar los impactos de las tormentas invernales severas en los servicios públicos



Las medidas de resiliencia pueden reducir los riesgos para los servicios públicos causados por las tormentas invernales severas, cada vez más variables.

Figura 26.23. La creciente variabilidad de las tormentas invernales severas causa incertidumbre y aumenta el riesgo en los servicios públicos y la infraestructura en las Grandes Llanuras del Sur, lo que incluye cortes prolongados de los servicios públicos, incertidumbre de los sistemas escolares, tensiones en el sistema de transporte y demandas adicionales en los primeros socorristas. Los ejemplos de acciones de adaptación y mitigación pueden aumentar la resiliencia y reducir los impactos negativos. Créditos de la figura: Consulte los metadatos de la figura para conocer los colaboradores.

Cuentas trazables

Descripción del proceso

El equipo de autores del capítulo de las Grandes Llanuras del Sur se seleccionó utilizando una plantilla normalizada sobre biografías de candidatos obtenida a partir de candidaturas y de una búsqueda en internet. Los elementos de los criterios de selección fueron: 1) experiencia en la materia pertinente a las Grandes Llanuras del Sur; 2) diversidad en la disciplina o el tipo de experiencia para garantizar la amplitud del contenido del capítulo; 3) función que redujera el riesgo de problemas estructurales en el capítulo, incluida la amplitud de perspectivas (p. ej., género, etnia, raza, tipo de organización, etapa profesional y ubicación geográfica); y 4) experiencia en la colaboración con socios de toda la región (p. ej., agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, profesionales, académicos, iglesias y empresas). Los autores candidatos fueron seleccionados por su disposición y capacidad para trabajar en equipo, escribir bien y dedicar el tiempo necesario. Algunos autores originales abandonaron el equipo durante las fases de borrador de orden cero y primera orden (ya fuera para trasladarse a otro capítulo o por cambios en sus trabajos) y no fueron sustituidos.

El equipo de autores se reunió virtualmente durante una hora al menos cada dos semanas durante los períodos de redacción para analizar las tareas, responder preguntas, preparar los talleres con las partes interesadas, discutir las cifras y llegar a un consenso sobre los temas y el texto escrito. El autor principal coordinador, el autor principal del capítulo y el punto de contacto se reunían virtualmente, normalmente una vez a la semana durante los períodos de redacción, para revisar las fechas de entrega, responder preguntas y asegurarse de que el equipo progresaba adecuadamente.

Los autores elaboraron los temas iniciales de los capítulos a partir de una lluvia de ideas sobre los valores e intereses de las personas que viven y trabajan en los diversos paisajes de la región. Las declaraciones basadas en el impacto se centraron en estos valores y se agruparon por atributos comunes para reducir la redundancia.

El consenso se alcanzó mediante deliberaciones y preguntas durante las reuniones con los autores y mediante debates a través de la función de comentarios del borrador compartido en línea del capítulo. El autor principal comprobó periódicamente con el equipo de autores la conformidad de las declaraciones redactadas por uno o varios miembros del equipo. Los desacuerdos sobre prioridades o redacción se debatieron abiertamente. La confianza se determinó mediante evaluaciones iniciales independientes de varios miembros del equipo de autores y se finalizó después de un debate oral durante una reunión virtual de todo el equipo de autores. Se analizaron las preocupaciones hasta que nadie estuvo en desacuerdo con el nivel de confianza declarado. Todos los miembros del equipo de autores aprobaron el documento de cada borrador hasta el borrador de cuarto orden. El autor principal finalizó el quinto borrador de orden, con cambios mínimos con respecto al cuarto borrador de orden, para responder tres comentarios menores de los revisores, sugerir ediciones de copia, añadir citas que faltaban y abordar los títulos de figuras inconsistentes.

El equipo de autores optó por llevar a cabo cuatro talleres en línea de 90 minutos de duración con las partes interesadas a lo largo de dos días para dar la oportunidad de participar a personas con diferentes horarios de trabajo. Los talleres se llevaron a cabo a distintas horas del día, por ejemplo durante la hora del almuerzo (hora central) y a las 5:30 p. m. para quienes no pudieran asistir durante la jornada laboral regular. Cada taller comenzó con una presentación general de 30 minutos sobre el proceso completo de la Evaluación Nacional del Clima (National Climate Assessment, NCA) y el contenido específico del capítulo, seguida de seis sesiones paralelas de una hora cada una para cada una de las cinco secciones del capítulo y una sesión adicional abierta a cualquier debate. El equipo de autores facilitó las sesiones de trabajo utilizando

preguntas específicas para involucrar a los participantes y obtuvo retroalimentación a través de presentaciones interactivas y debates.

Los aportes de las reuniones de las partes interesadas, las revisiones de las agencias y las revisiones internas de la Unidad de Apoyo Técnico (Technical Support Unit, TSU) se abordaron mediante el proceso de creación de consenso antes mencionado. El equipo de autores debatió el contenido de los nuevos gráficos en reuniones periódicas e iteró sobre el diseño con la TSU. Los metadatos de todos los gráficos e imágenes fueron recopilados y documentados por el autor principal del capítulo y aprobados por la TSU. Los contribuyentes técnicos aportaron sus conocimientos específicos de las siguientes maneras: 1) alertar al equipo de autores sobre ejemplos locales de impacto, adaptación o mitigación del cambio climático; 2) sugerir literatura revisada por expertos en áreas en las que el equipo de autores tenía una brecha disciplinaria; o 3) ayudar en la descripción de una figura seleccionada por el autor. Solo se disponía de proyecciones climáticas hasta 2100, por lo que el equipo de autores no pudo evaluar los impactos del cambio climático dentro de 100 años, como exige la Ley de Investigación del Cambio Global de 1990²⁴⁶.

Mensaje clave 26.1

Cómo vivimos: El cambio climático degrada la tierra, el agua, la cultura y la salud

Descripción de la base de evidencia

Varios temas cuentan con una amplia base de investigación tanto a escala nacional como dentro de las Grandes Llanuras del Sur. Para ello, el equipo de autores seleccionó las citas más relevantes para la región. Los impactos físicos, como los cambios del rango de las especies, los cambios en la calidad del agua y la escorrentía de aguas pluviales, cuentan con evidencia suficientes dentro de la región para realizar declaraciones bien documentadas (p. ej., Howell *et al.* 2019²³; Bragg *et al.* 2003²⁴; Moore *et al.* 2016²⁵; Will *et al.* 2013²⁶; Whyte *et al.* 2021³¹). La literatura sobre salud humana y cambio climático era relativamente abundante (p. ej., Anderegg *et al.* 2021⁴⁹; Levetin 2021⁵⁰; Neumann *et al.* 2019⁵¹; Johnson *et al.* 2016⁵²; Mallen *et al.* 2019⁵³; Bell *et al.* 2018⁵⁴; Caminade *et al.* 2019⁵⁶; Raghavan *et al.* 2021⁵⁷; Hotez 2018⁵⁸; Gorris *et al.* 2019⁵⁹). La literatura sobre regiones climáticas similares a las Grandes Llanuras del Sur también respalda estas declaraciones (p. ej., Capítulos 6, 8). Los estudios sobre los impactos humanos y sociales, como los impactos climáticos en la cultura, o la intersección del clima y otros factores ecológicos o humanos del sistema, como la invasión leñosa o las disparidades raciales, fueron más difíciles de encontrar. En estos casos, los miembros del equipo de redacción utilizaron su juicio experto para elaborar el texto de la sección.

Los estudios correspondientes a Houston, Dallas y Austin (Texas) fueron relativamente abundantes, al igual que la investigación sobre los impactos del cambio climático tanto en los ecosistemas naturales como en los agroecosistemas de Texas. La investigación del estudio de caso sobre Houston fue abundante y coherente, aunque la diversidad de pueblos y entornos en el área metropolitana era extremadamente amplia y hubo que condensarla de forma que no captara los matices de la ciudad en el grado que los autores preferían.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Entre las principales brechas cabe citar la falta de investigación sobre 1) una amplia variedad de comunidades (es decir, las mismas pocas ciudades están bien documentadas y otras no); 2) los impactos humanos al margen de la morbilidad y mortalidad humanas (p. ej., qué tradiciones o prácticas culturales se están alterando a causa del cambio climático); 3) la atribución del cambio climático a impactos provocados por múltiples factores de estrés (p. ej., inundaciones urbanas causadas por lluvias más torrenciales, cambios en el uso de la tierra y prácticas de gestión del agua); y 4) señales a largo plazo del cambio climático a lo

largo de la Costa del Golfo y en las aguas del Golfo (es decir, datos de observación insuficientes en el tiempo y el espacio).

Existen grandes incertidumbres sobre las respuestas individuales, familiares, vecinales y comunitarias a los diferentes impactos relacionados con el clima, como temperaturas más altas, lluvias más torrenciales o huracanes más intensos. Los métodos de adaptación no se miden comúnmente en toda la región, por lo que las circunstancias en las que las diferentes estrategias de adaptación son más beneficiosas son muy inciertas (KM 31.1, 31.3). Aunque determinadas tribus conocen los impactos relacionados con el clima sobre sus parientes y su cultura, muchas, comprensiblemente, optan por proteger su propiedad intelectual como naciones soberanas; por lo tanto, algunos impactos sobre las tribus son inciertos.

La documentación sobre impactos y acciones en Kansas y Oklahoma fue sustancialmente limitada, en comparación con el interior de Texas. De hecho, fuera del área metropolitana de Kansas City, la literatura revisada por expertos centrada en Kansas o que la incluía era limitada. La literatura sobre los cambios en las aguas de la Costa del Golfo de Texas en relación con el cambio climático era escasa y el muestreo de datos era insuficiente en cuanto a espacio y tiempo para determinar las tendencias a largo plazo del florecimiento de algas nocivas por marea roja, la mortalidad masiva de organismos acuáticos (p. ej., por olas de frío) o la descarga de agua dulce.

Descripción de confianza y probabilidad

Para la primera declaración del mensaje clave, el equipo de autores tenía una *confianza muy alta* en los riesgos asociados a la degradación de las tierras, las aguas y la salud. Sin embargo, la falta de datos sobre las zonas de propiedad privada de la región, sobre todo en Texas, donde el 93 % de la tierra es de propiedad privada²⁴⁷, limita un poco la confianza de los autores en estas zonas. El equipo de autores tenía menos confianza en los riesgos asociados a la calidad de vida, el bienestar y la interconexión cultural. Como resultado, el equipo redujo el nivel de confianza de *muy alto* a *alto*. La confianza en las proyecciones futuras de riesgos relacionados con la temperatura (p. ej., días de calor extremo) es *muy alta*; sin embargo, la confianza es sustancialmente menor (es decir *media*) en cuanto a los peligros relacionados con las precipitaciones, ya que las proyecciones son mixtas en cuanto a las tendencias, según la ubicación. Como resultado, el equipo redujo el nivel de confianza de *muy alto* a *alto*. En la tercera frase, el equipo de autores estuvo de acuerdo en que todas las acciones eran viables y estaban bien documentadas en la literatura como actividades de resiliencia, pero la efectividad de las acciones no se ha investigado a fondo, lo que lleva a una evaluación de *confianza media*.

La base de evidencia no era suficiente para determinar probabilidades cuantitativas para la primera y tercera declaración de este mensaje clave; por lo tanto, no se especifica ninguna probabilidad. En cuanto a la segunda declaración, existen evidencia suficiente de múltiples fuentes de proyecciones climáticas en toda la región que indican que es *muy probable* que los peligros meteorológicos aumenten (en tamaño, número o intensidad). También hay evidencia suficiente en la literatura que indica que este tipo de cambios suele tener consecuencias negativas para la vida humana porque la mayoría de las familias, vecindarios y comunidades de los EE. UU. están preparados para manejar condiciones climáticas promedio, pero luchan por ser resilientes durante las extremas.

Mensaje clave 26.2

Cómo trabajamos: El cambio climático crea retos y oportunidades económicas

Descripción de la base de evidencia

Los impactos del cambio climático en los sectores de la energía y la agricultura, así como su mitigación y adaptación, cuentan con una amplia base de investigación tanto a escala nacional como en las Grandes Llanuras del Sur (p. ej., consulte los Capítulos 5, 11; Challinor *et al.* 2014⁹⁴; Miller *et al.* 2021²⁴⁸; Rojas-Downing *et al.* 2017²⁴⁹; Shoeib *et al.* 2021⁷⁶; Wimhurst y Greene 2019⁷⁷). En cuanto a estos temas, el equipo de autores seleccionó las citas más relevantes para la región. No se disponía de literatura robusta sobre muchas otras empresas e industrias de la región. En estos casos, el equipo de autores seleccionó ejemplos específicos de la región. No se utilizaron investigaciones centradas en otras regiones del país, aunque fueran sólidas, porque el contexto de recursos, cultura y valores de las Grandes Llanuras del Sur difiere del de otras regiones de Estados Unidos. Por ello, el equipo de autores optó por respetar la naturaleza local de los impactos y las soluciones.

La literatura sobre la tormenta invernal de febrero de 2021 y sus impactos ha crecido rápidamente y el equipo de autores evaluó suficiente documentación para analizar el evento (p. ej., Bolinger *et al.* 2022⁷⁸; Busby *et al.* 2021⁸⁶; Doss-Gollin *et al.* 2021²⁵⁰; FERC 2021⁸³; Ghosh *et al.* 2021⁸⁴). En la Figura 26.8 se aplicaron los quintiles primero, tercero y quinto de los datos tanto para el nivel de ingresos (más pobres, ingresos medios, más ricos) como para la raza (no blanca baja, media y alta) para demostrar las desigualdades relacionadas con el porcentaje de cortes de electricidad durante el evento⁴⁶. Las estadísticas de empleo de la industria de combustibles fósiles se calcularon para septiembre de 2022 utilizando las siguientes categorías del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte: 211, 2121, 213112, 213113, 22112, 2212 y 3241⁷³.

La literatura sobre temas como la producción de energía geotérmica y la captura y almacenamiento de carbono ha crecido en publicaciones académicas y del gobierno federal; sin embargo, la implementación a escala comercial de estas tecnologías se consideró de mayor interés para el público del capítulo aunque la literatura era escasa.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Además de los servicios públicos (KM 26.5), la energía y la agricultura, los principales sectores económicos de la región que pueden verse afectados por el cambio climático son industria manufacturera, servicios minoristas, construcción, hostelería, sector inmobiliario, seguros, comercio mayorista y asistencia social. Se encontró poca o ninguna literatura revisada por expertos relacionada con los impactos, la adaptación o la mitigación para estos sectores.

Como en otras secciones, la literatura sobre Kansas y Oklahoma era sustancialmente más escasa que sobre Texas. La mayor parte de la literatura sobre los impactos del cambio climático y las medidas relacionadas con las empresas y la industria, con excepción de la agricultura, se centraba en las grandes áreas metropolitanas, por lo que las zonas rurales estaban menos estudiadas. La literatura sobre el impacto climático en las empresas propiedad de mujeres o minorías o en las pequeñas empresas de la región era mínima. La investigación sobre las medidas de adaptación y mitigación en la región, incluida la evaluación de su efectividad, fue limitada.

La literatura revisada por expertos sobre los impactos de la tormenta invernal de febrero de 2021 fue limitada, salvo en lo que se refiere al impacto de la tormenta en la generación, transmisión y distribución de energía. Los artículos de prensa hablaban de otros muchos impactos, desde el transporte y la economía hasta la recreación y la salud mental, pero al momento de redactar este informe se disponía de poca literatura que analizara los impactos no energéticos.

Descripción de confianza y probabilidad

En la primera declaración del mensaje clave, el equipo de autores determinó que la literatura era limitada en cuanto a cómo las empresas y la industria experimentan nuevas oportunidades de empleo a medida que cambian las condiciones climáticas en las Grandes Llanuras del Sur. Así, el equipo de autores bajó el nivel de confianza de *muy alto* (es decir, el nivel que se asignaría a los EE. UU. en su conjunto) a *alto* (para la región de las Grandes Llanuras del Sur). En cuanto a la segunda declaración, la confianza se evaluó como *alta* con base en evidencia sustanciales de las proyecciones climáticas disponibles, pero menos evidencia de los costos para las empresas y la industria. En cuanto a la tercera declaración, la literatura era escasa con respecto a cómo las acciones de las empresas y la industria ocasionan resultados económicos positivos; por lo tanto, el equipo concluyó que la *confianza media* era la más adecuada.

La base de evidencia no era suficiente para determinar probabilidades cuantitativas para la primera y tercera declaración de este mensaje clave; por lo tanto, no se especifica ninguna probabilidad. En cuanto a la segunda declaración, hay evidencia suficiente de múltiples fuentes de proyecciones climáticas que indican que es *muy probable* que en el futuro se produzcan temperaturas más cálidas, precipitaciones más irregulares y un aumento del nivel del mar en toda la región. Este tipo de cambios están relacionados con los costos y pérdidas de las empresas y la industria.

Mensaje clave 26.3

Cómo jugamos: Los extremos climáticos ponen en peligro el deporte, las actividades recreativas y el ocio

Descripción de la base de evidencia

El equipo de autores consideró que el tema del cambio climático y el deporte (es decir, la ecología del deporte) es un área emergente que será de gran interés para los lectores de las Grandes Llanuras del Sur. El debate sobre el cambio climático y el deporte organizado, desde el juvenil hasta el profesional, ha sido limitado en NCA anteriores. Sin embargo, la literatura sobre cómo el clima afecta los resultados de salud en el deporte y otras actividades físicas ha ido en aumento (p. ej., Bernard *et al.* 2021¹²⁰; Bergeron *et al.* 2011¹³⁰; Yeargin *et al.* 2017¹²⁷; Vanos *et al.* 2017¹³²; Orr *et al.* 2022¹¹⁸; Thomas *et al.* 2013¹⁴¹; Brocherie *et al.* 2015¹²²). La falta de acceso a los parques es un tema importante en la literatura sobre justicia medioambiental y salud pública (p. ej., Heynen *et al.* 2006²⁵¹; Sister *et al.* 2010²⁵²; Rigolon 2016¹³⁴; Mullenbach y Wilhelm Stanis 2022²⁵³). Los impactos negativos del cambio climático sobre los servicios ecosistémicos, como la caza, la pesca y otros tipos de recreación, también están bien documentados (KM 8.3); sin embargo, los impactos positivos están menos estudiados. En las Grandes Llanuras del Sur abundan los estudios sobre los resultados de salud y los servicios ecosistémicos ante el cambio climático.

Se puede encontrar literatura sobre los impactos económicos de eventos extremos específicos en la recreación, especialmente para Texas, pero no existe literatura exhaustiva sobre estos impactos en toda la región o a través de la recreación, el deporte y el ocio. En estos casos, el equipo de autores dio ejemplos de actividades, eventos y lugares específicos de la literatura o proporcionó ejemplos de múltiples noticias. Al igual que en otras secciones, la literatura revisada por expertos relacionada con esta sección fue más abundante en Texas, especialmente en la Costa del Golfo de Texas, y menos abundante en Kansas. Aunque se disponía de ejemplos de medidas de adaptación específicas, la literatura que evaluaba la efectividad de estas medidas era limitada.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

La documentación sobre cómo afectó el cambio climático la cantidad, el momento y la intensidad de la actividad física a escala comunitaria o a mayor escala es limitada. Las investigaciones anteriores se centraron principalmente en los impactos del clima en los futbolistas. Faltan estudios sobre los impactos en otros deportes (p. ej., fútbol, lacrosse o campo a traviesa). Son escasos los estudios comparativos en toda la región sobre los impactos del cambio climático en las actividades deportivas, recreativas y de ocio. Es mínima la literatura sobre los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación para las actividades recreativas en las aguas del Golfo de Texas.

La investigación sobre la convergencia de la justicia medioambiental, el clima y el deporte y las actividades recreativas es limitada, especialmente entre las comunidades indígenas y en entornos rurales. Los estudios de impacto económico tienden a centrarse en acontecimientos extremos singulares en regiones limitadas y, por tanto, no proporcionan una comprensión global de un estado a otro, de una actividad a otra o de un deporte a otro. Es limitada la investigación sobre las adaptaciones climáticas de las organizaciones deportivas para reducir las vulnerabilidades climáticas, así como sobre los resultados (positivos o negativos) de dichas adaptaciones.

Descripción de confianza y probabilidad

La literatura revisada por expertos era abundante y coherente, lo que llevó al equipo de autores a una evaluación de *confianza muy alta* en cuanto a la primera declaración del mensaje clave. Las otras dos declaraciones se evaluaron en *confianza alta* en función de una base de evidencia más reducida sobre los impactos del cambio climático en la reducción de la actividad física al aire libre y sobre los tipos de estrategias de adaptación utilizadas por las personas, las comunidades o las organizaciones deportivas.

La base de evidencia no era suficiente para determinar probabilidades cuantitativas en cuanto a la primera y tercera declaración de este mensaje clave; por lo tanto, no se especificó ninguna probabilidad. Para la segunda declaración, había evidencia suficiente de múltiples fuentes de proyecciones climáticas que indicaban que es *muy probable* que las temperaturas extremas aumenten en la región en el futuro. La literatura es suficiente para reconocer que las temperaturas extremas están vinculadas a enfermedades y muertes relacionadas con el calor y que también provocan una reducción de la actividad física al aire libre.

Mensaje clave 26.4

Cómo sanamos: El cambio climático agrava las disparidades sociales y medioambientales

Descripción de la base de evidencia

La literatura en ciencias sociales sobre justicia y equidad en relación con los riesgos climáticos era abundante y coherente, especialmente en lo relativo a calor extremo, inundaciones y ciclones tropicales (p. ej., Benevolenza y DeRigne 2019⁶⁸; Flores *et al.* 2021²⁵⁴; Maldonado *et al.* 2016²⁵⁵; Prudent *et al.* 2016²⁵⁶; Smiley *et al.* 2022²⁵⁷). La investigación sobre comunidades de bajos ingresos y comunidades de color fue extensa respecto a muchas áreas metropolitanas e industriales de la región (p. ej., Collins *et al.* 2019,²⁵⁸ 2013²⁵⁹; Flores *et al.* 2021²⁵⁴; Li *et al.* 2022²⁶⁰). Existe un cúmulo de investigaciones sobre ciclones tropicales, aumento del nivel del mar y disparidades infraestructurales en comunidades marginadas de las zonas costeras metropolitanas e industriales de Texas, además de algunos estudios centrados en el sur de Texas, donde muchas *colonias* están ubicadas (p. ej., Atisa y Racelis 2022²⁶¹; Martinich *et al.* 2013¹⁶⁰; Flores *et al.* 2021²⁵⁴; Chakraborty *et al.* 2019¹⁶⁹). El *Informe sobre la situación de las tribus y el cambio climático*³ proporcionó amplios ejemplos y documentación de retos y oportunidades y resultó útil respecto al

contenido y el contexto de todo el capítulo. Las soluciones basadas en evidencia eran limitadas, especialmente las que se aplicaban durante un período suficiente para evaluar la efectividad a largo plazo.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

En comparación con la investigación sobre los impactos físicos del cambio climático, en las Grandes Llanuras del Sur hay mucha menos investigación sobre el cambio climático desde el punto de vista de la justicia y la equidad. Entre los más impactados se encuentran personas y familias con bajos ingresos; residentes rurales; poblaciones históricamente marginadas; personas con discapacidades; adultos mayores; negros, indígenas y personas de color; los que no se identifican como hombres heterosexuales cis; inmigrantes; que viven en *colonias*; y las personas sin vivienda; sin embargo, el equipo de autores no encontró ningún estudio que analizara los impactos sobre estas poblaciones de forma sistemática en ninguno de los tres estados. Además, aunque existen varios estudios que evalúan los retos para las personas que hablan español, por lo general no se incluye a quienes hablan otros idiomas distintos del inglés. En algunos casos, la literatura diagnostica las disparidades sin explicar sus razones (p. ej., Carvallo *et al.* 2021⁸⁵), lo que indica que se necesita una mayor investigación para analizar las causas profundas de modo que puedan abordarse junto con las acciones de adaptación y mitigación climáticas (es decir, para evitar una adaptación deficiente; KM 31.4).

La investigación revisada por expertos ha tendido a centrarse en las ciudades, con menos énfasis en las comunidades rurales o en las ciudades pequeñas y medianas de la región. Incluso para los lugares cercanos a las Grandes Llanuras del Sur, hay poca literatura sobre la justicia climática en lo que se refiere a las comunidades rurales (p. ej., Gutierrez y LePrevost 2016²⁶²). Los conocimientos son limitados en lo que respecta a la evaluación de las estrategias de mitigación y adaptación al clima que tratan de incorporar la justicia y la equidad climáticas (p. ej., Mullenbach y Wilhelm Stanis 2022²⁵³). Debido a su soberanía, las tribus han optado, en muchas circunstancias, por documentar su trabajo a través de tradiciones orales, que no se comparten con extraños³.

Descripción de confianza y probabilidad

Con base en la abundancia de investigaciones y en la coherencia de los resultados en los EE. UU. y en la región, el equipo de autores evaluó las dos primeras declaraciones del mensaje clave con una *confianza muy alta*. Queda por estudiar más a fondo cómo la demografía específica o la ubicación de los vecindarios y comunidades se relacionan con un mayor riesgo de impactos, pero las dos primeras declaraciones eran intencionalmente generales para destacar lo que se sabe por la literatura. La tercera declaración se evaluó con una *confianza media* porque la evaluación rigurosa de los resultados de las políticas, prácticas y programas es más limitada en la literatura.

Aunque la literatura es convincente en lo que respecta a muchos de los impactos físicos del cambio climático, los impactos sobre las personas, los vecindarios y las comunidades no estaban tan sólidamente documentados y, desde luego, no abarcaban toda la región. Por lo tanto, no se especifica ninguna probabilidad para ninguna declaración, ya que el equipo de autores no pudo evaluar probabilidades cuantitativas mediante estudios de casos o análisis de pequeñas regiones dentro de las Grandes Llanuras del Sur.

Mensaje clave 26.5

Cómo servimos: El cambio climático pone a prueba las infraestructuras y los servicios públicos

Descripción de la base de evidencia

Los temas sobre infraestructuras y servicios públicos relacionados con el suministro de agua (KM 4.2), infraestructuras (KM 12.2, 13.1), salud pública y seguridad (KM 15.1) y educación²¹² contaban con una amplia base de investigación en todo el país y en regiones específicas de Estados Unidos. La investigación en las Grandes Llanuras del Sur fue menos robusta. En este caso, los autores, muchos de los cuales han trabajado para o con municipios de toda la región durante décadas, utilizaron su juicio experto para comunicar el mensaje y seleccionar las citas más relevantes. Otras evidencias de este mensaje clave incluyeron los planes hídricos estatales^{227, 247, 263}, los planes estatales de transporte^{199, 200, 201} y las normas curriculares científicas estatales^{207, 208, 264} de cada uno de los tres estados.

Los estudios sobre las necesidades y usos del agua en la agricultura son abundantes en las Grandes Llanuras del Sur; sin embargo, la literatura revisada por expertos sobre el cambio climático y el abastecimiento municipal de agua o la sostenibilidad hídrica era escasa en los tres estados. La forma en que el cambio climático afecta las infraestructuras y servicios públicos de la región es un tema emergente, y gran parte de la investigación se ha realizado solo en la última década. Los medios de comunicación cubrieron los impactos locales después de los eventos extremos, incluidos los daños a las infraestructuras públicas y la respuesta de las agencias y organizaciones de servicios. Dado que las ciudades y los pueblos son lugares importantes en los que se produce la mitigación del cambio climático y la adaptación a este, el equipo de autores decidió tratar este tema a pesar de que la base de evidencia era menor que la de las demás secciones.

Además, el equipo de autores optó por debatir el tema emergente del papel de las organizaciones religiosas, ya que se ajustaba bien a los valores de la región. Estas organizaciones también pueden utilizar el contenido de este informe para planificar el servicio a la comunidad antes, durante y después de los peligros climáticos. Aunque las principales religiones tienen declaraciones sobre el cambio climático (p. ej., la encíclica *Laudato si'* del Papa Francisco, “Declaración islámica sobre el cambio climático”, “Declaración budista sobre el cambio climático a los líderes mundiales” y “Declaración interreligiosa sobre el clima”)²⁶⁵, la literatura sobre las interacciones entre fe, religión y cambio climático es limitada^{238, 266}. La literatura revisada por expertos era escasa sobre cómo las organizaciones religiosas llevan a cabo acciones de adaptación o mitigación o sobre el alcance y la efectividad de estas actividades.

La información sobre las medidas que estaban adoptando las comunidades de la región estaba documentada principalmente en informes estatales o municipales, más que en la literatura revisada por expertos (p. ej., City of San Antonio 2019²²⁴; City of Oklahoma City 2020²²²). Por lo tanto, no se disponía de ninguna evaluación de la efectividad de las acciones ni del apoyo público a estas. Los planes estatales de transporte no articulaban detalladamente las amenazas a los servicios o infraestructuras de transporte en relación con el cambio climático. El plan de transporte a largo plazo de Kansas 2020–2045²⁰¹, el plan de transporte a largo plazo de Oklahoma: 2020–2045¹⁹⁹ y el plan de transporte de Texas 2050²⁰⁰ no incluían metas ni objetivos que abordaran los impactos del cambio climático. Aunque Kansas y Oklahoma reconocieron la necesidad de apoyar las estaciones de recarga de vehículos eléctricos, la adaptación al cambio climático y la mitigación de este fueron elementos mínimos de estos planes y proporcionaron poco contexto para el equipo de autores. En relación con la gestión de los recursos hídricos, había contenido importante disponible en el plan hídrico de Kansas 2022²²⁷ y el plan integral del agua de Oklahoma de 2012²⁶³. Por el contrario, la Junta de Desarrollo

del Agua de Texas²²⁹ no reconoció el cambio climático ni planificó sus impactos en la gestión de los recursos hídricos, limitando así el contenido para Texas.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Los datos y análisis sobre los impactos del cambio climático en los servicios públicos y las infraestructuras de la región eran esporádicos, aunque en general abundaban las investigaciones, los datos y las proyecciones sobre temperatura, precipitaciones y otros indicadores físicos del clima sobre la tierra. Además, aunque se disponía de datos sobre la costa y alta mar para el Golfo de México procedentes del Sistema de Observación Oceánica Costera del Golfo de México²⁶⁷ y del Sistema Automatizado de Boyas de Texas²⁶⁸, estos sistemas de observación no se establecieron para monitorear las tendencias climáticas a largo plazo (p. ej., acidificación marina e intrusión de agua salada), y por lo tanto había una escasez de literatura sobre cómo estos sistemas de observación ayudaron en la toma de decisiones para el cambio climático.

Pocos estudios sobre infraestructuras y servicios públicos se centraron en Kansas y Oklahoma, y la mayoría de las investigaciones en Texas. Los de Kansas y Oklahoma, muchos tenían décadas de haberse hecho. En todos los estados, la mayoría de los estudios examinaron instalaciones o comunidades específicas; hubo pocos estudios de síntesis o comparación que ayudaran a presentar un panorama más amplio de los impactos del cambio climático en toda la región. La documentación sobre cómo se proyecta que el cambio climático afecte el sistema o los centros de atención médica era escasa, aunque la investigación sobre el cambio climático y la salud pública era relativamente abundante (vea la cuenta trazable KM 26.1). Del mismo modo, no se disponía de síntesis amplias en toda la región sobre los impactos del cambio climático en carreteras, ferrocarriles, puertos, oleoductos y aeropuertos, ni sobre la fiabilidad y seguridad de los sistemas de transporte. Además, dado que los residentes y visitantes de la región dependen en gran medida de automóviles y camiones, había una gran brecha en la investigación sobre qué medidas de mitigación y adaptación se recomendaban para pasar a un sistema de transporte de nueva generación, inteligente con respecto al clima.

Existían pocas publicaciones revisadas por expertos específicas de la región sobre la intersección de la seguridad pública y el cambio climático, incluidos los actuales procesos de planificación, la adaptación efectiva y los costos económicos. La documentación disponible se centraba principalmente en hechos históricos y, en ocasiones, poco comunes en proyecciones de futuro. Del mismo modo, la información sobre cómo se incorporaba el cambio climático al plan de estudios en los distintos niveles educativos de los tres estados, ya fuera en programas formales o informales, era mínima.

Aunque las organizaciones religiosas desempeñan un papel importante a escala local, regional y mundial cuando se producen crisis, la mayor parte de la literatura sobre el cambio climático y la fe se centra en los conocimientos, las opiniones o las acciones individuales basadas en la afiliación religiosa. El alcance de lo que hacían (o dejaban de hacer) estas organizaciones y la forma en que llevaban a cabo su labor no estaban claros.

Descripción de confianza y probabilidad

La confianza se evaluó como *media* en la primera declaración, que fue el consenso después de reconocer tanto la escasez de literatura revisada por expertos (que habría llevado a una *confianza baja*) como la experiencia de los miembros del equipo de autores que trabajaban en una o más comunidades y se relacionaban con otros que hacían lo mismo (que habría llevado a una *confianza alta*). En este caso, gran parte del trabajo que se está llevando a cabo en toda la región es relativamente reciente (p. ej., desde la publicación de NCA4 en 2018); por lo tanto, la investigación en curso aún no ha alcanzado la fase de publicación. En cuanto a la segunda declaración, la *confianza alta* se eligió principalmente por el conocimiento que tienen los autores de las proyecciones climáticas y de los eventos que más han afectado las infraestructuras y servicios públicos en el pasado. Al igual que en otras secciones, la evaluación de las opciones de mitigación y

adaptación en la región es escasa (KM 31.1). La efectividad de las soluciones suele depender del lugar, por lo que el equipo de autores eligió la *confianza media* basándose en estas incertidumbres.

Aunque las proyecciones climáticas indican que es *muy probable* que los eventos relacionados con el clima sean más frecuentes e intensos en el futuro para la región, el equipo de autores no encontró suficiente literatura sobre la fiabilidad, el costo y la distribución de los servicios comunitarios para generar probabilidades cuantitativas de probabilidad. Por lo tanto, no se especifica ninguna probabilidad para ninguna declaración del mensaje clave.

Referencias

1. EPA, 2013: Level III Ecoregions of the Continental United States. U.S. Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory. https://gaftp.epa.gov/epadatacommons/ord/ecoregions/us/eco_level_iii_us.pdf
2. IPBES, 2019: *Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Díaz, S., J. Settele, E.S. Brondízio, H.T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S.H.M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S.M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y.J. Shin, I.J. Visseren-Hamakers, K.J. Willis, and C.N. Zayas, Eds. IPBES Secretariat, Bonn, Germany, 56 pp. https://www.ipbes.net/sites/default/files/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf
3. STACCWG, 2021: The Status of Tribes and Climate Change Report. Marks-Marino, D., Ed. Northern Arizona University, Institute for Tribal Environmental Professionals, Flagstaff, AZ. <http://nau.edu/stacc2021>
4. Lavin, S.J., F.M. Shelley, and J.C. Archer, 2011: *Atlas of the Great Plains*. University of Nebraska Press, 352 pp. <https://www.nebraskapress.unl.edu/nebraska/9780803215368/>
5. Collins, S.D., L.J. Heintzman, S.M. Starr, C.K. Wright, G.M. Henebry, and N.E. McIntyre, 2014: Hydrological dynamics of temporary wetlands in the southern Great Plains as a function of surrounding land use. *Journal of Arid Environments*, **109**, 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.05.006>
6. Matthews, W.J., C.C. Vaughn, K.B. Gido, and E. Marsh-Matthews, 2005: Ch. 7. Southern Plains rivers. In: *Rivers of North America*. Benke, A.C. and C.E. Cushing, Eds. Academic Press, Burlington, MA, 282–325. <https://doi.org/10.1016/b978-012088253-3/50010-9>
7. Lovelace, J.K., M.G. Nielsen, A.L. Read, C.J. Murphy, and M.A. Maupin, 2020: Estimated Groundwater Withdrawals from Principal Aquifers in the United States, 2015. Circular 1464. U.S. Geological Survey, Reston, VA, 70 pp. <https://doi.org/10.3133/cir1464>
8. Costigan, K.H. and M.D. Daniels, 2012: Damming the prairie: Human alteration of Great Plains river regimes. *Journal of Hydrology*, **444-445**, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.04.008>
9. Heidari, H., M. Arabi, and T. Warziniack, 2021: Vulnerability to water shortage under current and future water supply-demand conditions across U.S. river basins. *Earth's Future*, **9** (10), 2021EF002278. <https://doi.org/10.1029/2021ef002278>
10. EIA, 2020: Map of Fossil Fuel Resources in the U.S. U.S. Energy Information Administration. <https://atlas.eia.gov/apps/fossil-fuels/explore>
11. EIA. 2022: Electricity: Capacity of Electric Power Plants, Annual: Existing Capacity by Energy Source, by Producer, by State Back to 2000 (Annual Data From the EIA-860). U.S. Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/electricity/data.php>
12. Frankson, R., K.E. Kunkel, L.E. Stevens, D.R. Easterling, X. Lin, M. Shulski, N.A. Umphlett, and C.J. Stiles, 2022: Kansas State Climate Summary 2022. NOAA Technical Report NESDIS 150-KS. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service, Silver Spring, MD. 5 pp. <https://statesummaries.ncics.org/chapter/ks/>
13. Runkle, J., K.E. Kunkel, J. Nielson-Gammon, R. Frankson, S.M. Champion, B.C. Stewart, L. Romolo, and W. Sweet, 2022: Texas State Climate Summary 2022. NOAA Technical Report NESDIS 150-TX. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service, Silver Spring, MD, 5 pp. <https://statesummaries.ncics.org/chapter/tx/>
14. Frankson, R., K.E. Kunkel, L.E. Stevens, S.M. Champion, B.C. Stewart, and J. Nielsen-Gammon, 2022: Oklahoma State Climate Summary 2022. NOAA Technical Report NESDIS 150-OK. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service, Silver Spring, MD. 5 pp. <https://statesummaries.ncics.org/chapter/ok/>
15. Kirchmeier-Young, M.C. and X. Zhang, 2020: Human influence has intensified extreme precipitation in North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **117** (24), 13308–13313. <https://doi.org/10.1073/pnas.1921628117>

16. NDMC, 2023: U.S. Drought Monitor: Data Tables. University of Nebraska-Lincoln, National Drought Mitigation Center, Lincoln, NE, accessed May 21, 2023. <https://droughtmonitor.unl.edu/dmdata/datatables.aspx>
17. NCEI, 2023: U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service, National Centers for Environmental Information. <https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>
18. EIA, 2023: Electricity Data Browser. U.S. Energy Information Administration, accessed May 3, 2023. <https://www.eia.gov/electricity/data/browser/>
19. EPA, 2023: Greenhouse Gas Inventory Data Explorer. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, accessed May 26, 2023. <https://cfpub.epa.gov/ghgdata/inventoryexplorer/index.html#allsectors/allsectors/allgas/gas/all>
20. Ansley, R.J., V.H. Rivera-Monroy, K. Griffis-Kyle, B. Hoagland, A. Emert, T. Fagin, S.R. Loss, H.R. McCarthy, N.G. Smith, and E.F. Waring, 2023: Assessing impacts of climate change on selected foundation species and ecosystem services in the South-Central USA. *Ecosphere*, **14** (2), e4412. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4412>
21. Archer, S.R., E.M. Andersen, K.I. Predick, S. Schwinning, R.J. Steidl, and S.R. Woods, 2017: Ch. 2. Woody plant encroachment: Causes and consequences. In: *Rangeland Systems: Processes, Management and Challenges*. Briske, D.D., Ed. Springer, Cham, Switzerland, 25–84. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46709-2_2
22. Twidwell, D., W.E. Rogers, S.D. Fuhlendorf, C.L. Wonkka, D.M. Engle, J.R. Weir, U.P. Kreuter, and C.A. Taylor, Jr., 2013: The rising Great Plains fire campaign: Citizens' response to woody plant encroachment. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **11** (s1), 64–71. <https://doi.org/10.1890/130015>
23. Howell, N.L., E.B. Butler, and B. Guerrero, 2019: Water quality variation with storm runoff and evaporation in playa wetlands. *Science of The Total Environment*, **652**, 583–592. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.298>
24. Bragg, D.C., M.G. Shelton, and B. Zeide, 2003: Impacts and management implications of ice storms on forests in the southern United States. *Forest Ecology and Management*, **186** (1), 99–123. [https://doi.org/10.1016/s0378-1127\(03\)00230-5](https://doi.org/10.1016/s0378-1127(03)00230-5)
25. Moore, G.W., C.B. Edgar, J.G. Vogel, R.A. Washington-Allen, Rosaleen G. March, and R. Zehnder, 2016: Tree mortality from an exceptional drought spanning mesic to semiarid ecoregions. *Ecological Applications*, **26** (2), 602–611. <https://doi.org/10.1890/15-0330>
26. Will, R.E., S.M. Wilson, C.B. Zou, and T.C. Hennessey, 2013: Increased vapor pressure deficit due to higher temperature leads to greater transpiration and faster mortality during drought for tree seedlings common to the forest-grassland ecotone. *New Phytologist*, **200** (2), 366–374. <https://doi.org/10.1111/nph.12321>
27. Zhang, W., G. Villarini, G.A. Vecchi, and J.A. Smith, 2018: Urbanization exacerbated the rainfall and flooding caused by Hurricane Harvey in Houston. *Nature*, **563** (7731), 384–388. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0676-z>
28. Texas GLO, 2019: Texas Coastal Resiliency Plan. Texas General Land Office. <https://coastalstudy.texas.gov/resources/files/2019-coastal-master-plan.pdf>
29. Cozzetto, K., K. Chief, K. Dittmer, M. Brubaker, R. Gough, K. Souza, F. Ettawageshik, S. Wotkyns, S. Opitz-Stapleton, S. Duren, and P. Chavan, 2014: Ch. 6. Climate change impacts on the water resources of American Indians and Alaska Natives in the U.S. In: *Climate Change and Indigenous Peoples in the United States: Impacts, Experiences and Actions*. Maldonado, J.K., R.E. Pandya, and B.J. Colombi, Eds. Springer, Cham, Switzerland, 61–76. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05266-3_6
30. Pearson, J., G. Jackson, and K.E. McNamara, 2023: Climate-driven losses to Indigenous and local knowledge and cultural heritage. *The Anthropocene Review*, **10** (2), 343–366. <https://doi.org/10.1177/20530196211005482>
31. Whyte, K., C. Avery, E. Azzuz, J. Breckinridge, C. Cooley, K. Cozzetto, R. Croll, M. Cruz, P. Ezcurra, P. Hardison, C. Jones, F. Lake, C. Magee, D.M. Marks-Marino, D., H. Mullen, C. Nelson, A. Pairis, H. Panci, B. Rodriguez, H. Sorensen, C. Spriggs, and A. Warneke, 2021: Ch. 4. Ecosystems & biodiversity. In: *Status of Tribes and Climate Change Report*. Marks-Marino, D., Ed. Institute for Tribal Environmental Professionals, 56–80. <http://nau.edu/stacc2021>
32. Reeder-Myers, L.A. and M.D. McCoy, 2019: Preparing for the future impacts of megastorms on archaeological sites: An evaluation of flooding from Hurricane Harvey, Houston, Texas. *American Antiquity*, **84** (2), 292–301. <https://doi.org/10.1017/aaq.2018.85>

33. Berlemann, M. and M.F. Steinhardt, 2017: Climate change, natural disasters, and migration—A survey of the empirical evidence. *CESifo Economic Studies*, **63** (4), 353–385. <https://doi.org/10.1093/cesifo/ifx019>
34. Chort, I. and M. de la Rupelle, 2022: Managing the impact of climate on migration: Evidence from Mexico. *Journal of Population Economics*, **35** (4), 1777–1819. <https://doi.org/10.1007/s00148-022-00894-1>
35. McLeman, R.A., J. Dupre, L. Berrang Ford, J. Ford, K. Gajewski, and G. Marchildon, 2014: What we learned from the Dust Bowl: Lessons in science, policy, and adaptation. *Population and Environment*, **35** (4), 417–440. <https://doi.org/10.1007/s11111-013-0190-z>
36. Shen, X., C. Cai, Q. Yang, E.N. Anagnostou, and H. Li, 2021: The US COVID-19 pandemic in the flood season. *Science of The Total Environment*, **755**, 142634. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142634>
37. Coffey, R., M.J. Paul, J. Stamp, A. Hamilton, and T. Johnson, 2019: A review of water quality responses to air temperature and precipitation changes 2: Nutrients, algal blooms, sediment, pathogens. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, **55** (4), 844–868. <https://doi.org/10.1111/1752-1688.12711>
38. Schlinger, C., O. Conroy-Ben, C. Cooley, N. Cooley, M. Cruz, D. Dotson, J. Doyle, M.J. Eggers, P. Hardison, M. Hatch, C. Hogue, K. Jacobson Hedin, C. Jones, K. Lanphier, D. Marks-Marino, D. Mosley, F. Olsen Jr., and M. Peacock, 2021: Ch. 4.2. Water. In: *Status of Tribes and Climate Change Report*. Marks-Marino, D., Ed. Institute for Tribal Environmental Professionals, Flagstaff, AZ, 98–141. <http://nau.edu/stacc2021>
39. U.S. Census Bureau, 2020: City and Town Population Totals: 2010–2020. U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau. <https://www.census.gov/programs-surveys/popest/technical-documentation/research/evaluation-estimates/2020-evaluation-estimates/2010s-cities-and-towns-total.html>
40. U.S. Census Bureau. 2021: Annual Estimates of the Resident Population for Metropolitan Statistical Areas in the United States and Puerto Rico: April 1, 2020 to July 1, 2021. U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau. <https://www2.census.gov/programs-surveys/popest/tables/2020-2021/metro/totals/cbsa-met-est2021-pop.xlsx>
41. Muir, A.F., 1943: The destiny of Buffalo Bayou. *The Southwestern Historical Quarterly*, **47** (2), 91–106. <https://www.jstor.org/stable/30236015>
42. Feagin, J.R., 1997: *The New Urban Paradigm: Critical Perspectives on the City*. Rowman & Littlefield, 384 pp. <https://rowman.com/isbn/9780847684991/the-new-urban-paradigm-critical-perspectives-on-the-city>
43. U.S. Census Bureau, 2020: American Community Survey (ACS). U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau. <https://www.census.gov/programs-surveys/acs>
44. Klineberg, S.L., R. Bozick, and Kinder Institute for Urban Research, 2021: The Fortieth Year of the Kinder Houston Area Survey: Into the Post-Pandemic Future. Rice University, Kinder Institute for Urban Research, Houston, TX. <https://doi.org/10.25611/hz81-gt44>
45. Hayden, M.H., O.V. Wilhelmi, D. Banerjee, T. Greasby, J.L. Cavanaugh, V. Nepal, J. Boehnert, S. Sain, C. Burghardt, and S. Gower, 2017: Adaptive capacity to extreme heat: Results from a household survey in Houston, Texas. *Weather, Climate, and Society*, **9** (4), 787–799. <https://doi.org/10.1175/wcas-d-16-0125.1>
46. Rice University Kinder Institute for Urban Research, 2022: Harris County Winter Storm Uri Resilience Assessment in Harris County. Rice University, Kinder Institute for Urban Research, Houston, TX. <https://doi.org/10.25611/yt6s-k856>
47. City of Houston, 2020: Resilient Houston. City of Houston. <https://www.houstontx.gov/mayor/Resilient-Houston-20200518-single-page.pdf>
48. Stoner, A. and K. Hayhoe, 2020: Climate Impact Assessment for the City of Houston. ATMOS Research and Consulting, 69 pp. <https://www.houstontx.gov/mayor/Climate-Impact-Assessment-2020-August.pdf>
49. Anderegg, W.R.L., J.T. Abatzoglou, L.D.L. Anderegg, L. Bielory, P.L. Kinney, and L. Ziska, 2021: Anthropogenic climate change is worsening North American pollen seasons. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **118** (7), e2013284118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2013284118>
50. Levetin, E., 2021: Aeroallergens and climate change in Tulsa, Oklahoma: Long-term trends in the south central United States. *Frontiers in Allergy*, **2**, 726445. <https://doi.org/10.3389/falgy.2021.726445>

51. Neumann, J.E., S.C. Anenberg, K.R. Weinberger, M. Amend, S. Gulati, A. Crimmins, H. Roman, N. Fann, and P.L. Kinney, 2019: Estimates of present and future asthma emergency department visits associated with exposure to oak, birch, and grass pollen in the United States. *GeoHealth*, **3** (1), 11–27. <https://doi.org/10.1029/2018gh000153>
52. Johnson, M.G., S. Brown, P. Archer, A. Wendelboe, S. Magzamen, and K.K. Bradley, 2016: Identifying heat-related deaths by using medical examiner and vital statistics data: Surveillance analysis and descriptive epidemiology—Oklahoma, 1990–2011. *Environmental Research*, **150**, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.05.035>
53. Mallen, E., B. Stone, and K. Lanza, 2019: A methodological assessment of extreme heat mortality modeling and heat vulnerability mapping in Dallas, Texas. *Urban Climate*, **30**, 100528. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100528>
54. Bell, J.E., C.L. Brown, K. Conlon, S. Herring, K.E. Kunkel, J. Lawrimore, G. Lubert, C. Schreck, A. Smith, and C. Uejio, 2018: Changes in extreme events and the potential impacts on human health. *Journal of the Air & Waste Management Association*, **68** (4), 265–287. <https://doi.org/10.1080/10962247.2017.1401017>
55. EPA, 2023: Texas Nonattainment/Maintenance Status for Each County by Year for All Criteria Pollutants. U.S. Environmental Protection Agency, accessed May 21, 2023. https://www3.epa.gov/airquality/greenbook/anayo_tx.html
56. Caminade, C., K.M. McIntyre, and A.E. Jones, 2019: Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1436** (1), 157–173. <https://doi.org/10.1111/nyas.13950>
57. Raghavan, R.K., Z.L. Koestel, G. Boorgula, A. Hroobi, R. Ganta, J. Harrington, Jr., D. Goodin, R.W. Stich, and G. Anderson, 2021: Unexpected winter questing activity of ticks in the central Midwestern United States. *PLoS ONE*, **16** (1), e0259769. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259769>
58. Hotez, P.J., 2018: The rise of neglected tropical diseases in the “new Texas”. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, **12** (1), e0005581. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005581>
59. Gorris, M.E., K.K. Treseder, C.S. Zender, and J.T. Randerson, 2019: Expansion of coccidioidomycosis endemic regions in the United States in response to climate change. *GeoHealth*, **3** (10), 308–327. <https://doi.org/10.1029/2019gh000209>
60. Peterson, C., V. Chu, J. Lovelace, M. Almekdash, and M. Lacy, 2022: Coccidioidomycosis cases at a regional referral center, West Texas, USA, 2013–2019. *Emerging Infectious Diseases*, **28** (4), 848–851. <https://doi.org/10.3201/eid2804.211912>
61. Davey Resource Group, 2019: Oklahoma City Metropolitan Area Tree Canopy Assessment. Davey Resource Group. <https://tree-canopy-acog.hub.arcgis.com/documents/oklahoma-city-metropolitan-area-tree-canopy-assessment/explore>
62. TTF and City of Dallas, 2021: Dallas Urban Forest Master Plan 2021. Texas Trees Foundation and City of Dallas. <https://dallascityhall.com/projects/forestry/dch%20documents/city%20of%20dallas%202021%20urban%20forest%20master%20plan.pdf>
63. Hopkins, L.P., D.J. January-Bevers, E.K. Caton, and L.A. Campos, 2022: A simple tree planting framework to improve climate, air pollution, health, and urban heat in vulnerable locations using non-traditional partners. *Plants, People, Planet*, **4** (3), 243–257. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10245>
64. Roeland, S., M. Moretti, J.H. Amorim, C. Branquinho, S. Fares, F. Morelli, Ü. Niinemets, E. Paoletti, P. Pinho, G. Sgrigna, V. Stojanovski, A. Tiwary, P. Sicard, and C. Calfapietra, 2019: Towards an integrative approach to evaluate the environmental ecosystem services provided by urban forest. *Journal of Forestry Research*, **30**, 1981–1996. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-00916-x>
65. Lovell, S.T., J. Hayman, H. Hemmelgarn, A.A. Hunter, and J.R. Taylor, 2021: Community orchards for food sovereignty, human health, and climate resilience: Indigenous roots and contemporary applications. *Forests*, **12** (11), 1533. <https://doi.org/10.3390/f12111533>
66. VanWinkle, T.N. and J. Friedman, 2019: Between drought and disparity: American Indian farmers, resource bureaucracy, and climate vulnerability in the Southern Plains. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, **9** (B), 53–68. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2019.09b.022>
67. Moda, H.M., W.L. Filho, and A. Minhas, 2019: Impacts of climate change on outdoor workers and their safety: Some research priorities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **16** (18), 3458. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183458>

68. Benevolenza, M.A. and L. DeRigne, 2019: The impact of climate change and natural disasters on vulnerable populations: A systematic review of literature. *Journal of Human Behavior in the Social Environment*, **29** (2), 266–281. <https://doi.org/10.1080/10911359.2018.1527739>
69. Newell, R.G. and D. Raimi, 2018: The fiscal impacts of increased U.S. oil and gas development on local governments. *Energy Policy*, **117**, 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.042>
70. Zhang, Y., R. Gautam, S. Pandey, M. Omara, J.D. Maasackers, P. Sadavarte, D. Lyon, H. Nesser, M.P. Sulprizio, D.J. Varon, R. Zhang, S. Houweling, D. Zavala-Araiza, R.A. Alvarez, A. Lorente, S.P. Hamburg, I. Aben, and D.J. Jacob, 2020: Quantifying methane emissions from the largest oil-producing basin in the United States from space. *Science Advances*, **6** (17), 5120. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5120>
71. ERCOT. 2023: Resource Capacity Trend Charts: Capacity Changes by Fuel Type Charts, April 2023. Electric Reliability Council of Texas. <https://www.ercot.com/gridinfo/resource>
72. ERCOT. 2023: Monthly Generator Interconnection Status Report (GIS_Report_April_2023). Electric Reliability Council of Texas. <https://www.ercot.com/gridinfo/resource>
73. BLS, 2023: Quarterly Census of Employment and Wages: Employment and Wages Data Viewer: Third Quarter, 2022: All Industry Levels, One Area. U.S. Bureau of Labor Statistics, accessed May 25, 2023. https://data.bls.gov/cew/apps/data_views/data_views.htm#tab=tables
74. Pollin, R. and B. Callaci, 2019: The economics of just transition: A framework for supporting fossil fuel-dependent workers and communities in the United States. *Labor Studies Journal*, **44** (2), 93–138. <https://doi.org/10.1177/0160449x18787051>
75. Williams, J.H., R.A. Jones, and M.S. Torn, 2021: Observations on the transition to a net-zero energy system in the United States. *Energy and Climate Change*, **2**, 100050. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2021.100050>
76. Shoeib, E.A.H., E. Hamin Infield, and H.C. Renski, 2021: Measuring the impacts of wind energy projects on U.S. rural counties' community services and cost of living. *Energy Policy*, **153**, 112279. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112279>
77. Wimhurst, J.J. and J.S. Greene, 2019: Oklahoma's future wind energy resources and their relationship with the Central Plains low-level jet. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **115**, 109374. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109374>
78. Bolinger, R.A., V.M. Brown, C.M. Fuhrmann, K.L. Gleason, T.A. Joyner, B.D. Keim, A. Lewis, J.W. Nielsen-Gammon, C.J. Stiles, W. Tollefson, H.E. Attard, and A.M. Bentley, 2022: An assessment of the extremes and impacts of the February 2021 South-Central U.S. Arctic outbreak, and how climate services can help. *Weather and Climate Extremes*, **36**, 100461. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100461>
79. NCEI, 2021: Assessing the U.S. Climate in February 2021. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service, National Centers for Environmental Information. <https://www.ncei.noaa.gov/news/national-climate-202102>
80. NCEI, 2022: Data Tools: Daily Weather Records. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service, National Centers for Environmental Information. <https://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/datatools/records>
81. Glazer, Y.R., D.M. Tremaine, J.L. Banner, M. Cook, R.E. Mace, J. Nielsen-Gammon, E. Grubert, K. Kramer, A.M.K. Stoner, B.M. Wyatt, A. Mayer, T. Beach, R. Correll, and M.E. Webber, 2021: Winter storm Uri: A test of Texas' water infrastructure and water resource resilience to extreme winter weather events. *Journal of Extreme Events*, **08** (04), 2150022. <https://doi.org/10.1142/s2345737621500226>
82. Hellerstedt, J., 2021: February 2021 Winter Storm-Related Deaths–Texas. Texas Department of State Health Services, 8 pp. https://www.dshs.texas.gov/sites/default/files/news/updates/SMOC_FebWinterStorm_MortalitySurvReport_12-30-21.pdf
83. FERC, 2021: FERC, NERC and Regional Entity Staff Report: The February 2021 Cold Weather Outages in Texas and the South Central United States. Federal Energy Regulatory Commission, North American Electric Reliability Corporation. https://www.naessb.org/pdf4/ferc_nerc_regional_entity_staff_report_feb2021_cold_weather_outages_111621.pdf

84. Ghosh, S., A. Bohra, and S. Dutta, 2021: The Texas freeze of February 2021: Event and winterization analysis using cost and pricing data. In: *2021 IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC)*. Toronto, ON, 22–31 October 2021. <https://doi.org/10.1109/epec52095.2021.9621500>
85. Carvallo, J.P., F.C. Hsu, Z. Shah, and J. Taneja, 2021: Frozen Out in Texas: Blackouts and Inequity. The Rockefeller Foundation. <https://www.rockefellerfoundation.org/case-study/frozen-out-in-texas-blackouts-and-inequity/>
86. Busby, J.W., K. Baker, M.D. Bazilian, A.Q. Gilbert, E. Grubert, V. Rai, J.D. Rhods, S. Shidore, C.A. Smith, and M.E. Webber, 2021: Cascading risks: Understanding the 2021 winter blackout in Texas. *Energy Research & Social Science*, **77**, 102106. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102106>
87. Zhang, X., Y. Fu, Z. Han, J.E. Overland, A. Rinke, H. Tang, T. Vihma, and M. Wang, 2022: Extreme cold events from East Asia to North America in winter 2020/21: Comparisons, causes, and future implications. *Advances in Atmospheric Sciences*, **39** (4), 553–565. <https://doi.org/10.1007/s00376-021-1229-1>
88. Gao, Y., L.R. Leung, J. Lu, and G. Masato, 2015: Persistent cold air outbreaks over North America in a warming climate. *Environmental Research Letters*, **10** (4), 044001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/4/044001>
89. Relating to Preparing for, Preventing, and Responding to Weather Emergencies and Power Outages; Increasing the Amount of Administrative and Civil Penalties. Texas Senate Bill 3, Texas Legislature, 87th Legislature Regular Session, June 8, 2021. <https://capitol.texas.gov/billlookup/history.aspx?legsess=87r&bill=sb3>
90. NASS, 2023: News Release: Kansas Rank in U.S. Agriculture. U.S. Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service, 2 pp. https://www.nass.usda.gov/statistics_by_state/kansas/publications/economic_releases/rank/2023/ks-rank23.pdf
91. NASS, 2023: Cattle Inventory–January 1, 2023. U.S. Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/h702q636h>
92. NASS, 2019: 2017 Census of Agriculture: United States Summary and State Data. AC-17-A-51. U.S. Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. <https://www.nass.usda.gov/publications/agcensus/2017/index.php>
93. Settele, J., J. Bishop, and S.G. Potts, 2016: Climate change impacts on pollination. *Nature Plants*, **2** (7), 16092. <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.92>
94. Challinor, A.J., J. Watson, D.B. Lobell, S.M. Howden, D.R. Smith, and N. Chhetri, 2014: A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, **4** (4), 287–291. <https://doi.org/10.1038/nclimate2153>
95. Allstadt, A.J., S.J. Vavrus, P.J. Heglund, A.M. Pidgeon, W.E. Thogmartin, and V.C. Radeloff, 2015: Spring plant phenology and false springs in the conterminous US during the 21st century. *Environmental Research Letters*, **10** (10), 104008. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/10/104008>
96. Chamberlain, C.J., B.I. Cook, I. García de Cortázar-Atauri, and E.M. Wolkovich, 2019: Rethinking false spring risk. *Global Change Biology*, **25** (7), 2209–2220. <https://doi.org/10.1111/gcb.14642>
97. Tavakol, A., V. Rahmani, and J. Harrington, 2020: Temporal and spatial variations in the frequency of compound hot, dry, and windy events in the central United States. *Scientific Reports*, **10** (1), 15691. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72624-0>
98. Zhao, H., L. Zhang, M.B. Kirkham, S.M. Welch, J.W. Nielsen-Gammon, G. Bai, J. Luo, D.A. Andresen, C.W. Rice, N. Wan, R.P. Lollato, D. Zheng, P.H. Gowda, and X. Lin, 2022: U.S. winter wheat yield loss attributed to compound hot-dry-windy events. *Nature Communications*, **13** (1), 7233. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34947-6>
99. Steiner, J.L., D.D. Briske, D.P. Brown, and C.M. Rottler, 2018: Vulnerability of Southern Plains agriculture to climate change. *Climatic Change*, **146** (1), 201–218. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1965-5>
100. Cho, S.J. and B. McCarl, 2021: Major United States land use as influenced by an altering climate: A spatial econometric approach. *Land*, **10** (5), 546. <https://doi.org/10.3390/land10050546>
101. Steiner, J.L., D.L. Devlin, S. Perkins, J.P. Aguilar, B. Golden, E.A. Santos, and M. Unruh, 2021: Policy, technology, and management options for water conservation in the Ogallala Aquifer in Kansas, USA. *Water*, **13** (23), 3406. <https://doi.org/10.3390/w13233406>

102. Drysdale, K.M. and N.P. Hendricks, 2018: Adaptation to an irrigation water restriction imposed through local governance. *Journal of Environmental Economics and Management*, **91**, 150–165. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.08.002>
103. Hegeman, R., 2022: Heat stress blamed for thousands of cattle deaths in Kansas. *The Associated Press*, June 16, 2022. <https://apnews.com/article/kansas-cattle-heat-wave-deaths-643f651fb6118ee6ae4c6833176ce04>
104. KDA, 2022: Governor Laura Kelly announces resources, actions to assist cattle producers impacted by heat wave. Kansas Department of Agriculture, Jun 17, 2022. <https://agriculture.ks.gov/news-events/news-releases/2022/06/17/governor-laura-kelly-announces-resources-actions-to-assist-cattle-producers-impacted-by-heat-wave>
105. Wilmer, H., M.E. Fernández-Giménez, S. Ghajar, P.L. Taylor, C. Souza, and J.D. Derner, 2020: Managing for the middle: Rancher care ethics under uncertainty on western Great Plains rangelands. *Agriculture and Human Values*, **37** (3), 699–718. <https://doi.org/10.1007/s10460-019-10003-w>
106. Lengnick, L., 2015: *Resilient Agriculture: Cultivating Food Systems for a Changing Climate*. New Society Publishers, 368 pp. <https://newsociety.com/books/r/resilient-agriculture-second-edition>
107. Smith, A.B. and J.L. Matthews, 2015: Quantifying uncertainty and variable sensitivity within the US billion-dollar weather and climate disaster cost estimates. *Natural Hazards*, **77** (3), 1829–1851. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1678-x>
108. Marshall, M.I., L.S. Niehm, S.B. Sydnor, and H.L. Schrank, 2015: Predicting small business demise after a natural disaster: An analysis of pre-existing conditions. *Natural Hazards*, **79** (1), 331–354. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1845-0>
109. Miranda, V.E. and M. Swanstrom, 2020: Surviving disasters: A multi-company case study on disaster recovery plans. *The Journal of Applied Business and Economics*, **22** (6), 87–105. <https://doi.org/10.33423/jabe.v22i6.3078>
110. Mantripragada, H.C., H. Zhai, and E.S. Rubin, 2019: Boundary Dam or Petra Nova—Which is a better model for CCS energy supply? *International Journal of Greenhouse Gas Control*, **82**, 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2019.01.004>
111. Jones, A.C. and A.J. Lawson, 2021: Carbon Capture and Sequestration (CCS) in the United States. CSR Report R44902. Congressional Research Service. <https://sgp.fas.org/crs/misc/R44902.pdf>
112. Feder, J., 2021: Geothermal well construction: A step change in oil and gas technologies. *Journal of Petroleum Technology*, **73** (1), 32–35. <https://doi.org/10.2118/0121-0032-jpt>
113. Clayton, C., 2022: Soil health in central Kansas: Rain still needed, but Kansas soil health tour stresses regenerative AG practices. *DTN Progressive Farmer*, August 3, 2022. <https://www.dtnpf.com/agriculture/web/ag/crops/article/2022/08/03/rain-still-needed-kansas-soil-health>
114. Gaskill, M., 2021: Paying landowners to store CO₂ in soil a promising climate mitigation tool. *Texas Climate News*. <https://texasclimatenews.org/2021/04/15/paying-landowners-to-store-co2-in-soil-a-promising-climate-mitigation-tool/>
115. Raw, K., E. Sherry, and K. Rowe, 2022: Sport for social cohesion: Exploring aims and complexities. *Sport Management Review*, **25** (3), 454–475. <https://doi.org/10.1080/14413523.2021.1949869>
116. Finch, B., 2022: Disaster relief efforts of Houston sport organizations. *Sport, Business and Management: An International Journal*, **12** (3), 253–268. <https://doi.org/10.1108/sbm-11-2020-0120>
117. Hemmer, L. and D.S. Elliff, 2019: Leaders in action: The experiences of seven Texas superintendents before, during, and after Hurricane Harvey. *Educational Management Administration & Leadership*, **48** (6), 964–985. <https://doi.org/10.1177/1741143219873073>
118. Orr, M., Y. Inoue, R. Seymour, and G. Dingle, 2022: Impacts of climate change on organized sport: A scoping review. *WIREs Climate Change*, **13** (3), 760. <https://doi.org/10.1002/wcc.760>
119. Rundell, K.W., 2012: Effect of air pollution on athlete health and performance. *British Journal of Sports Medicine*, **46** (6), 407–412. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090823>

120. Bernard, P., G. Chevance, C. Kingsbury, A. Baillot, A.J. Romain, V. Molinier, T. Gadais, and K.N. Dancause, 2021: Climate change, physical activity and sport: A systematic review. *Sports Medicine*, **51**, 1041–1059. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01439-4>
121. Ebi, K.L., A. Capon, P. Berry, C. Broderick, R. de Dear, G. Havenith, Y. Honda, R.S. Kovats, W. Ma, A. Malik, N.B. Morris, L. Nybo, S.I. Seneviratne, J. Vanos, and O. Jay, 2021: Hot weather and heat extremes: Health risks. *The Lancet*, **398** (10301), 698–708. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)01208-3)
122. Brocherie, F., O. Girard, and G.P. Millet, 2015: Emerging environmental and weather challenges in outdoor sports. *Climate*, **3** (3), 492–521. <https://doi.org/10.3390/cli3030492>
123. Cunningham, G.B., P. Wicker, and B.P. McCullough, 2020: Pollution, health, and the moderating role of physical activity opportunities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17** (17). <https://doi.org/10.3390/ijerph17176272>
124. Taylor, W.C., M.F. Floyd, M.C. Whitt-Glover, and J. Brooks, 2007: Environmental justice: A framework for collaboration between the public health and parks and recreation fields to study disparities in physical activity. *Journal of Physical Activity and Health*, **4** (s1), S50–S63. <https://doi.org/10.1123/jpah.4.s1.s50>
125. Cantu, A., M.A. Graham, A.V. Millard, I. Flores, M.K. Mugleston, I.Y. Reyes, and E.S. Carbajal, 2016: Environmental justice and community-based research in Texas borderland colonias. *Public Health Nursing*, **33** (1), 65–72. <https://doi.org/10.1111/phn.12187>
126. Lee-Chiong, T.L. and J.T. Stitt, 1995: Heatstroke and other heat-related illnesses: The maladies of summer. *Postgraduate Medicine*, **98** (1), 26–36. <https://doi.org/10.1080/00325481.1995.11946015>
127. Yeargin, S.W., E. Cahoon, Y. Hosokawa, J.M. Mensch, T.P. Dompier, and Z.Y. Kerr, 2017: Environmental conditions and seasonal variables in American youth football leagues. *Clinical Pediatrics*, **56** (13), 1209–1218. <https://doi.org/10.1177/0009922816684603>
128. Grundstein, A., E. Cooper, M. Ferrara, and J.A. Knox, 2014: The geography of extreme heat hazards for American football players. *Applied Geography*, **46**, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.10.007>
129. Bergeron, M.F., 2014: Heat stress and thermal strain challenges in running. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, **44** (10), 831–838. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.5500>
130. Bergeron, M.F., C. DiLaura Devore, and S.G. Rice, 2011: Climatic heat stress and exercising children and adolescents. *Pediatrics*, **128** (3), 747. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-1664>
131. Cheng, W., J.O. Spengler, and R.D. Brown, 2020: A comprehensive model for estimating heat vulnerability of young athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17** (17), 6156. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176156>
132. Vanos, J.K., A.J. Herdt, and M.R. Lochbaum, 2017: Effects of physical activity and shade on the heat balance and thermal perceptions of children in a playground microclimate. *Building and Environment*, **126**, 119–131. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.09.026>
133. Vanos, J.K., 2015: Children's health and vulnerability in outdoor microclimates: A comprehensive review. *Environment International*, **76**, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.11.016>
134. Rigolon, A., 2016: A complex landscape of inequity in access to urban parks: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, **153**, 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.05.017>
135. Kellison, T. and M. Orr, 2021: Climate vulnerability as a catalyst for early stadium replacement. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, **22** (1), 126–141. <https://doi.org/10.1108/ijmsms-04-2020-0076>
136. Murfree, J.R. and A.M. Moorman, 2021: An examination and analysis of Division I football game contracts: Legal implications of game cancellations due to hurricanes. *Journal of Legal Aspects of Sport*, **31** (1), 123–146. <https://doi.org/10.18060/24922>
137. Orr, M. and Y. Inoue, 2019: Sport versus climate: Introducing the climate vulnerability of sport organizations framework. *Sport Management Review*, **22** (4), 452–463. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.09.007>
138. Yasarer, L.M.W. and B.S.M. Sturm, 2016: Potential impacts of climate change on reservoir services and management approaches. *Lake and Reservoir Management*, **32** (1), 13–26. <https://doi.org/10.1080/10402381.2015.1107665>

139. Lewis, J.M., D.J. Williams, S.J. Harris, and A.R. Trevisan, 2020: Characterization of Peak Streamflow and Stages at Selected Streamgages in Eastern and Northeastern Oklahoma from the May to June 2019 Flood Event—With an Emphasis on Flood Peaks Downstream from Dams and on Tributaries to the Arkansas River. USGS Open-File Report 2020-1090. U.S. Geological Survey, 18 pp. <https://doi.org/10.3133/ofr20201090>
140. Loveless, B., 2020: KDWP Update to the Senate Committee on Agriculture and Natural Resources. Kansas Department of Wildlife, Parks, and Tourism, Topeka, KS, 2 pp. http://kslegislature.org/li/b2019_20/committees/cte_s_agriculture_and_natural_resources_1/documents/testimony/20200115_01.pdf
141. Thomas, D.S.K., O.V. Wilhelmi, T.N. Finessey, and V. Deheza, 2013: A comprehensive framework for tourism and recreation drought vulnerability reduction. *Environmental Research Letters*, **8** (4), 044004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/4/044004>
142. Osland, M.J., A.R. Hughes, A.R. Armitage, S.B. Scyphers, J. Cebrian, S.H. Swinea, C.C. Shepard, M.S. Allen, L.C. Feher, J.A. Nelson, C.L. O'Brien, Colt R. Sanspree, D.L. Smee, C.M. Snyder, A.P. Stetter, Philip W. Stevens, K.M. Swanson, L.H. Williams, Janell M. Brush, J. Marchionno, and R. Bardou, 2022: The impacts of mangrove range expansion on wetland ecosystem services in the southeastern United States: Current understanding, knowledge gaps, and emerging research needs. *Global Change Biology*, **28** (10), 3163–3187. <https://doi.org/10.1111/gcb.16111>
143. Dunning, K.H., 2021: Adaptive governance of recreational ecosystem services following a major hurricane. *Ecosystem Services*, **50**, 101324. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101324>
144. Dunning, K.H., 2020: Building resilience to natural hazards through coastal governance: A case study of Hurricane Harvey recovery in Gulf of Mexico communities. *Ecological Economics*, **176**, 106759. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106759>
145. Wallace, D.J. and J.B. Anderson, 2013: Unprecedented erosion of the upper Texas coast: Response to accelerated sea-level rise and hurricane impacts. *GSA Bulletin*, **125** (5-6), 728–740. <https://doi.org/10.1130/b30725.1>
146. Armitage, A.R., W.E. Highfield, S.D. Brody, and P. Louchouart, 2015: The contribution of mangrove expansion to salt marsh loss on the Texas Gulf Coast. *PLoS ONE*, **10** (5), 0125404. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125404>
147. Tolan, J.M., 2007: El Niño–Southern Oscillation impacts translated to the watershed scale: Estuarine salinity patterns along the Texas Gulf Coast, 1982 to 2004. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **72** (1–2), 247–260. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.10.018>
148. Pathak, A. and A. Fuller, 2021: Vulnerability and Adaptation to Climate Change: An Assessment for the Texas Mid-Coast. National Wildlife Federation, Austin, TX. <https://texaslivingwaters.org/wp-content/uploads/2021/05/Mid-Coast-Assessment.pdf>
149. Pawluk, M., M. Fujiwara, and F. Martinez-Andrade, 2021: Climate effects on fish diversity in the subtropical bays of Texas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **249**, 107121. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107121>
150. Fujiwara, M., F. Martinez-Andrade, R.J.D. Wells, M. Fisher, M. Pawluk, and M.C. Livernois, 2019: Climate-related factors cause changes in the diversity of fish and invertebrates in subtropical coast of the Gulf of Mexico. *Communications Biology*, **2** (1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s42003-019-0650-9>
151. BEA, 2021: Outdoor Recreation Satellite Account (ORSA): 2020—Texas. U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis, 2 pp. <https://apps.bea.gov/data/special-topics/orsa/summary-sheets/orsa%20-%20texas.pdf>
152. Cady, S.M., T.J. O'Connell, S.R. Loss, N.E. Jaffe, and C.A. Davis, 2019: Species-specific and temporal scale-dependent responses of birds to drought. *Global Change Biology*, **25** (8), 2691–2702. <https://doi.org/10.1111/gcb.14668>
153. Porro, C.M., M.J. Desmond, J.A. Savidge, F. Abadi, K.K. Cruz-McDonnell, J.L. Davis, R.L. Griebel, R.T. Ekstein, and N.H. Rodríguez, 2020: Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) nest phenology influenced by drought on nonbreeding grounds. *The Auk*, **137** (2), ukaa008. <https://doi.org/10.1093/auk/ukaa008>
154. Chen, I.-C., J.K. Hill, R. Ohlemüller, D.B. Roy, and C.D. Thomas, 2011: Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science*, **333** (6045), 1024–1026. <https://doi.org/10.1126/science.1206432>
155. Sheridan, J.A. and D. Bickford, 2011: Shrinking body size as an ecological response to climate change. *Nature Climate Change*, **1** (8), 401–406. <https://doi.org/10.1038/nclimate1259>
156. Knight, S., 2021: A changing world: Ducks are still coming, how they are hunted is evolving. *Tyler Morning Telegraph*, November 4, 2021. https://tylerpaper.com/opinion/columnists/a-changing-world-ducks-are-still-coming-how-they-are-hunted-is-evolving/article_5f1ec2d4-3db0-11ec-a4d0-bb141b0f764d.html

157. Brody, S., R. Blessing, A. Sebastian, and P. Bedient, 2014: Examining the impact of land use/land cover characteristics on flood losses. *Journal of Environmental Planning and Management*, **57** (8), 1252–1265. <https://doi.org/10.1080/09640568.2013.802228>
158. EPA, 2021: Climate Change and Social Vulnerability in the United States: A Focus on Six Impacts. EPA 430-R-21-003. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/cira/social-vulnerability-report>
159. Marino, E., 2018: Adaptation privilege and voluntary buyouts: Perspectives on ethnocentrism in sea level rise relocation and retreat policies in the US. *Global Environmental Change*, **49**, 10–13. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.01.002>
160. Martinich, J., J. Neumann, L. Ludwig, and L. Jantarasami, 2013: Risks of sea level rise to disadvantaged communities in the United States. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, **18** (2), 169–185. <https://doi.org/10.1007/s11027-011-9356-0>
161. Arora, S. and D. Glover, 2017: Power in Practice: Insights from Technography and Actor-Network Theory for Agricultural Sustainability. STEPS Working Paper 100. STEPS Centre, Brighton, UK. <https://steps-centre.org/publication/power-practice-insights-technography-actor-network-theory-agricultural-sustainability/>
162. Thomas, K., R.D. Hardy, H. Lazrus, M. Mendez, B. Orlove, I. Rivera-Collazo, J.T. Roberts, M. Rockman, B.P. Warner, and R. Winthrop, 2019: Explaining differential vulnerability to climate change: A social science review. *WIREs Climate Change*, **10** (2), e565. <https://doi.org/10.1002/wcc.565>
163. Kapucu, N., C.V. Hawkins, and F.I. Rivera, 2013: Disaster preparedness and resilience for rural communities. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*, **4** (4), 215–233. <https://doi.org/10.1002/rhc3.12043>
164. McDonald, R.I., T. Biswas, C. Sachar, I. Housman, T.M. Boucher, D. Balk, D. Nowak, E. Spotswood, C.K. Stanley, and S. Leyk, 2021: The tree cover and temperature disparity in US urbanized areas: Quantifying the association with income across 5,723 communities. *PLoS ONE*, **16** (4), e0249715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249715>
165. Zhou, W., G. Huang, S.T.A. Pickett, J. Wang, M.L. Cadenasso, T. McPhearson, J.M. Grove, and J. Wang, 2021: Urban tree canopy has greater cooling effects in socially vulnerable communities in the US. *One Earth*, **4** (12), 1764–1775. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.11.010>
166. Goodling, E., 2020: Intersecting hazards, intersectional identities: A baseline Critical Environmental Justice analysis of US homelessness. *Environment and Planning E: Nature and Space*, **3** (3), 833–856. <https://doi.org/10.1177/2514848619892433>
167. Pellow, D.N., 2021: Struggles for environmental justice in US prisons and jails. *Antipode*, **53** (1), 56–73. <https://doi.org/10.1111/anti.12569>
168. Skarha, J., M. Peterson, J.D. Rich, and D. Dosa, 2020: An overlooked crisis: Extreme temperature exposures in incarceration settings. *American Journal of Public Health*, **110** (S1), S41–S42. <https://doi.org/10.2105/ajph.2019.305453>
169. Chakraborty, J., T.W. Collins, and S.E. Grineski, 2019: Exploring the environmental justice implications of Hurricane Harvey flooding in Greater Houston, Texas. *American Journal of Public Health*, **109**, 244–250. <https://doi.org/10.2105/ajph.2018.304846>
170. Deria, A., P. Ghannad, and Y.-C. Lee, 2020: Evaluating implications of flood vulnerability factors with respect to income levels for building long-term disaster resilience of low-income communities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, **48**, 101608. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101608>
171. Hendricks, M.D. and S. Van Zandt, 2021: Unequal protection revisited: Planning for environmental justice, hazard vulnerability, and critical infrastructure in communities of color. *Environmental Justice*, **14** (2), 87–97. <https://doi.org/10.1089/env.2020.0054>
172. Johnston, J. and L. Cushing, 2020: Chemical exposures, health, and environmental justice in communities living on the fenceline of industry. *Current Environmental Health Reports*, **7**, 48–57. <https://doi.org/10.1007/s40572-020-00263-8>
173. Madrigano, J., J.C. Osorio, E. Bautista, R. Chavez, C.F. Chaisson, E. Meza, R.A. Shih, and R. Chari, 2018: Fugitive chemicals and environmental justice: A model for environmental monitoring following climate-related disasters. *Environmental Justice*, **11** (3), 95–100. <https://doi.org/10.1089/env.2017.0044>

174. Flores, A.B., A. Castor, S.E. Grineski, T.W. Collins, and C. Mullen, 2021: Petrochemical releases disproportionately affected socially vulnerable populations along the Texas Gulf Coast after Hurricane Harvey. *Population and Environment*, **42** (3), 279–301. <https://doi.org/10.1007/s11111-020-00362-6>
175. Summers, K., A. Lamper, and K. Buck, 2021: National hazards vulnerability and the remediation, restoration and revitalization of contaminated sites—1. Superfund. *Environmental Management*, **67** (6), 1029–1042. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01459-w>
176. Burleson, D.W., H.S. Rifai, J.K. Proft, C.N. Dawson, and P.B. Bedient, 2015: Vulnerability of an industrial corridor in Texas to storm surge. *Natural Hazards*, **77** (2), 1183–1203. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1652-7>
177. de Bruijn, K., J. Buurman, M. Mens, R. Dahm, and F. Klijn, 2017: Resilience in practice: Five principles to enable societies to cope with extreme weather events. *Environmental Science & Policy*, **70**, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.02.001>
178. Weden, M.M., V. Parks, A.M. Parker, L. Drakeford, and R. Ramchand, 2021: Health disparities in the U.S. Gulf Coast: The interplay of environmental disaster, material loss, and residential segregation. *Environmental Justice*, **14** (2), 110–123. <https://doi.org/10.1089/env.2020.0049>
179. Hamideh, S. and J. Rongerude, 2018: Social vulnerability and participation in disaster recovery decisions: Public housing in Galveston after Hurricane Ike. *Natural Hazards*, **93**, 1629–1648. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3371-3>
180. Cordova, S.J., 2022: Federal Indian policy and the fulfillment of the trust responsibility for disaster management in Indian country. In: *Justice, Equity, and Emergency Management*. Jerolleman, A. and W.L. Waugh, Eds. Emerald Publishing Limited, 89–106. <https://doi.org/10.1108/s2040-726220220000025005>
181. Farrell, J., P.B. Burow, K. McConnell, J. Bayham, K. Whyte, and G. Koss, 2021: Effects of land dispossession and forced migration on Indigenous peoples in North America. *Science*, **374** (6567), 4943. <https://doi.org/10.1126/science.abe4943>
182. Schramm, P.J., A.L.A. Janabi, L.W. Campbell, J.L. Donatuto, and S.C. Gaughen, 2020: How Indigenous communities are adapting to climate change: Insights from the Climate-Ready Tribes Initiative. *Health Affairs*, **39** (12), 2153–2159. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.00997>
183. Schlosberg, D. and L.B. Collins, 2014: From environmental to climate justice: Climate change and the discourse of environmental justice. *WIREs Climate Change*, **5** (3), 359–374. <https://doi.org/10.1002/wcc.275>
184. City of El Paso, 2016: Resilient El Paso. City of El Paso, 114 pp. <https://www.elpasotexas.gov/assets/Documents/CoEP/Community-Development/Forms-and-Notices/2023-NOFA/City-of-El-Paso-Resilience-Strategy.pdf>
185. Norton-Smith, K., K. Lynn, K. Chief, K. Cozzetto, J. Donatuto, M.H. Redsteer, L.E. Kruger, J. Maldonado, C. Viles, and K.P. Whyte, 2016: Climate Change and Indigenous Peoples: A Synthesis of Current Impacts and Experiences. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-944. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR, 136 pp. <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/53156>
186. Bartle, J.R. and D. Leuenberger, 2006: The idea of sustainable development in public administration. *Public Works Management & Policy*, **10** (3), 191–194. <https://doi.org/10.1177/1087724X06287507>
187. Giner, M.-E. and M. Pavon, 2021: A retrospective analysis of program outcomes and lessons learned on implementing first-time wastewater infrastructure in underserved communities in Texas from 1995 through 2017. *Environmental Challenges*, **5**, 100342. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100342>
188. Guerra Uribe, M., K.M. Faust, and J. Charnitski, 2019: Policy driven water sector and energy dependencies in Texas border colonias. *Sustainable Cities and Society*, **48**, 101568. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101568>
189. Brikowski, T.H., 2008: Doomed reservoirs in Kansas, USA? Climate change and groundwater mining on the Great Plains lead to unsustainable surface water storage. *Journal of Hydrology*, **354** (1), 90–101. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.02.020>
190. Nielsen-Gammon, J.W., J.L. Banner, B.I. Cook, D.M. Tremaine, C.I. Wong, R.E. Mace, H. Gao, Z.-L. Yang, M.F. Gonzalez, R. Hoffpauir, T. Gooch, and K. Kloesel, 2020: Unprecedented drought challenges for Texas water resources in a changing climate: What do researchers and stakeholders need to know? *Earth's Future*, **8** (8), e2020EF001552. <https://doi.org/10.1029/2020ef001552>

191. Dellapenna, T.M., C. Hoelscher, L. Hill, M.E. Al Mukaimi, and A. Knap, 2020: How tropical cyclone flooding caused erosion and dispersal of mercury-contaminated sediment in an urban estuary: The impact of Hurricane Harvey on Buffalo Bayou and the San Jacinto Estuary, Galveston Bay, USA. *Science of The Total Environment*, **748**, 141226. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141226>
192. Lee, C. and G. Foster, 2013: Assessing the potential of reservoir outflow management to reduce sedimentation using continuous turbidity monitoring and reservoir modelling. *Hydrological Processes*, **27** (10), 1426–1439. <https://doi.org/10.1002/hyp.9284>
193. Mulki, S., C. Rubinstein, and J. Saletta, 2018: Texas' water quality challenge and the need for better communication in an era of increasing water quality contamination events. *Texas Water Journal*, **9** (1), 108–119. <https://doi.org/10.21423/twj.v9i1.7059>
194. Anderson, F. and N. Al-Thani, 2016: Effect of sea level rise and groundwater withdrawal on seawater intrusion in the Gulf Coast aquifer: Implications for agriculture. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, **4** (4), 116–124. <https://doi.org/10.4236/gep.2016.44015>
195. Chowdhury, A.H., B.R. Scanlon, R.C. Reedy, and S. Young, 2018: Fingerprinting groundwater salinity sources in the Gulf Coast Aquifer System, USA. *Hydrogeology Journal*, **26** (1), 197–213. <https://doi.org/10.1007/s10040-017-1619-8>
196. Liu, Y., J. Li, J. Fasullo, and D.L. Galloway, 2020: Land subsidence contributions to relative sea level rise at tide gauge Galveston Pier 21, Texas. *Scientific Reports*, **10** (1), 17905. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74696-4>
197. Sweet, W.V., B.D. Hamlington, R.E. Kopp, C.P. Weaver, P.L. Barnard, D. Bekaert, W. Brooks, M. Craghan, G. Dusek, T. Frederikse, G. Garner, A.S. Genz, J.P. Krasting, E. Larour, D. Marcy, J.J. Marra, J. Obeysekera, M. Osler, M. Pendleton, D. Roman, L. Schmied, W. Veatch, K.D. White, and C. Zuzak, 2022: Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States: Updated Mean Projections and Extreme Water Level Probabilities Along U.S. Coastlines. NOAA Technical Report NOS 01. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Silver Spring, MD, 111 pp. <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/sealevelrise/sealevelrise-tech-report-sections.html>
198. ASCE, 2021: A Comprehensive Assessment of America's Infrastructure: 2021 Report Card for America's Infrastructure. American Society of Civil Engineers. <https://infrastructurereportcard.org/>
199. Oklahoma DOT, 2020: Oklahoma Long Range Transportation Plan: 2020–2045. Oklahoma Department of Transportation. <https://www.oklongrangeplan.org/>
200. Texas DOT, 2020: Texas Transportation Plan 2050. Texas Department of Transportation. <https://ftp.dot.state.tx.us/pub/txdot/tpp/2050/ttp-2050.pdf>
201. Kansas DOT, 2021: Kansas Long Range Transportation Plan: 2020–2045. Kansas Department of Transportation. https://www.ksdot.org/assets/wwwksdotorg/bureaus/burtransplan/documents/kdot_lrtp.pdf
202. Zottarelli, L.K., H.O. Sharif, X. Xu, and T.S. Sunil, 2021: Effects of social vulnerability and heat index on emergency medical service incidents in San Antonio, Texas, in 2018. *Journal of Epidemiology and Community Health*, **75** (3), 271–276. <https://doi.org/10.1136/jech-2019-213256>
203. Lindley, T., D. Speheger, M. Day, G. Murdoch, B. Smith, N. Nauslar, and D. Daily, 2019: Megafires on the Southern Great Plains. *Journal of Operational Meteorology*, **7** (12), 164. <https://doi.org/10.15191/nwajom.2019.0712>
204. Donovan, V.M., C.L. Wonkka, D.A. Wedin, and D. Twidwell, 2020: Land-use type as a driver of large wildfire occurrence in the U.S. Great Plains. *Remote Sensing*, **12** (11), 1869. <https://doi.org/10.3390/rs12111869>
205. Busch, K.C., J.A. Henderson, and K.T. Stevenson, 2019: Broadening epistemologies and methodologies in climate change education research. *Environmental Education Research*, **25** (6), 955–971. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1514588>
206. Colston, N.M. and T.A. Ivey, 2015: (Un)doing the Next Generation Science Standards: Climate change education actor-networks in Oklahoma. *Journal of Education Policy*, **30** (6), 773–795. <https://doi.org/10.1080/02680939.2015.1011711>
207. KSDE, 2013: Kansas Science Standards—The Kansas College and Career Ready Standards for Science (KCCRSS): Disciplinary Core Ideas Arrangement. Kansas State Department of Education, Topeka, KS. <https://community.ksde.org/Default.aspx?tabid=5785>
208. TEA, 2022: Texas Essential Knowledge and Skills for Science. Texas Education Agency. <https://tea.texas.gov/about-tea/laws-and-rules/texas-administrative-code/19-tac-chapter-112>

209. Foss, A.W. and Y. Ko, 2019: Barriers and opportunities for climate change education: The case of Dallas-Fort Worth in Texas. *The Journal of Environmental Education*, **50** (3), 145–159. <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1604479>
210. Cook, J., N. Oreskes, P.T. Doran, W.R.L. Anderegg, B. Verheggen, E.W. Maibach, J.S. Carlton, S. Lewandowsky, A.G. Skuce, S.A. Green, D. Nuccitelli, P. Jacobs, M. Richardson, B. Winkler, R. Painting, and K. Rice, 2016: Consensus on consensus: A synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research Letters*, **11** (4), 048002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/048002>
211. Martin, E., R. McPherson, E. Kuster, and A. Bamzai-Dodson, 2020: Managing for a changing climate: A blended interdisciplinary climate course. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **101** (12), E2138–E2148. <https://doi.org/10.1175/bams-d-19-0242.1>
212. Monroe, M.C., R.R. Plate, A. Oxarart, A. Bowers, and W.A. Chaves, 2019: Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, **25** (6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
213. Solis, M., W. Davies, and A. Randall, 2022: Climate justice pedagogies in green building curriculum. *Curriculum Inquiry*, **52** (2), 235–249. <https://doi.org/10.1080/03626784.2022.2041981>
214. Lake, P., 2021: Texas reimagines the fight against floods. *Texas Water Journal*, **12** (1), 58–67. <https://doi.org/10.21423/twj.v12i1.7133>
215. McPherson, R.A., C.A. Fiebrich, K.C. Crawford, J.R. Kilby, D.L. Grimsley, J.E. Martinez, J.B. Basara, B.G. Illston, D.A. Morris, K.A. Kloesel, A.D. Melvin, H. Shrivastava, J.M. Wolfenbarger, J.P. Bostic, D.B. Demko, R.L. Elliott, S.J. Stadler, J.D. Carlson, and A.J. Sutherland, 2007: Statewide monitoring of the mesoscale environment: A technical update on the Oklahoma Mesonet. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **24** (3), 301–321. <https://doi.org/10.1175/jtech1976.1>
216. Patrignani, A., M. Knapp, C. Redmond, and E. Santos, 2020: Technical overview of the Kansas Mesonet. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **37** (12), 2167–2183. <https://doi.org/10.1175/jtech-d-19-0214.1>
217. Schroeder, J.L., W.S. Burgett, K.B. Haynie, I. Sonmez, G.D. Skwira, A.L. Doggett, and J.W. Lipe, 2005: The West Texas Mesonet: A technical overview. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **22** (2), 211–222. <https://doi.org/10.1175/jtech-1690.1>
218. Adeel, Z., A.M. Alarcón, L. Bakkensen, E. Franco, G.M. Garfin, R.A. McPherson, K. Méndez, M.B. Roudaut, H. Saffari, and X. Wen, 2020: Developing a comprehensive methodology for evaluating economic impacts of floods in Canada, Mexico and the United States. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, **50**, 101861. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101861>
219. Jenkins-Smith, H., J. Ripberger, C. Silva, N. Carlson, K. Gupta, M. Henderson, and A. Goodin, 2017: The Oklahoma meso-scale integrated socio-geographic network: A technical overview. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **34** (11), 2431–2441. <https://doi.org/10.1175/jtech-d-17-0088.1>
220. Kindsvater, H.K., N.K. Dulvy, C. Horswill, M.-J. Juan-Jordá, M. Mangel, and J. Matthiopoulos, 2018: Overcoming the data crisis in biodiversity conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, **33** (9), 676–688. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.06.004>
221. Marston, L.T., A.M. Abdallah, K.J. Bagstad, K. Dickson, P. Glynn, S.G. Larsen, F.S. Melton, K. Onda, J.A. Painter, J. Prairie, B.L. Ruddell, R.R. Rushforth, G.B. Senay, and K. Shaffer, 2022: Water-use data in the United States: Challenges and future directions. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, **58** (4), 485–495. <https://doi.org/10.1111/1752-1688.13004>
222. City of Oklahoma City, 2020: ADAPTOKC: Adapting for a Healthy Future. City of Oklahoma, City Planning Department, Oklahoma City, OK. <https://www.okc.gov/home/showpublisheddocument/18882/637299972915330000>
223. City of Austin, 2018: Climate Resilience Action Plan for City Assets and Operations. City of Austin, Office of Sustainability, Austin, TX. https://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Sustainability/Climate_Resilience_Action_Plan.compressed.pdf
224. City of San Antonio, 2019: SA Climate Ready: A Pathway for Climate Action and Adaptation. City of San Antonio, San Antonio, TX, 92 pp. <https://www.sanantonio.gov/portals/0/files/sustainability/saclimateready/sacreportoctober2019.pdf>

225. City of Dallas, 2020: Dallas Comprehensive Environmental and Climate Action Plan. City of Dallas, Office of Environmental Quality and Sustainability. https://www.dallasclimateaction.com/_files/ugd/349b65_e4f9a262cebf41258fd4343d9af0504f.pdf
226. FEMA, 2022: City of Tulsa rises to the top as a leader in risk reduction. FEMA.gov. U.S. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency. <https://www.fema.gov/blog/city-tulsa-rises-top-leader-risk-reduction>
227. Kansas Water Office, 2022: The 2022 Kansas Water Plan. Kansas Water Office, Topeka, KS. https://kwo.ks.gov/docs/default-source/water-vision-water-plan/water-plan/finaldraft_kansaswaterplan_080522.pdf?sfvrsn=eefb8114_2
228. Cox, T., M. McCluskey, and K. Arthur, 2012: Incorporating Climate Change into Water Supply Planning and Yield Studies: A Demonstration and Comparison of Practical Methods. State of Oklahoma, Oklahoma Water Resources Board. https://www.owrb.ok.gov/ocwp/pdf/2012update/ocwp_watersmartclimatechangereport.pdf
229. TWDB, 2021: 2022 State Water Plan: Water for Texas. Texas Water Development Board. <http://www.twdb.texas.gov/waterplanning/swp/2022/>
230. Diringer, S., M. Shimabuku, H. Cooley, M. Gorchels, J. Walker, and S. Leurig, 2020: Scaling Green Stormwater Infrastructure Through Multiple Benefits in Austin, Texas: Distributed Rainwater Capture on Residential Properties in the Waller Creek Watershed. Pacific Institute, Oakland, CA. <https://pacinst.org/publication/multiple-benefits-in-austin-texas/>
231. Wade, M., R. Pepler, and A. Person, 2021: Community education and perceptions of water reuse: A case study in Norman, Oklahoma. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, **11** (2), 266–273. <https://doi.org/10.1007/s13412-021-00667-4>
232. Beezhold, M.T. and D.W. Baker, 2006: Rain to recreation: Making the case for a stormwater capital recovery fee. *Proceedings of the Water Environment Federation*, **2006** (9), 3814–3825. <https://mostcenter.umd.edu/rain-recreation-making-case-stormwater-capital-recovery-fee>
233. Jayakaran, A.D., E. Rhodes, and J. Vogel, 2021: Stormwater management at the lot level: Engaging homeowners and business owners to adopt green stormwater infrastructure. In: *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.653>
234. Smith, D.J. and D. Sutter, 2013: Response and recovery after the Joplin tornado: Lessons applied and lessons learned. *The Independent Review*, **18** (2), 165–188. <https://www.independent.org/publications/tir/article.asp?id=953>
235. Westfall, N., E. Nelson, and B. Moorhead, 2019: Time and Treasure: Faith-Based Investment in Hurricane Harvey Response. Texas Interfaith Center for Public Policy, Austin, TX, 10 pp. <https://texasimpact.org/time-treasure/>
236. Hayhoe, K., 2021: *Saving Us: A Climate Scientist's Case for Hope and Healing in a Divided World*. Atria/One Signal Publishers, 320 pp. <https://www.simonandschuster.com/books/saving-us/katharine-hayhoe/9781982143831>
237. Gottlieb, R.S., ed, 2006: *The Oxford Handbook of Religion and Ecology*. Oxford University Press, USA. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195178722.001.0001>
238. Haluza-DeLay, R., 2014: Religion and climate change: Varieties in viewpoints and practices. *WIREs Climate Change*, **5** (2), 261–279. <https://doi.org/10.1002/wcc.268>
239. White, S.S., 2010: Out of the rubble and towards a sustainable future: The “greening” of Greensburg, Kansas. *Sustainability*, **2** (7), 2302–2319. <https://doi.org/10.3390/su2072302>
240. BNIM Architects, 2008: Greensburg Sustainable Comprehensive Plan. BNIM Architects, Greensburg, KS. <https://icma.org/documents/greensburg-sustainable-comprehensive-plan>
241. Brundiers, K. and H.C. Eakin, 2018: Leveraging post-disaster windows of opportunities for change towards sustainability: A framework. *Sustainability*, **10** (5), 1390. <https://doi.org/10.3390/su10051390>
242. Paul, B.K. and D. Che, 2011: Opportunities and challenges in rebuilding tornado-impacted Greensburg, Kansas as “stronger, better, and greener”. *GeoJournal*, **76** (1), 93–108. <https://doi.org/10.1007/s10708-010-9404-4>

243. Sparks, L.H. and S.S. White, 2013: Going green? The impacts of sustainability planning in Greensburg, Kansas, USA. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, **8** (3), 288–304. <https://doi.org/10.2495/sdp-v8-n3-288-304>
244. IPCC, 2018: Summary for policymakers. In: *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*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3–24. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.001>
245. EIA, 2022: Introduction and Key Concepts: State Energy-Related Carbon Dioxide Emissions Tables. U.S. Department of Energy, U.S. Energy Information Administration, Washington, DC. <https://www.eia.gov/environment/emissions/state/>
246. Global Change Research Act of 1990. 101st Congress, Pub. L. No. 101-606, 104 Stat. 3096–3104, November 16, 1990. <https://www.congress.gov/bill/101st-congress/senate-bill/169/text>
247. TPWD, 2022: Private Landowners and Listed Species. Texas Parks and Wildlife Department. https://tpwd.texas.gov/huntwild/wild/wildlife_diversity/nongame/listed-species/landowner-tools.phtml
248. Miller, N., J. Tack, and J. Bergtold, 2021: The impacts of warming temperatures on US sorghum yields and the potential for adaptation. *American Journal of Agricultural Economics*, **103** (5), 1742–1758. <https://doi.org/10.1111/ajae.12223>
249. Rojas-Downing, M.M., A.P. Nejadhashemi, T. Harrigan, and S.A. Woznicki, 2017: Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, **16**, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
250. Doss-Gollin, J., D.J. Farnham, U. Lall, and V. Modi, 2021: How unprecedented was the February 2021 Texas cold snap? *Environmental Research Letters*, **16** (6), 064056. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac0278>
251. Heynen, N., H.A. Perkins, and P. Roy, 2006: The political ecology of uneven urban green space: The impact of political economy on race and ethnicity in producing environmental inequality in Milwaukee. *Urban Affairs Review*, **42** (1), 3–25. <https://doi.org/10.1177/1078087406290729>
252. Sister, C., J. Wolch, and J. Wilson, 2010: Got green? Addressing environmental justice in park provision. *GeoJournal*, **75** (3), 229–248. <https://doi.org/10.1007/s10708-009-9303-8>
253. Mullenbach, L.E. and S.A. Wilhelm Stanis, 2022: Climate change adaptation plans: Inclusion of health, equity, and green space. *Journal of Urban Affairs*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/07352166.2022.2091449>
254. Flores, A.B., T.W. Collins, S.E. Grineski, A.L. Griego, C. Mullen, S.M. Nadybal, R. Renteria, R. Rubio, Y. Shaker, and S.A. Trego, 2021: Environmental injustice in the disaster cycle: Hurricane Harvey and the Texas Gulf Coast. *Environmental Justice*, **14** (2), 146–158. <https://doi.org/10.1089/env.2020.0039>
255. Maldonado, A., T.W. Collins, S.E. Grineski, and J. Chakraborty, 2016: Exposure to flood hazards in Miami and Houston: Are Hispanic immigrants at greater risk than other social groups? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **13** (8), 775. <https://doi.org/10.3390/ijerph13080775>
256. Prudent, N., A. Houghton, and G. Luber, 2016: Assessing climate change and health vulnerability at the local level: Travis County, Texas. *Disasters*, **40** (4), 740–752. <https://doi.org/10.1111/disa.12177>
257. Smiley, K.T., I. Noy, M.F. Wehner, D. Frame, C.C. Sampson, and O.E.J. Wing, 2022: Social inequalities in climate change-attributed impacts of Hurricane Harvey. *Nature Communications*, **13** (1), 3418. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31056-2>
258. Collins, T.W., S.E. Grineski, J. Chakraborty, and A.B. Flores, 2019: Environmental injustice and Hurricane Harvey: A household-level study of socially disparate flood exposures in Greater Houston, Texas, USA. *Environmental Research*, **179**, 108772. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108772>
259. Collins, T.W., A.M. Jimenez, and S.E. Grineski, 2013: Hispanic health disparities after a flood disaster: Results of a population-based survey of individuals experiencing home site damage in El Paso (Texas, USA). *Journal of Immigrant and Minority Health*, **15** (2), 415–426. <https://doi.org/10.1007/s10903-012-9626-2>

260. Li, D., G.D. Newman, B. Wilson, Y. Zhang, and R.D. Brown, 2022: Modeling the relationships between historical redlining, urban heat, and heat-related emergency department visits: An examination of 11 Texas cities. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, **49** (3), 933–952. <https://doi.org/10.1177/23998083211039854>
261. Atisa, G. and A.E. Racelis, 2022: Analysis of urbanization and climate change effects on community resilience in the Rio Grande Valley, South Texas. *Sustainability*, **14** (15), 9049. <https://doi.org/10.3390/su14159049>
262. Gutierrez, K.S. and C.E. LePrevost, 2016: Climate justice in rural southeastern United States: A review of climate change impacts and effects on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **13** (2), 189. <https://doi.org/10.3390/ijerph13020189>
263. OWRB, 2012: Oklahoma Comprehensive Water Plan: Executive Report. Oklahoma Water Resources Board. <https://www.owrb.ok.gov/ocwp/pdf/2012update/ocwp%20executive%20rpt%20final.pdf>
264. Oklahoma Education, 2020: Oklahoma Academic Standards for Science. Oklahoma Education, 175 pp. <https://sde.ok.gov/sites/ok.gov.sde/files/Oklahoma%20Academic%20Standards%20for%20Science.pdf>
265. Puglisi, A. and J. Buitendag, 2022: A faith-based environmental approach for people and the planet: Some inter-religious perspectives on our Earth-embeddedness. *HTS Theological Studies*, **78** (2), 1–7. <https://doi.org/10.4102/hts.v78i2.7582>
266. Jenkins, W., E. Berry, and L.B. Kreider, 2018: Religion and climate change. *Annual Review of Environment and Resources*, **43** (1), 85–108. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-025855>
267. GCOOS, 2015: GCOOS Build-Out Plan—A Sustained, Integrated Ocean Observing System for the Gulf of Mexico: Infrastructure for Decision-Making. Gulf of Mexico Coastal Ocean Observing System. <https://gcoos.org/wp-content/uploads/2020/04/BuildOutPlan-V2-updatedlogo-fin.pdf>
268. Bender III, L.C., N.L. Guinasso Jr., J.N. Walpert, L.L. Lee III, R.D. Martin, R.D. Hetland, S.K. Baum, and M.K. Howard, 2007: Development, operation, and results from the Texas Automated Buoy System. *Gulf of Mexico Science*, **25** (1). <https://doi.org/10.18785/goms.2501.04>