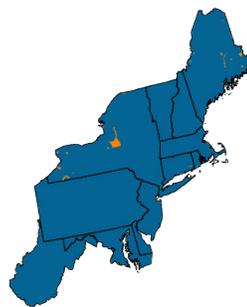


# Noreste



# Capítulo 21. Noreste

## Autores y colaboradores

### Autor principal de coordinación federal

**Ellen L. Mecray**, NOAA National Centers for Environmental Information

### Autor principal del capítulo

**Jessica C. Whitehead**, Old Dominion University, Institute for Coastal Adaptation and Resilience

### Autores del capítulo

**Erin D. Lane**, USDA Forest Service, Northeast Climate Hub

**Lisa Kerr**, Gulf of Maine Research Institute

**Melissa L. Finucane**, Union of Concerned Scientists

**David R. Reidmiller**, Gulf of Maine Research Institute

**Mark C. Bove**, Munich Reinsurance America Inc.

**Franco A. Montalto**, Drexel University, Department of Civil, Architectural, and Environmental Engineering

**Shaun O'Rourke**, Quantified Ventures

**Daniel A. Zarrilli**, Columbia University

**Paulinus Chigbu**, University of Maryland Eastern Shore

**Casey C. Thornbrugh**, United South and Eastern Tribes Inc., Northeast and Southeast Climate Adaptation Science Centers

**Enrique N. Curchitser**, Rutgers University

**James G. Hunter**, Morgan State University

**Kevin Law**, Marshall University

### Contribuyentes técnicos

**Jay Bhatt**, Drexel University

**Carlos Calvo-Hernandez**, RAND Corporation

**Adam A. Kemberling**, Gulf of Maine Research Institute

**Zhaoxiong Li**, Drexel University

**Editor revisor**

**Katherine D. Cann**, Rutgers University

**Arte de apertura de capítulo**

**Jillian Pelto**

**Cita recomendada**

Whitehead, J.C., E.L. Mccray, E.D. Lane, L. Kerr, M.L. Finucane, D.R. Reidmiller, M.C. Bove, F.A. Montalto, S. O'Rourke, D.A. Zarrilli, P. Chigbu, C.C. Thornbrugh, E.N. Curchitser, J.G. Hunter, and K. Law, 2023: Cap. 21. Noreste. 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.CH21.ES>

# Índice de Contenidos

<b>Introducción .....</b>	<b>5</b>
Mensaje clave 21.1 <b>Los impactos crónicos de las condiciones meteorológicas extremas están dando forma a los esfuerzos de adaptación y mitigación .....</b>	<b>6</b>
Mensaje clave 21.2 <b>Los impactos marinos y costeros impulsan la adaptación al cambio climático.....</b>	<b>12</b>
Mensaje clave 21.3 <b>Los impactos desproporcionados resaltan la importancia de una política equitativa .....</b>	<b>19</b>
Mensaje clave 21.4 <b>Los planes de acción por el clima ya se están implementando .....</b>	<b>22</b>
Recuadro 21.1. Enfoques innovadores de la acción por el clima a escala municipal.....	27
Recuadro 21.2. Las naciones tribales lideran y dan el ejemplo .....	28
Mensaje clave 21.5 <b>La implementación de los planes climáticos depende de un financiamiento adecuado .....</b>	<b>29</b>
<b>Cuentas trazables.....</b>	<b>35</b>
Descripción del proceso .....	35
Mensaje clave 21.1.....	35
Mensaje clave 21.2.....	36
Mensaje clave 21.3.....	37
Mensaje clave 21.4.....	38
Mensaje clave 21.5.....	39
<b>Referencias .....</b>	<b>40</b>

## Introducción

El paisaje del Noreste varía desde la costa rural de Nueva Inglaterra hasta el corredor urbanizado que va desde Boston hasta el Atlántico Medio y el interior, hasta las Montañas Apalaches, densamente arboladas. Nueva York, Pennsylvania, Maryland, Delaware, Virginia Occidental y el Distrito de Columbia contienen partes del estuario de la bahía de Chesapeake, el mayor estuario de Estados Unidos. El Noreste es la tierra natal de los pueblos indígenas, incluidas 18 naciones tribales reconocidas por el Gobierno Federal y muchos pueblos indígenas, algunos de la región y otros que fueron expulsados de sus tierras en el Noreste y reubicados en otras regiones de Estados Unidos. Gran parte del empleo de la región se concentra en los sectores profesionales, pero los empleos relacionados con el entorno natural y el turismo siguen teniendo importancia cultural y económica<sup>1</sup>. Las industrias patrimoniales vinculadas a recursos y agricultura siguen dando forma a Nueva Inglaterra y al Atlántico Medio, lo que incluye la pesca en las costas, la agricultura en las zonas rurales de Pennsylvania y Maryland, la silvicultura en el norte de Nueva Inglaterra y la minería en Virginia Occidental. El turismo estacional vinculado a la recreación al aire libre es especialmente importante con el turismo de verano en las comunidades costeras, el de otoño impulsado por el cambio de hojas y el de invierno basado en los deportes de condiciones meteorológicas frías. El turismo también es importante en las ciudades durante todo el año, ya que los visitantes se sienten atraídos por los lugares históricos, las artes y las diversas culturas de grandes ciudades como Boston, Nueva York, Philadelphia, Baltimore y Washington D. C.

La población del Noreste ha aumentado aproximadamente un 4.4 % desde 2010, totalizando más de 67 millones de personas. Los estados del Atlántico Medio experimentaron los mayores incrementos con el Distrito de Columbia aumentando un 14.6 % y Delaware un 10.2 %. Algunos estados con zonas rurales más extensas —Maine, Pennsylvania, Vermont y Connecticut— experimentaron un crecimiento demográfico más modesto o se mantuvieron estables. Virginia Occidental fue el único estado que perdió población, con una disminución de 3.2 %<sup>2,3</sup>.

Gran parte de la información sobre los impactos del cambio climático en la región presentada en la Cuarta Evaluación Nacional del Clima (Fourth National Climate Assessment, NCA4) sigue siendo válida<sup>4</sup>. Los residentes urbanos siguen estando más expuestos a eventos de calor extremo, inundaciones y episodios de mala calidad del aire. Asimismo, las zonas rurales siguen siendo susceptibles de sufrir sequías e inundaciones que afectan la productividad agrícola y el funcionamiento de los ecosistemas. Estos eventos siguen constituyendo amenazas crecientes para las infraestructuras envejecidas de transporte, agua y aguas residuales. Las comunidades más vulnerables a los riesgos climáticos siguen siendo las históricamente sobrecargadas y económicamente desfavorecidas, tanto en zonas rurales como urbanas. Dado que los eventos extremos siguen ocurriendo con frecuencia, estos cambios se están convirtiendo en factores de estrés en toda la región: en el interior de las zonas rurales, en los corredores urbanos y en los ecosistemas que sustentan las comunidades costeras.

Muchos de los primeros en adoptar medidas de mitigación y adaptación se encuentran en el Noreste. El huracán Sandy (2012) impulsó algunas de estas acciones a través de programas como Rebuild by Design, que se centró en hacer que los proyectos relacionados con la reconstrucción en caso de desastre fueran más resilientes ante todos los peligros<sup>5</sup>. En 2014, trece proyectos que ganaron el Concurso Nacional de Resiliencia ante Desastres estaban ubicados en el Noreste, y en 2022 estos proyectos se encontraban en fases de diseño y construcción, con algunos proyectos prácticamente terminados<sup>6,7</sup>. Las ciudades y los estados del Noreste participaron en otros numerosos esfuerzos, desde el programa 100 Resilient Cities de la Fundación Rockefeller hasta la histórica integración de la adaptación al clima de Massachusetts del Plan Estatal de Mitigación de Peligros de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (Federal Emergency Management Agency, FEMA)<sup>8</sup>. Los estados, las naciones tribales y los gobiernos locales también están empezando a financiar la planificación y la implementación de proyectos con fondos públicos no

procedentes de subvenciones y los actores del sector privado están autofinanciando cada vez más sus propias actuaciones. Los avances en los esfuerzos de adaptación y mitigación en el Noreste brindan la oportunidad de documentar los progresos e identificar las brechas de conocimiento restantes que limitan o posibilitan la acción climática.

En el Noreste se están llevando a cabo acciones de adaptación y de mitigación, sobre todo en respuesta a los repetidos impactos de eventos meteorológicos extremos (KM 21.1). La adaptación también se está documentando en las regiones marinas y costeras (KM 21.2). Los impactos del cambio climático sobre los seres humanos y los ecosistemas están afectando de manera desproporcionada comunidades y personas sobrecargadas, lo que lleva a prestar una mayor atención a la equidad en los esfuerzos de adaptación y mitigación (KM 21.3). Estados, municipios y naciones tribales de todo el Noreste están elaborando planes de acción deliberada para la mitigación y para la adaptación (KM 21.4), pero el progreso de las acciones en el sector público y en el privado dependerá de la capacidad de financiamiento (KM 21.5).

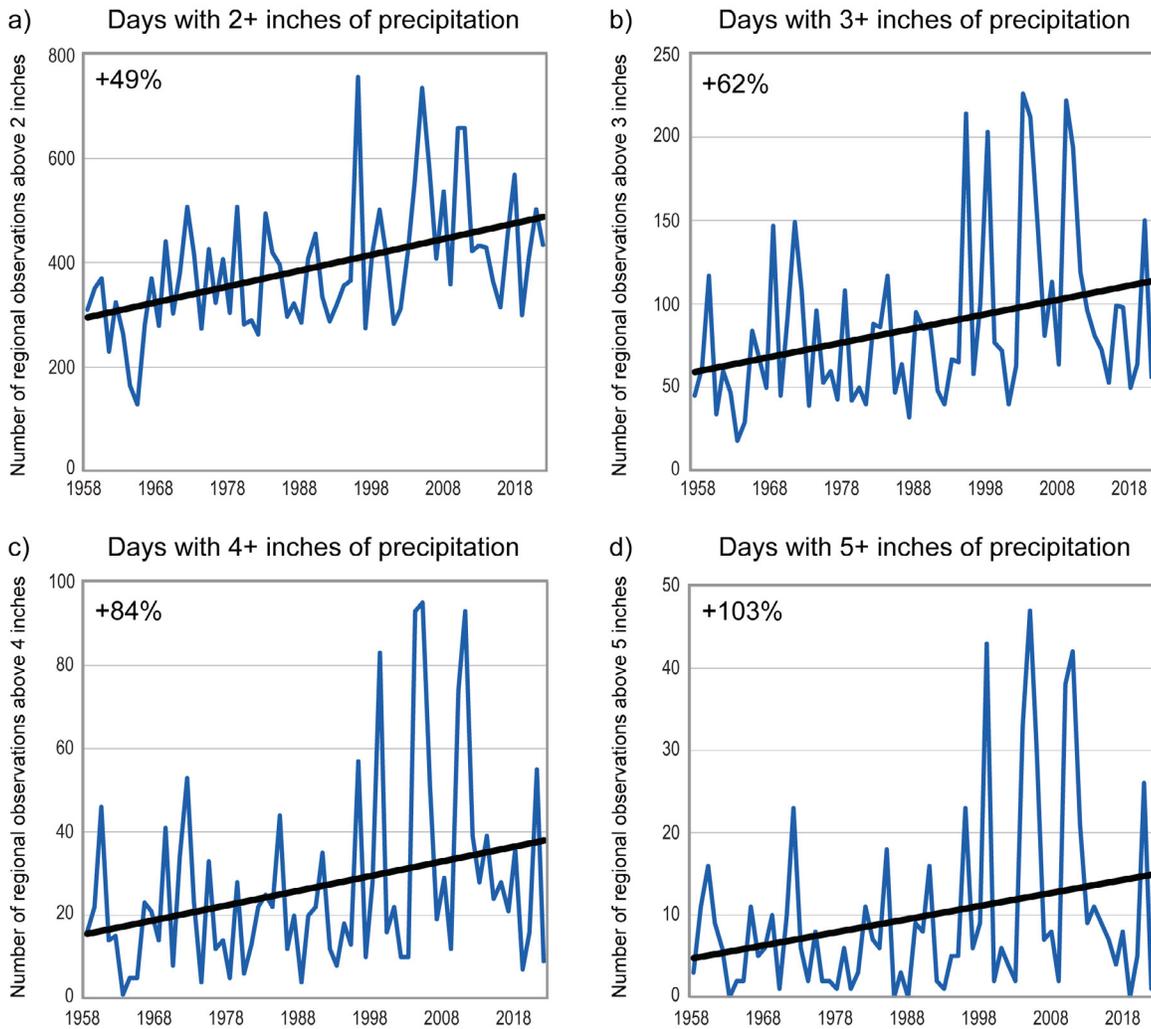
### Mensaje clave 21.1

#### Los impactos crónicos de las condiciones meteorológicas extremas están dando forma a los esfuerzos de adaptación y mitigación

El Noreste sigue enfrentándose a condiciones meteorológicas extremas, sobre todo a precipitaciones extremas —que han causado inundaciones problemáticas en toda la región— y olas de calor (*muy probable, confianza alta*). En respuesta, los esfuerzos de adaptación y mitigación climática, incluidas las soluciones basadas en la naturaleza, han aumentado en toda la región (*confianza alta*), centrándose en reducción de emisiones, secuestro de carbono y aumento de la resiliencia (*confianza media*).

Las precipitaciones en el Noreste han aumentado en todas las estaciones (Figura 21.4)<sup>292</sup> y los eventos de precipitaciones extremas (definidos como los eventos con el 1 % más alto de acumulaciones diarias de precipitaciones) han aumentado en aproximadamente 60 % en la región, el mayor aumento en los EE. UU. (Figura 2.8; vea también Figura 21.1). Estos cambios pueden deberse a un aumento de los sistemas tropicales durante la temporada de huracanes del Atlántico en septiembre y octubre, especialmente en lugares del interior tan alejados como Virginia Occidental<sup>9,10,11,12</sup>. El aumento de las precipitaciones extremas y de las inundaciones asociadas también podría deberse a la mayor disponibilidad general de agua en toda la región<sup>13</sup>.

## Tendencias de las precipitaciones extremas en el Noreste

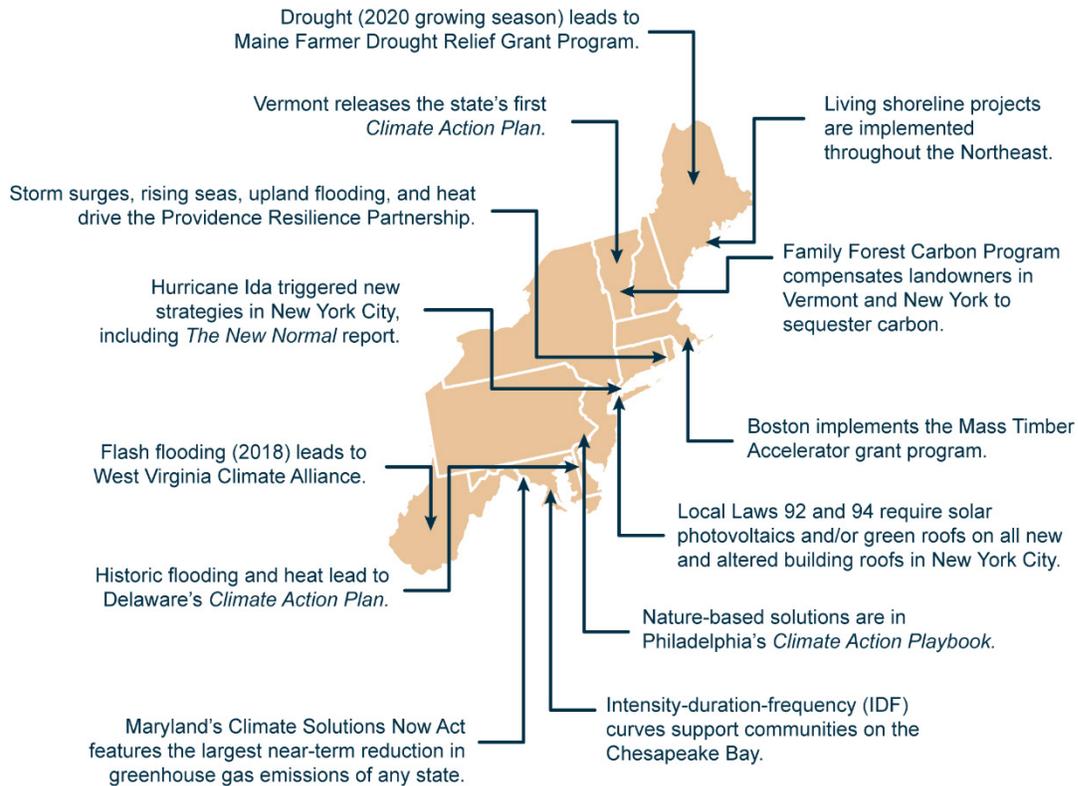


### Ha aumentado el número de días con precipitaciones extremas en el Noreste.

**Figura 21.1.** Los cuatro gráficos muestran el número de eventos diarios al año con precipitaciones totales iguales o superiores a 2, 3, 4 y 5 pulgadas entre 1958 y 2022 junto con las líneas de tendencia (negras) calculadas a partir de regresiones lineales durante todo el período. Los números de la esquina superior izquierda muestran el aumento porcentual en relación al promedio a largo plazo, calculado como la diferencia entre los puntos finales de las líneas de tendencia dividido por el promedio de 1958-2022. El número de eventos diarios está definido por el número total de las acumulaciones de precipitación extrema recordado en todas las estaciones de la red de observaciones en el Noreste. Los metadatos contienen los detalles sobre la metodología. Las tendencias mostradas sugieren un aumento de la frecuencia de las precipitaciones extremas con aumentos mayores para los eventos de precipitación más extremos. Créditos de la figura: USDA Forest Service, Drexel University, NOAA NCEI y CISSS NC.

Las inundaciones urbanas y repentinas suelen desencadenarse por eventos de “aguaceros” localizados de corta duración (p. ej., subdiarios y subhorarios) y alta intensidad, a menudo causados por tormentas convectivas. Aunque todavía no se han evaluado las tendencias históricas y pronosticadas de los atributos y frecuencias de los eventos de precipitación subdiaria para la región, la ocurrencia de estos eventos ya ha empezado a motivar la adopción de medidas (Figura 21.2). Por ejemplo, en 2021, después de que dos tormentas consecutivas (los huracanes Henri e Ida) batieran el registro de precipitaciones en una hora y causaran 13 muertes, la ciudad de Nueva York se comprometió a educar, entrenar, y aclimatar a los residentes a los impactos potenciales de las condiciones meteorológicas extremas, a ampliar la protección contra las inundaciones para incluir a las comunidades del interior y a las del litoral y a replantear su sistema de drenaje, entre otras iniciativas<sup>14</sup>.

## Ejemplos de respuestas estatales y locales a condiciones meteorológicas extremas



**Los estados y ciudades del Noreste han adoptado una variedad de planes, programas y políticas en respuesta a las condiciones meteorológicas extremas, muchos de los cuales incluyen estrategias basadas en la naturaleza.**

**Figura 21.2.** Este mapa destaca los esfuerzos, muchos de ellos basados en la naturaleza, que abordan los impactos del cambio climático mediante el aumento de la resiliencia o al promover medidas de mitigación. En algunos casos, se trata de programas o proyectos específicos como el Programa de Carbono Forestal Familiar de Vermont y Nueva York. En otros casos, los planes locales y estatales incluyen una mayor atención a las estrategias naturales y basadas en la naturaleza. Créditos de la figura: Drexel University y USDA Forest Service.

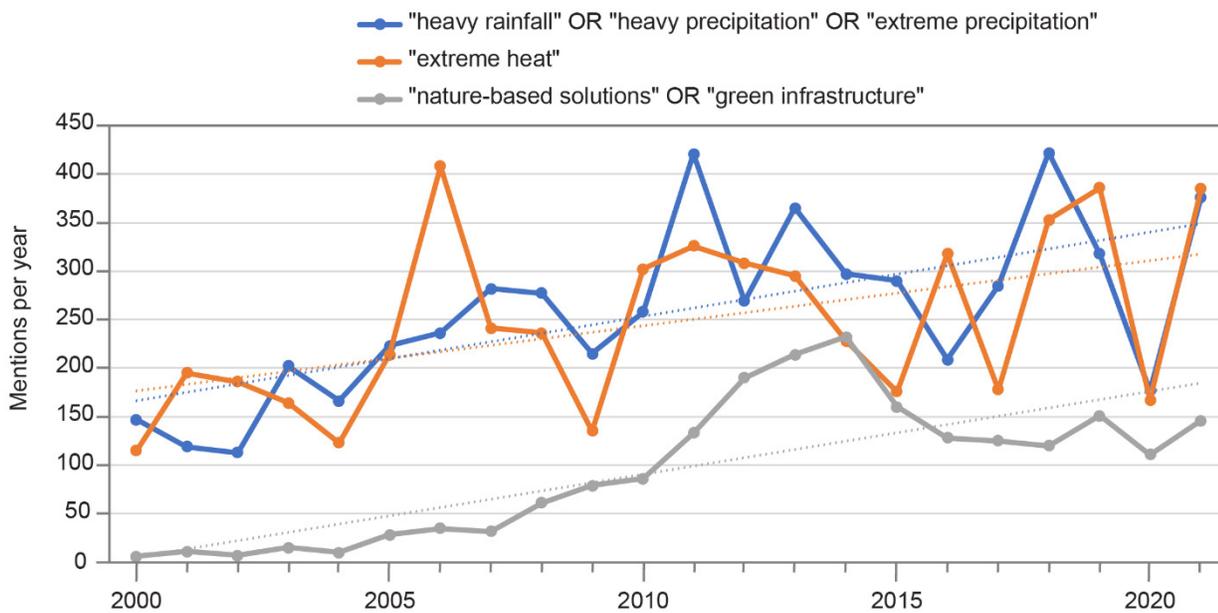
La frecuencia de las sequías en el Noreste disminuyó entre 1901 y 2015, aunque no tanto como cabría esperar dado el aumento de las precipitaciones promedio en la región<sup>15</sup>. Aunque una mayor humedad general puede reducir el efecto del aumento de las temperaturas en la rapidez con que se evapora el agua de los cultivos<sup>16</sup>, los agricultores<sup>17,18</sup> y otras partes interesadas reportan los impactos desencadenados por una humedad del suelo muy variable. Por ejemplo, los eventos de deshielo, las condiciones primaverales prolongadas y las temporadas de barro más largas han reducido la movilidad en las carreteras sin pavimentar que son importantes para los desplazamientos rurales y las operaciones de tala<sup>19</sup>.

Como en el resto del país, las olas de calor de la región duran más y son más severas, lo que en general aumenta el estrés térmico, especialmente en las zonas densamente pobladas (KM 2.3). Para mediados de siglo, se proyecta que los valores del índice de calor por encima de 100 °F se tripliquen en el Noreste en un escenario intermedio (RCP4.5)<sup>20</sup>.

Las condiciones meteorológicas extremas generan una variedad de impactos sociales, económicos y ecológicos en paisajes urbanos, costeros, rurales, agrícolas y silvestres, como lo demuestra el aumento de la información sobre condiciones meteorológicas extremas en los medios de comunicación del Noreste (Figura 21.3). La vulnerabilidad social a los factores de estrés climático se distribuye de manera desigual por toda

la región. Las personas con bajos ingresos, pertenecientes a minorías o que no tienen diploma de escuela secundaria tienen respectivamente un 35 %, 20 % y 20 % más de probabilidades de vivir en zonas con mayores retrasos de tráfico proyectados debido a las inundaciones por mareas altas que las personas que no pertenecen a esos grupos. Las minorías de la región tienen un 16 % más de probabilidades que las personas que no hacen parte de estas de experimentar daños o pérdidas materiales debido a los mayores daños por inundaciones en el interior proyectados<sup>21</sup>. En la ciudad de Nueva York, los altos niveles de vulnerabilidad social al cambio climático se encuentran constantemente en los vecindarios con menores ingresos y mayor proporción de residentes afroamericanos e hispanos<sup>22</sup>. Los ecosistemas también se están volviendo más vulnerables a los eventos meteorológicos extremos a medida que el cambio climático aumenta los factores de estrés, como las plagas que sobreviven en las noches más cálidas del invierno<sup>23</sup>.

### Menciones en los periódicos del Noreste de los EE. UU. sobre condiciones meteorológicas extremas y soluciones basadas en la naturaleza



#### Las menciones a eventos meteorológicos extremos y a soluciones basadas en la naturaleza aumentan en los medios de comunicación del Noreste.

**Figura 21.3.** Mientras el Noreste sigue experimentando eventos meteorológicos extremos, los artículos de prensa destacan la tendencia de la planificación de la acción climática. Las características naturales y basadas en la naturaleza son una estrategia común utilizada en estos esfuerzos. Las líneas continuas muestran menciones relacionadas con las fuertes precipitaciones (azul), el calor extremo (naranja) y las soluciones basadas en la naturaleza y la infraestructura verde (gris) durante 2000 y 2021 con líneas de puntos que muestran la línea de tendencia estimada para cada categoría. Créditos de la figura: Drexel University y USDA Forest Service.

Se proyecta que el futuro aumento de las olas de calor incremente las tasas de mortalidad en las principales zonas urbanas de la región (KM 15.1)<sup>24</sup>. Entre los trabajadores expuestos a las condiciones meteorológicas, las minorías tienen un 7 % más de probabilidades que las personas que no pertenecen a estas de perder horas de trabajo en caso de un calentamiento global de 2 °C (3.6 °F)<sup>21</sup>. El calor extremo también está aumentando la presión sobre los gerentes de emergencias y las corporaciones de servicios públicos, además de causar mortalidad humana<sup>25</sup>.

La alta densidad de población, las configuraciones problemáticas del uso de la tierra, la industria y otras fuentes de contaminación, los suelos contaminados, las infraestructuras envejecidas y un legado de sistemas de drenaje naturales enterrados o muy modificados agravan los impactos meteorológicos extremos en las zonas urbanas (KM 12.2)<sup>26</sup>. Incluso en condiciones meteorológicas no extremas, las superficies impermeables (p. ej., aceras, tejados, calzadas o césped compactado) generan grandes cantidades de escorrentía procedente de las precipitaciones, lo que provoca contaminación de fuentes difusas, erosión de las riberas, degradación del hábitat, inundaciones río abajo, problemas de movilidad y reducción del acceso a los servicios. Las condiciones meteorológicas extremas aceleran y amplifican estos fenómenos. Las inundaciones por precipitaciones localizadas pueden dañar viviendas y negocios con espacios bajo o a nivel del suelo (p. ej., sótanos, plantas bajas, subterráneos, etc.). El huracán Ida provocó inundaciones por lluvias que causaron la muerte de 11 personas en Nueva York que no pudieron escapar de viviendas bajo el nivel del suelo<sup>27</sup> e inundó tramos bajo nivel de la autopista Vine Street de Philadelphia. En Baltimore, las inundaciones interrumpen los servicios básicos, incluido el acceso a centros de distribución de alimentos, escuelas, guarderías, servicios de salud (p. ej., clínicas de diálisis o metadona); además, los ancianos de la ciudad, los pobres, los enfermos mentales, las personas con problemas de movilidad y con poca experiencia en inundaciones fueron identificados como los más susceptibles a los efectos de las inundaciones<sup>28</sup>. En Maryland, en general, el mapeo probabilístico de inundaciones y eventos de inundaciones recientes indican que los riesgos de inundación se extienden más allá de los terrenos inundables de 100 años en algunos lugares, especialmente en las cuencas urbanas<sup>29</sup>.

El aumento de las precipitaciones también puede impactar las zonas menos desarrolladas y a lo largo de las costas. El aumento observado y proyectado de las precipitaciones en la cuenca del río Susquehanna, que aporta aproximadamente la mitad de todos los vertidos de agua dulce a la Bahía de Chesapeake, es un factor de riesgo de inundaciones, mala calidad del agua y cambios en los hábitats de la bahía<sup>30,31</sup>. Se espera que las primaveras más húmedas sigan retrasando la siembra, posponiendo las cosechas y reduciendo el desempeño de los cultivos<sup>23</sup>.

Las mareas meteorológicas ciclónicas más fuertes durante los sistemas tropicales y las tormentas del noreste aumentan el riesgo de inundaciones costeras, también intensificadas por el aumento del nivel del mar<sup>32,33</sup>. Se proyecta que los peligros de inundación para las ciudades costeras aumenten en frecuencia y magnitud en las próximas décadas si no se adoptan medidas de adaptación a corto plazo<sup>34</sup>. En agosto de 2020, la tormenta tropical Isaías inundó el vecindario de Eastwick, en el suroeste de Philadelphia. Esta comunidad sobrecargada alberga uno de los mayores vertederos del superfondo del país y también se enfrenta a riesgos de inundaciones costeras y compuestas por el aumento del nivel del mar desde el río Delaware.

Grupos gubernamentales y no gubernamentales están mapeando los peligros para ayudar en la respuesta a los eventos extremos. La ciudad de Nueva York y Boston elaboraron mapas detallados de las partes de cada ciudad que están en riesgo de inundación interior inducida por las lluvias en condiciones coincidentes de marea y aumento del nivel del mar. También se están elaborando mapas de las tierras de cultivo y los bosques más vulnerables a la intrusión de agua salada<sup>35</sup>. Se han elaborado mapas de vulnerabilidad al calor para ciudades (p. ej., Philadelphia), condados (p. ej., condado de Essex, Nueva York) y estados (p. ej., Vermont) de toda la región. Estos mapas pueden ayudar a identificar las comunidades en riesgo. Las estrategias de reducción del riesgo térmico tienden a resaltar la asistencia directa a los residentes en riesgo y a los impactos sobre las compañías de servicios públicos de electricidad. Chelsea, Massachusetts y la ciudad de Nueva York han distribuido aparatos de aire acondicionado para reducir los impactos del calor extremo y Philadelphia acaba de publicar un conjunto de herramientas para combatir el calor.

Estados, comisiones regionales de planificación, naciones tribales y localidades también están respondiendo mediante la incorporación de la resiliencia climática en los Planes de Mitigación de Peligros (Hazard

Mitigation Plans, HMP) de la FEMA (KM 31.4). Muchos planes de acción se elaboran mediante procesos de colaboración entre los sectores público y privado. El condado de Atlantic en Nueva Jersey ha iniciado un Plan de Acción Regional de Resiliencia y Adaptación a través de una asociación entre la Oficina de Planificación de la Resiliencia Climática de Nueva Jersey y varios grupos regionales interesados. La Ley Stafford<sup>36</sup> exige que los estados y las tribus presenten cada cinco años a la FEMA los HMP aprobados para poder optar a las ayudas para desastres no urgentes de la Ley Stafford y a las subvenciones para la mitigación de peligros de la FEMA. La ley también exige que cada estado establezca un proceso de apoyo al desarrollo de HMP. Los HMP resilientes al clima incorporan proyecciones climáticas a escala reducida, experiencias de los residentes y visiones locales. Cada vez más, los HMP abordan directamente las metas de otros planes elaborados a escala local, regional, tribal o estatal, incluidos planes de sostenibilidad y planes integrales (p. ej., Nashua, Nuevo Hampshire; Springfield y Boston, Massachusetts; Nación Shinnecock; y la ciudad de Nueva York). En la mayoría de los casos estos esfuerzos se encuentran en fase de planificación, pero algunas localidades pioneras están empezando a implementar sus proyectos de resiliencia. Las guías locales y estatales de planificación de la mitigación de peligros de la FEMA ahora fomentan la planificación y los proyectos basados en el clima que incorporen la resiliencia<sup>37,38</sup>.

A medida que aumenta la concienciación sobre los impactos de las condiciones meteorológicas extremas, los planes y proyectos de acción climática del Noreste utilizan con más frecuencia los elementos naturales y basados en la naturaleza (natural and nature-based features, NNBF) (Figura 21.2). Los NNBF restauran la resiliencia del paisaje ante las perturbaciones, protegen los cuerpos de agua aguas abajo y proporcionan una variedad de beneficios colaterales que protegen la salud pública, reducen los daños por inundaciones, mejoran la calidad del agua y del aire y controlan la temperatura ambiente del aire (KM 9.3). Los NNBF utilizan sistemas de plantas o suelos para obtener beneficios medioambientales, económicos y sociales<sup>39</sup>. Varios estudios recientes centrados en Nueva Jersey, Nueva York y Connecticut enfatizan el papel de los NNBF en amortiguar pérdidas por inundaciones costeras<sup>40,41</sup>, detener y retener la escorrentía<sup>42,43</sup>, reducir los desbordamientos del alcantarillado combinado<sup>44</sup>, aliviar los impactos térmicos<sup>45,46</sup> e introducir vegetación resiliente a futuras inundaciones y sequías<sup>47</sup>. Los cambios en las precipitaciones también pueden reducir el desempeño de los NNBF en la captación de aguas pluviales<sup>42,48,49</sup>, y el valor de adaptación de los NNBF puede depender en gran medida de las condiciones locales particulares<sup>50</sup>. También existen varios NNBF tribales en el Noreste (KM 16.3). Por ejemplo, la Nación Shinnecock ha desarrollado una granja de acuicultura de algas y un litoral vivo con arrecifes de ostras en Long Island, Nueva York<sup>51</sup>. En colaboración con la ciudad de Mashpee, Massachusetts, la Tribu Mashpee Wampanoag también construyó un arrecife de ostras<sup>52</sup>. La Tribu Wampanoag de Gay Head (Aquinnah), Massachusetts, reconstruyó y replantó las dunas de la playa para proteger la costa<sup>53</sup>.

La mitigación del cambio climático también es un objetivo de los NNBF, incluida la captura de carbono y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (greenhouse gas, GHG)<sup>54,55,56</sup>. Los planificadores locales, tribales y estatales están avanzando hacia enfoques multiobjetivo al incorporar los NNBF como parte de la caja de herramientas para la adaptación y mitigación climática, centrándose cada vez más en resultados climáticos equitativos en los que se necesitan beneficios colaterales para el calor, las inundaciones y el bienestar (Figura 21.2).

## Mensaje clave 21.2

### Los impactos marinos y costeros impulsan la adaptación al cambio climático

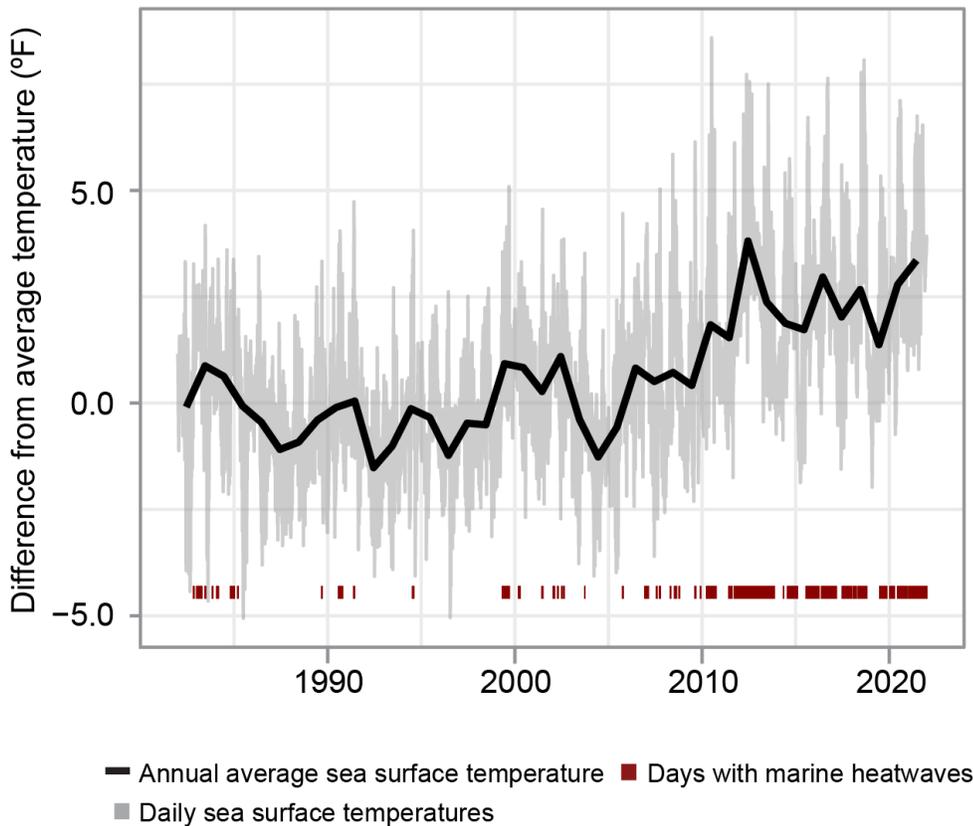
El mar y los hábitats costeros del Noreste están experimentando cambios sin precedentes en la historia como la acidificación, el calentamiento y las olas de calor marinas, y el aumento del nivel del mar (*confianza alta*). Las condiciones marinas cambiantes están causando cambios significativos en la distribución, la productividad y la sincronización estacional de los eventos del ciclo de vida de los recursos marinos vivos en el Noreste (*confianza alta*). Estos impactos han impulsado esfuerzos de adaptación como la restauración de humedales costeros y cambios en el comportamiento pesquero (*confianza alta*).

El calentamiento marino, las olas de calor marinas más frecuentes e intensas, el aumento del nivel del mar y la acidificación marina están dañando los ecosistemas acuáticos y los servicios de los ecosistemas y se espera que estos impactos se agraven con el cambio climático futuro (KM 2.1, 3.4, 9.1, 9.2, 10.1; Apéndice 4.4)<sup>57,58,59,60</sup>. Los cambios en la distribución, la productividad y la fenología (sincronización estacional de eventos del ciclo vital) provocados por el clima están aumentando en prevalencia y magnitud en todas las especies, desde el fitoplancton hasta las ballenas<sup>59,61</sup>.

Las temperaturas marinas en las aguas del fondo de la plataforma continental del Noreste han aumentado entre 0.15 °F y 0.7 °F por década (Friedland *et al.* 2020) debido a cambios en la circulación atmosférica producto de una persistente Oscilación Positiva del Atlántico Norte (North Atlantic Oscillation, NAO; un fenómeno climático a gran escala) y una Circulación de retorno Meridional de Oscilación del Atlántico más débil<sup>62</sup>. El desplazamiento hacia el norte de la Corriente del Golfo aumentó la salinidad y la temperatura de las aguas subsuperficiales en la plataforma del Atlántico Noroccidental<sup>63</sup>. Varias olas de calor marinas notables afectaron el Atlántico Noroccidental durante la última década (Figura 21.4)<sup>63,64,65</sup>, asociadas con la variabilidad de la Corriente del Golfo, los movimientos atmosféricos de la corriente en chorro y la mayor presencia de masas de agua cálida formadas a partir de la Corriente del Golfo denominadas anillos de núcleo cálido<sup>66</sup>. Los cambios en la temperatura y circulación marinas también han disminuido la extensión, la temperatura y la duración de la piscina fría, una característica de agua fría cercana al fondo en el Atlántico Medio y un hábitat importante para la productividad de los peces<sup>58,67</sup>.

Estos cambios están impactando la productividad en la base del ecosistema marino de la región y modificando la composición de la comunidad fitoplanctónica<sup>68</sup>. La diversidad global y la abundancia de la comunidad de zooplancton han aumentado<sup>68</sup>, pero la biomasa de especies clave de zooplancton ha disminuido<sup>59,69</sup>. Estos cambios pueden reestructurar las comunidades y tener efectos en cascada en toda la red trófica. Por ejemplo, el impacto negativo del calentamiento en el copépodo *Calanus* se ha relacionado con cambios en la distribución de las ballenas francas a lo largo de la plataforma Noreste<sup>70,71</sup>.

## Temperatura de los océanos y olas de calor marinas

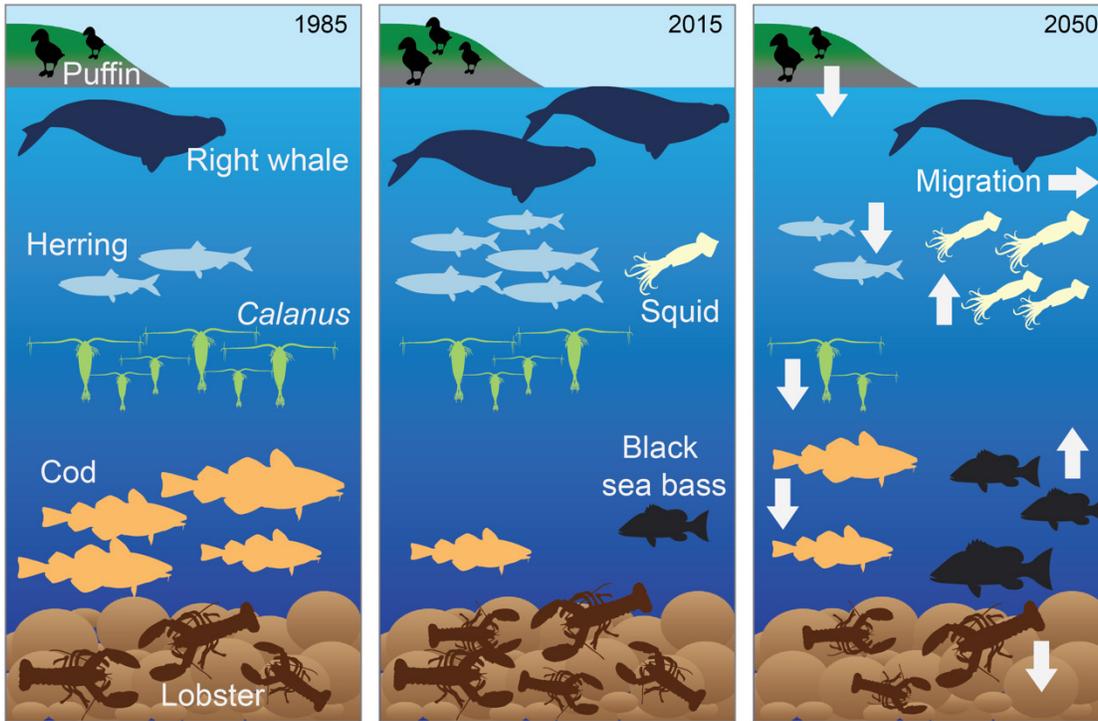


**Los océanos se están calentando y las olas de calor marinas son más frecuentes, lo que está impactando los ecosistemas marinos del Noreste.**

**Figura 21.4.** Anomalías promedio anuales de la temperatura de la superficie del mar (sea surface temperature, SST) (línea negra continua) y anomalías diarias de la SST (línea gris clara) en el Golfo de Maine (región definida como unidad de producción ecológica, un ecosistema ecológicamente distinto). Las diferencias respecto al promedio a largo plazo se estiman utilizando un período de referencia climatológico de 30 años, de 1982 a 2011. Se señalan los días que cumplen los criterios de la ola de calor marina (marcas delgadas rojas). El estado de la ola de calor marina se determinó siguiendo los métodos de Hobday et al. (2016)<sup>72</sup>. La figura muestra el calentamiento continuado del Golfo de Maine, con 2022 entre los años más cálidos registrados. Además de la tendencia al calentamiento, la periodicidad de los eventos de temperaturas extremas (es decir, olas de calor marinas) ha aumentado en la región. Adaptado de Gulf of Maine Research Institute, 2022<sup>73</sup>.

Las poblaciones de peces se desplazan hacia el Noreste a lo largo de la plataforma y hacia aguas más profundas<sup>58</sup>. Especies de peces tradicionales del Atlántico Medio (p. ej., lubina negra)<sup>74,75</sup> están aumentando y las especies subárticas (p. ej., camarón nórdico y bacalao del Atlántico)<sup>59</sup> se enfrentan a descensos en el Golfo de Maine (Figura 21.5). El calentamiento está cambiando la distribución de las especies que viven en el fondo marino, como la langosta americana, las almejas de mar y las vieiras (Figura 21.6)<sup>76,77</sup>. Las nuevas líneas de investigación se centran en el impacto de estos cambios en las primeras etapas de la vida de especies clave como la caballa del Atlántico<sup>78</sup>.

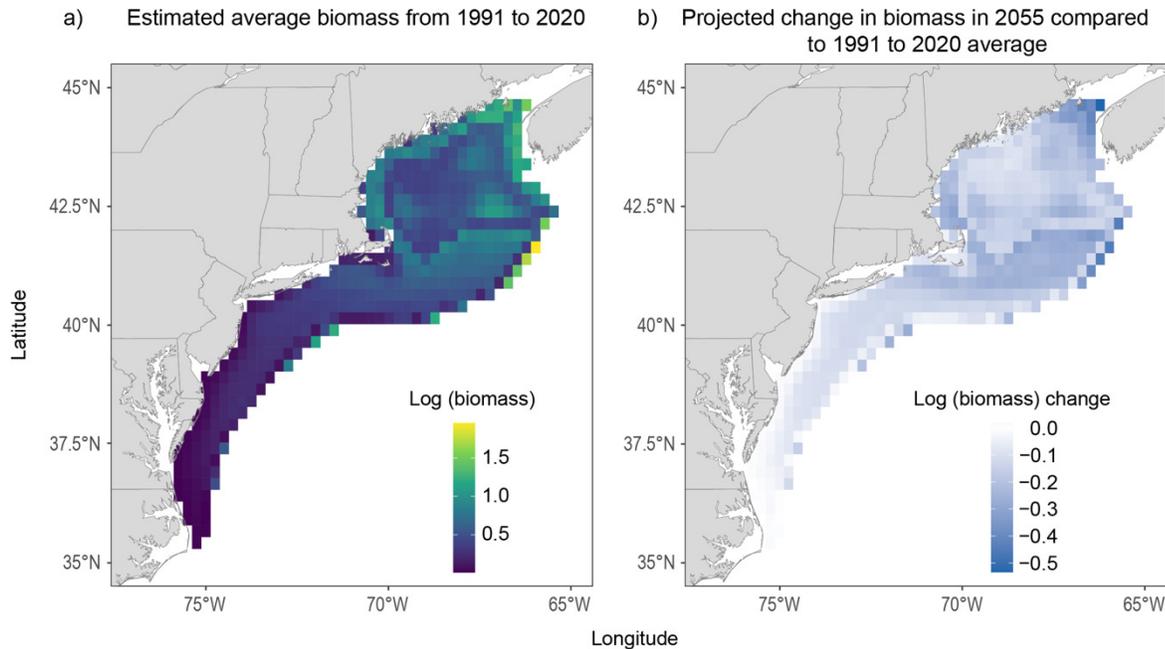
Pasado (1985), presente (2015) y futuro (2050) del ecosistema del Golfo de Maine



Se espera que los cambios en la abundancia y la composición de las especies en el Golfo de Maine continúen con el calentamiento adicional.

**Figura 21.5.** En 1985, las condiciones del ecosistema del Golfo de Maine eran frías y las especies subpolares (frailecillo, ballena franca y arenque atlántico) no abundaban debido a las actividades humanas y a la variabilidad natural. En 2015, la abundancia de bacalao del Atlántico era baja debido a la sobrepesca y al aumento de las temperaturas, mientras que las especies templadas (p. ej., lubina negra y calamar) se hicieron prevalentes debido al calentamiento. En un escenario intermedio (RCP4.5), en 2050 muchas especies subpolares (p. ej., langosta, bacalao del Atlántico, arenque del Atlántico y *Calanus*, un copépodo) disminuirán (flechas hacia abajo) y las especies templadas aumentarán (flechas hacia arriba). Con una mejor gestión, la abundancia de bacalao del Atlántico tenderá a aumentar, pero se verá contrarrestada por la disminución de la productividad debido al calentamiento. Las ballenas francas aumentarán con una mejor gestión, pero se espera que se desplacen fuera del Golfo de Maine (flecha horizontal) debido a los impactos del calentamiento sobre la distribución y abundancia de sus presas. Las comunidades pesqueras locales tendrán que reorientar su esfuerzo hacia la captura de especies más abundantes. Adaptado de Pershing *et al.* 2021<sup>59</sup> [CC BY 4.0].

## Cambios en la distribución de los recursos pesqueros en el océano Atlántico Noroccidental



Se espera que la distribución y la abundancia de la langosta americana disminuyan a mediados de siglo.

**Figura 21.6.** La figura muestra (a) los cambios previstos en la langosta americana (*Homarus americanus*) con base en la biomasa de referencia estimada (escala transformada logarítmicamente) de 1991 a 2020 (la escala de colores va del amarillo [biomasa alta] al púrpura [biomasa baja]); y (b) el cambio futuro proyectado de la biomasa en 2055 en comparación con el período de referencia (la escala de colores va de ningún cambio [blanco] a una disminución de la biomasa [azul más oscuro]). Las proyecciones sugieren una disminución de la biomasa futura de langosta debido al calentamiento marino. Adaptado de Allyn et al. 2020<sup>79</sup> [CCO 1.0].

La sincronización de eventos importantes vitales, como la alimentación de los peces y las migraciones de desove, está cambiando en el Noreste. El florecimiento de fitoplancton en primavera y otoño se produjo más tarde en las décadas recientes<sup>80</sup>. Tanto la aparición de larvas como la migración de los peces se producen antes<sup>81,82,83</sup>. Los peces de aguas cálidas permanecen más tiempo en la bahía de Narragansett, en Rhode Island, mientras que las especies de aguas frías permanecen menos tiempo<sup>84</sup>, lo que cambia el momento en que las especies se pueden pescar. El calentamiento de los mares está relacionado con el aumento de los casos de aturdimiento por frío de las tortugas lora de Kemp en el Atlántico Noroccidental, en los que las tortugas aclimatadas a aguas cálidas se quedan inmóviles cuando se ven sometidas a aguas frías repentinas<sup>85</sup>.

El aumento de las temperaturas hace que algunas enfermedades sean más prevalentes en los organismos acuáticos, lo que afecta la disponibilidad de alimentos de origen marino y aumenta las enfermedades transmitidas por estos. La enfermedad del caparazón en la langosta americana está asociada a cambios en los patrones de muda debido al calentamiento primaveral y a una mayor exposición al calor del verano<sup>86</sup>. Se espera que el cambio climático provoque una mayor mortalidad del cangrejo azul debido a la infección por *Hematodinium*<sup>87</sup> y *Callinectes sapidus* reovirus<sup>188</sup>. El florecimiento de algas nocivas es más frecuentes en el Noreste<sup>89</sup>. Hay evidencia que relaciona el cambio climático con un aumento de las tasas de crecimiento potencial y de la duración de la temporada del florecimiento de *Margalefidinium polykrikoides* que provoca la muerte de peces y moluscos bivalvos<sup>89,90,91</sup> y en el número de florecimientos de *Prorocentrum minimum*<sup>92,93</sup>. El aumento de la temperatura está relacionado con el aumento de la aparición de patógenos (p. ej., especies *Vibrio*)<sup>60</sup>, que se encuentran entre las causas más importantes de enfermedades transmitidas por alimentos de origen marino<sup>94</sup>.

Se espera que el aumento de la temperatura del agua altere la estructura de la comunidad de peces y moluscos en los estuarios<sup>95</sup>. En la Bahía de Chesapeake se observaron descensos significativos en el uso relativo del hábitat de varias especies de peces de aleta de importancia económica (p. ej., la corvina del Atlántico, la mancha y la platija de verano) entre 2008 y 2019<sup>96</sup>, debido en parte a la NAO.

Se espera que la abundancia de especies subtropicales como el pinfish y el camarón blanco aumente en la Bahía de Chesapeake y en las lagunas costeras, mientras que las especies más templadas, como la almeja blanda y el camarón de arena, podrían disminuir<sup>97,98</sup>. En la Bahía de Chesapeake, se ha observado un aumento de la abundancia de camarón blanco<sup>99</sup>, que se relacionó con condiciones medioambientales favorables, incluido el aumento de las temperaturas. Las proyecciones de períodos invernales más cortos y temperaturas invernales más cálidas en la Bahía de Chesapeake sugieren que en 2100 los cangrejos azules crecerán más rápido y mejorarán su supervivencia durante el invierno, lo que aumenta la productividad de la población<sup>100</sup>.

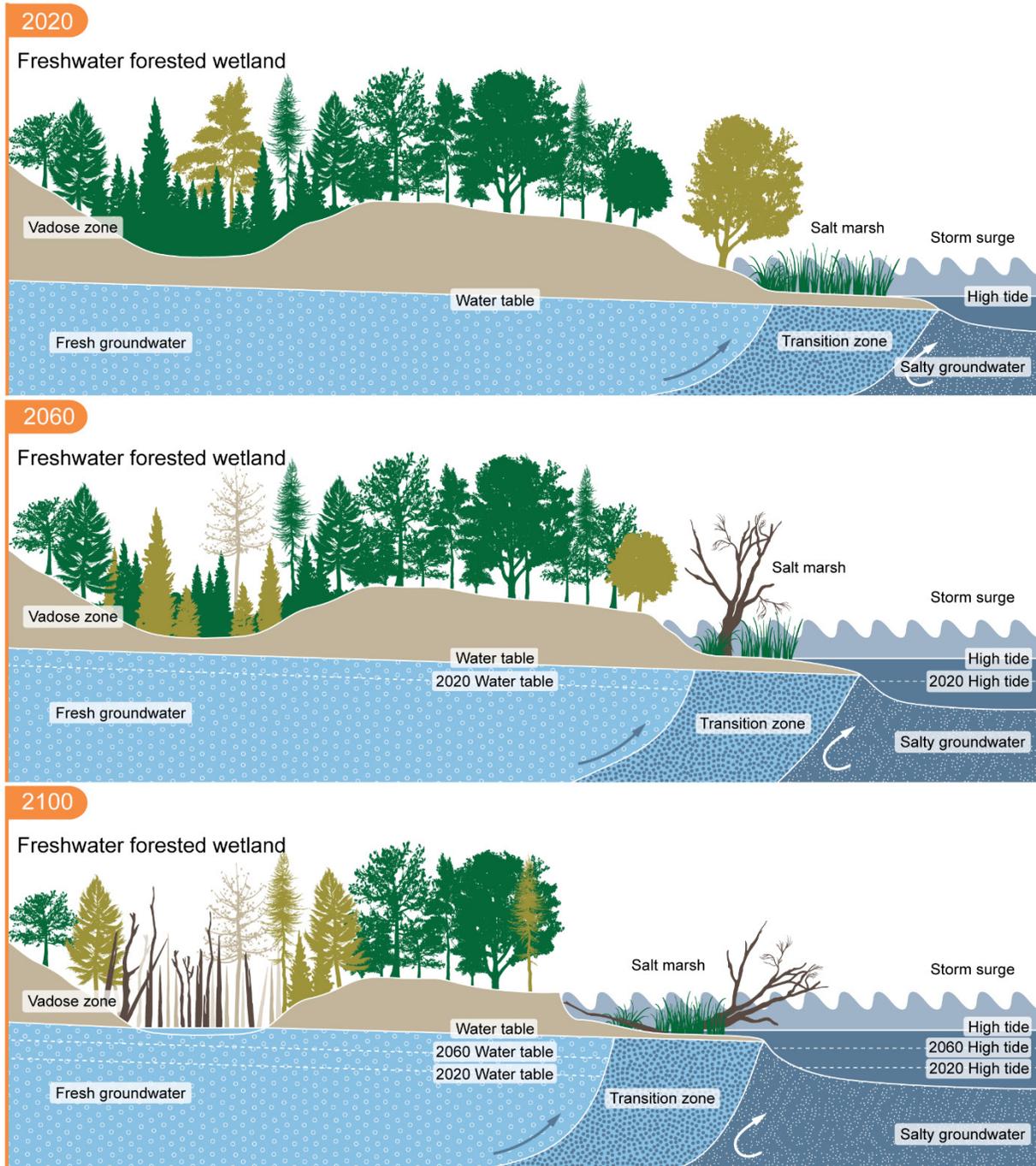
Combinada con los cambios en la salinidad, la acidificación marina ejerce presión sobre los organismos conculícolos de la región (KM 2.3). La cuenca central del Atlántico se está acidificando más rápido que otras regiones costeras atlánticas y que el mar abierto<sup>101</sup>. La acidificación marina puede impactar los recursos pesqueros como la langosta americana, las vieiras, las ostras, las almejas y los mejillones<sup>102</sup>. Por ejemplo, las proyecciones de la biomasa de vieiras sugieren una disminución potencial de más del 50 % a finales de siglo en un escenario muy alto (RCP8.5) y del 13 % en un escenario intermedio (RCP4.5)<sup>103</sup>. La vieira es una de las especies más lucrativas del Noreste, y la acidificación tendrá ramificaciones socioeconómicas.

La pérdida de oxígeno en los océanos y las zonas costeras, que está correlacionada con la temperatura del agua y el enriquecimiento en nutrientes, es también un importante factor de cambio de los ecosistemas marinos (KM 2.3). La tasa de cambio varía según la región, y las aguas costeras del Noreste muestran un descenso de la oxigenación que supera al del océano global y al del Atlántico Norte más amplio<sup>104,105,106</sup>. Los aumentos proyectados de las precipitaciones mencionados en el mensaje clave 21.1 provocarán un aumento de la escorrentía y de la carga de nutrientes en las aguas costeras. Los estuarios como la Bahía de Chesapeake que reciben cantidades significativas de nutrientes de la cuenca que estimulan la producción de algas experimentan niveles bajos de oxígeno (hipoxia)<sup>107</sup>, especialmente durante los meses de verano. Además, las temperaturas están subiendo en la región, y en la Bahía de Chesapeake esto se debe al aumento de la temperatura del aire y la radiación de onda larga reflejada, así como al calentamiento de la plataforma continental<sup>108</sup>. Las olas de calor marinas también están aumentando en frecuencia, número de días al año e intensidad acumulativa anual en la Bahía de Chesapeake, que se proyecta que alcance un estado de ola de calor marina semipermanente en 2100 en relación con la situación actual<sup>109</sup>. En esa condición, se registrarán temperaturas extremas durante más de seis meses al año. Se espera que el aumento de la temperatura y la intensidad de las olas de calor marinas disminuyan el contenido de oxígeno disuelto en el agua y empeoren las condiciones de hipoxia, con los consiguientes efectos negativos sobre peces, mariscos y otros organismos vivos<sup>110,111</sup>.

El aumento del nivel del mar, los ciclones tropicales y extratropicales, las mareas meteorológicas y las inundaciones están modificando los humedales y bosques costeros naturales y las especies que los habitan (Figura 21.7; Capítulo 9)<sup>112</sup>. Los impactos de las precipitaciones y las inundaciones fluviales en las zonas costeras incluyen erosión del litoral<sup>113</sup>, daños a las infraestructuras y a la agricultura y degradación y pérdida de ecosistemas costeros, incluidos humedales mareales y bosques (KM 9.1, 9.2)<sup>114,115</sup>. Las inundaciones costeras suponen un mayor riesgo para los acuíferos y las estructuras enterradas, como fosas sépticas y tuberías, lo que degradaría la calidad del agua<sup>116</sup>. Los suministros de agua subterránea de las zonas costeras (como en Long Island, Nueva York, y el condado de Cape May, Nueva Jersey) también son vulnerables a la intrusión de agua salada por el aumento del nivel del mar<sup>117,118</sup>.

Los bosques costeros del Noreste como los de la costa oriental baja de Maryland y otras zonas de la península de Delmarva, se han visto afectados por la intrusión de agua salada y la salinización de los suelos<sup>119,120</sup>. Cuando el agua salada invade los bosques costeros, se transforman en marismas, lo que deja atrás árboles muertos en pie, llamados bosques fantasma<sup>121,122</sup>, y fomenta el crecimiento de *Phragmites australis*, un junco invasor que proporciona hábitats menos adecuados para peces, crustáceos y otros invertebrados<sup>123</sup>.

### Cambios proyectados en los bosques costeros



El aumento del nivel del mar mata árboles y transforma bosques costeros en marismas, lo que daña ecosistemas vitales y los servicios que prestan a la comunidad.

**Figura 21.7.** A medida que sube el nivel del mar, también sube el nivel freático; la zona vadosa (que se encuentra entre la superficie del suelo y el nivel freático) se vuelve más fina, lo que acerca el nivel freático a la superficie y las inundaciones por mareas y las mareas meteorológicas llegan más tierra adentro, lo que provoca la muerte de bosques y la conversión de humedales boscosos en humedales de aguas estancadas. Con el tiempo, estos cambios ocasionan modificaciones permanentes del hábitat. Adaptado de Sacatelli *et al.* 2020<sup>122</sup>.

Los avances en la modelación predictiva de los recursos costeros y marinos<sup>59,79,124</sup> están informando sobre las expectativas de futuros cambios impulsados por el clima en el hábitat térmico de especies como la langosta americana (Figura 21.6) y la vieira y permiten a los gerentes de recursos marinos anticiparse a los riesgos para estas especies. Las proyecciones de cambios del hábitat en el Noreste sugieren que las vieiras sufrirán un desplazamiento hacia el norte, mientras que la langosta americana se alejará de la costa en los próximos 80 años<sup>125</sup>. La información sobre los cambios previstos en la distribución de los recursos marinos es importante para adoptar medidas de adaptación que puedan apoyar los medios de subsistencia y las economías locales que dependen de estos recursos.

Las respuestas de adaptación al aumento del nivel del mar y a la erosión del litoral incluyen el uso de elementos naturales y basados en la naturaleza como los arrecifes de ostras ecodiseñados (p. ej., castillos de ostras) y la gestión y restauración de los arrecifes de ostras<sup>126,127</sup> de los humedales costeros<sup>128,129,130</sup>. El aprendizaje colaborativo y el intercambio de ideas entre grupos multidisciplinares, incluidos profesionales de marismas salobres, están facilitando la gestión y restauración de las marismas salobres en la región; las técnicas incluyen el uso de tecnología de drones para monitorear las costas vivas y la construcción y evaluación de canales (canales poco profundos y estrechos utilizados para drenar el agua de la superficie de la marisma durante la marea baja)<sup>131,132,133,134</sup>. Otras medidas tienen por objeto gestionar las aguas pluviales y reducir el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para mitigar la acidificación marina<sup>135</sup>.

Las comunidades pesqueras de Nueva Inglaterra y el Atlántico Medio son especialmente vulnerables a los impactos del clima y se enfrentan a una disminución de las oportunidades de pesca, a menos que se adapten ya sea capturando nuevas especies o pescando en nuevos lugares<sup>136</sup>. Las acciones emprendidas para reducir los posibles impactos del cambio climático en la industria pesquera del Noreste van desde acciones individuales hasta cambios en la gobernanza federal<sup>137</sup>. Los patrones de pesca, como la ubicación y el momento, se han alterado en respuesta a los cambios en la distribución de las especies (p. ej., platija de verano). Entre las estrategias de adaptación efectivas se encuentran la diversificación de las especies objeto de captura en respuesta a los cambios en la disponibilidad y la mejora de la movilidad de la flota, de modo que los pescadores puedan seguir a sus especies objetivo<sup>138</sup>. Las olas de calor marinas provocaron una afluencia temprana de mudas de langosta, lo que llevó a la industria de la langosta a implementar cambios en toda la cadena de suministro para evitar caídas de precios en caso de que se produjera otro año cálido con desembarques tempranos e intensos<sup>139</sup>. Sin embargo, entre los principales obstáculos a los esfuerzos de adaptación se encuentran la especialización, dependencia, y acceso de los negocios pesqueros, los problemas de los muelles y la mano de obra y la capacidad de respuesta de los sistemas de gestión<sup>140</sup>. Además, las interacciones con mamíferos acuáticos amenazados y en peligro de extinción pueden complicar los esfuerzos de adaptación. Los cambios en los patrones de las ballenas francas debido al calentamiento han aumentado la preocupación por el riesgo de colisión con embarcaciones. Esto ha ocasionado peticiones para que se aumenten las normativas de las artes de pesca, con posibles ramificaciones para la industria de la langosta<sup>141</sup>.

## Mensaje clave 21.3

### Los impactos desproporcionados resaltan la importancia de una política equitativa

El calor extremo, las tormentas, las inundaciones y otros peligros relacionados con el clima están causando impactos desproporcionados entre ciertas comunidades del Noreste, en particular entre minorías raciales y étnicas, personas de nivel socioeconómico más bajo y adultos mayores (*muy probable, confianza muy alta*). Estas comunidades suelen tener menos acceso a atención médica, servicios sociales y recursos financieros y se enfrentan a mayores cargas relacionadas con la contaminación medioambiental y los problemas de salud preexistentes (*muy probable, confianza alta*). Los objetivos de equidad social ocupan un lugar destacado en muchas iniciativas de adaptación a nivel local, pero el grado de avance hacia resultados equitativos sigue siendo desigual (*muy probable, confianza alta*).

En todo el Noreste, el impacto desproporcionado del cambio climático y de las condiciones meteorológicas extremas en las minorías raciales y étnicas y en las comunidades con ingresos bajos y moderados ha ocasionado un nuevo activismo y trabajo político para la defensa de la equidad y la justicia medioambiental.

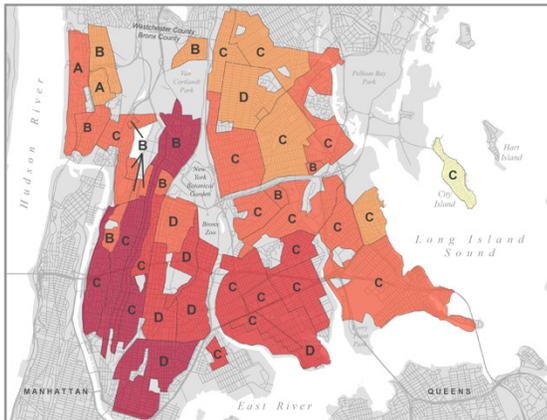
Los impactos climáticos —como calor extremo, tormentas más fuertes, inundaciones y contaminación— agravan las cargas medioambientales, de salud y socioeconómicas de algunas comunidades (KM 12.2, 15.2). Estas cargas incluyen injusticias históricas basadas en la raza, como la negación de servicios financieros (una práctica discriminatoria por la que se negaban o limitaban productos financieros como préstamos y seguros en zonas geográficas específicas)<sup>142,143,144,145,146</sup>, el despojo de tierras y la migración forzada de los pueblos indígenas y la desinversión en las comunidades pobres y de color. En respuesta, los gobiernos locales, tribales y estatales trabajan de manera más directa con las organizaciones comunitarias, los pueblos indígenas y los grupos de justicia medioambiental para desarrollar nuevos enfoques ante estos retos.

Los análisis de la temperatura de la superficie terrestre en verano y los datos sociodemográficos revelan disparidades en la exposición al calor en los vecindarios del Noreste. En específico, los vecindarios con mayor proporción de minorías raciales y étnicas, personas de nivel socioeconómico bajo y hogares sin acceso a un automóvil experimentan temperaturas más altas<sup>147</sup>.

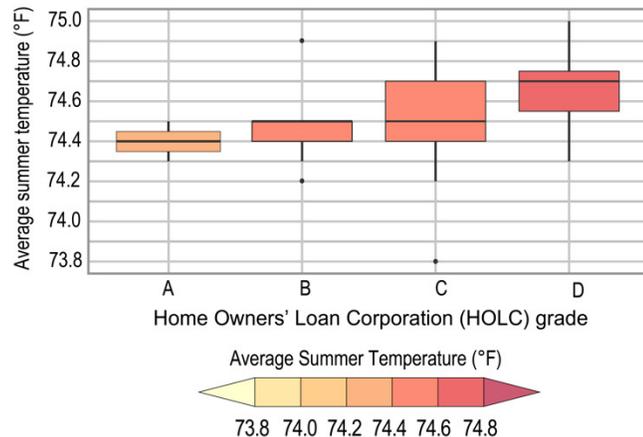
En comparación con los vecindarios no negados de servicios financieros, las comunidades históricamente negadas de servicios financieros del Noreste muestran consistentes patrones de aumento de la temperatura de la superficie terrestre en las ciudades<sup>148</sup>. Por ejemplo, la Figura 21.8 muestra temperaturas promedio de verano más elevadas en los vecindarios negados de servicios financieros del Bronx, Nueva York. Las personas de color tienden a vivir en sectores de la población con mayor intensidad de isla de calor urbana superficial que los blancos no hispanos y esta diferencia es especialmente pronunciada en el Noreste<sup>149</sup>. En todo Estados Unidos, las minorías raciales y étnicas experimentan más calor en las zonas estadísticas metropolitanas más segregadas de los blancos y en los sectores de la población con menor nivel socioeconómico y mayores porcentajes de residentes negros y asiáticos<sup>150</sup>.

## Diferencias de temperatura en verano por vecindarios en el Bronx, Nueva York

a) Average summer temperature and HOLC grades



b) Average summer temperature by HOLC rating



**Las temperaturas promedio de verano suelen ser más altas en los vecindarios históricamente negados de servicios financieros del Bronx, Nueva York.**

**Figura 21.8.** Las comunidades históricamente negadas de servicios financieros, definidas por calificaciones más bajas de la Corporación de Préstamos a Propietarios de Viviendas (Home Owners' Loan Corporation, HOLC) que privaban a ciertas áreas de préstamos y seguros federales, suelen mostrar temperaturas más altas en relación con los vecindarios no negados de servicios financieros, lo que lleva a una mayor probabilidad de exposición al calor para las zonas con un estatus socioeconómico más bajo y mayores porcentajes de minorías raciales y étnicas en el Bronx, Nueva York (1981-2010). Las letras A, B, C y D de la figura corresponden a las cuatro categorías utilizadas por la HOLC: "Tipo A (mejor), Tipo B (aún deseable), Tipo C (descendente) y Tipo D (peligroso)"<sup>143</sup> Créditos de la figura: Union of Concerned Scientists, RAND Corporation, Columbia University, NOAA NCEI y CISESS de NC.

En comparación con los territorios históricos de los pueblos indígenas, las tierras tribales actuales experimentan casi dos días más de calor extremo al año y una disminución de casi el 23 % en la precipitación promedio anual<sup>151</sup>. Para algunos miembros de las naciones tribales del Noreste de los EE. UU., los impactos del cambio climático en las reservas tribales o en las tierras en fideicomiso, que en algunas naciones tribales se han reducido a 1 milla cuadrada o menos, suponen amenazas importantes para las culturas tribales. Una de las mayores amenazas será el desplazamiento de los ecosistemas y la migración de especies más allá de las tierras o regiones tribales<sup>152</sup>. La pérdida de acceso a lugares de importancia cultural perjudica la salud física y mental de los pueblos indígenas (KM 15.2)<sup>153</sup>.

Las temperaturas extremas están relacionadas con una mayor fracción de muertes cardiorrespiratorias en el Noreste y el Medio Oeste industrial (en comparación con otras regiones), particularmente en zonas con mayor urbanización, más personas mayores, menos residentes blancos y menor nivel socioeconómico (Zhang *et al.* 2019)<sup>154</sup>. Las razones de las diferencias regionales no están claras. A escala nacional, los impactos de las temperaturas extremas sobre la salud suelen concentrarse en vecindarios que también son pobres, segregados racialmente, históricamente desinvertidos y que sufren otros problemas medioambientales como la contaminación del aire<sup>155</sup>.

A medida que los eventos extremos se vuelvan más frecuentes o severos en el Noreste, se espera que las comunidades rurales y urbanas cercanas a las instalaciones industriales se enfrenten a una mayor carga para la salud debido a la exposición a la contaminación tóxica y al estrés relacionado con los posibles vertidos químicos (KM 20.3)<sup>156</sup>. En las zonas rurales de Pennsylvania, las comunidades cercanas a las actividades de extracción de petróleo y gas presentan un mayor número de casos de asma pediátrica y de problemas

genitales y urinarios en mujeres jóvenes; el aumento del asma también está relacionado con la contaminación animal industrial<sup>157</sup>. Es posible que las políticas de mitigación del carbono del sector energético centradas en la reducción de las emisiones agregadas (p. ej., la Iniciativa Regional de Gases de Efecto Invernadero) no corrijan las disparidades en la carga de contaminantes<sup>158</sup>.

La inseguridad energética es un problema complejo en el que influyen determinantes sociales de la salud y el cambio climático. La carga energética —la fracción de los ingresos familiares que se gasta en costos energéticos— varía entre grupos raciales, dependiendo del tipo de energía, la demanda de uso final y la región, dadas las diferencias climáticas y las características socioeconómicas de los hogares. El clima frío del Noreste conlleva una mayor carga energética para los hogares (en comparación con el Medio Oeste, el oeste y el sur) basada en el consumo de energía residencial<sup>159</sup>. Los hogares afroamericanos tenían una mayor carga energética que los demás, pero su tasa de pobreza energética (la proporción de hogares que pagan una parte desproporcionada de sus ingresos por el costo del uso de la energía) disminuyó con el tiempo, mientras que la tasa de los hogares blancos aumentó. A pesar del impacto sustancial que la carga energética puede tener en la salud de la población, los vínculos con el cambio climático han sido poco estudiados<sup>160</sup>.

El calentamiento continuo del ecosistema del Golfo de Maine (KM 21.2) amenaza el acceso a especies y lugares de importancia cultural. Es posible que algunas naciones tribales y otras comunidades costeras tengan que desplazar sus cosechas económicas o de subsistencia a nuevas especies que están migrando a la región, pero se espera que la pérdida de otras especies o lugares provoque una pérdida de costumbres culturales que perjudicará la salud física y mental y el bienestar<sup>161</sup>.

La reubicación gestionada desde zonas propensas a inundaciones sigue siendo relativamente poco frecuente (KM 20.3), pero iniciativas como el Programa de Recompra de Acres Azules después del huracán Sandy del Departamento de Protección Medioambiental de Nueva Jersey están combinando financiamiento federal y estatal para apoyar la reubicación de comunidades. La demanda de recompras (en las que los propietarios de viviendas venden sus propiedades al gobierno y el terreno se restaura como espacio abierto) a lo largo de la costa del Atlántico Medio está relacionada con la percepción del riesgo por parte de los hogares y la confianza en la capacidad para adaptarse a las condiciones cambiantes<sup>162</sup>. Las recompras por parte de los gobiernos locales tienden a ser más comunes en los condados con mayor población e ingresos<sup>163</sup>. Sin embargo, las propiedades compradas tienden a concentrarse en zonas de mayor vulnerabilidad social dentro de los condados (es decir, zonas relativamente más pobres, con menos densidad de población, con niveles más bajos de educación y dominio del inglés y con mayor diversidad racial). Las razones que subyacen a este patrón no están claras, pero el hallazgo resalta la necesidad de evaluar la equidad de la implementación y los resultados de la recompra (KM 22.1)<sup>164</sup>.

Los objetivos de equidad social que abordan los retos a los que se enfrentan las comunidades de bajos ingresos y las comunidades de color ocupan un lugar destacado en los planes y las iniciativas de adaptación a nivel local<sup>165</sup>. Es menos probable que estos grupos tengan acceso a recursos socioeconómicos o de atención médica para mitigar los impactos del cambio climático y es más probable que tengan problemas de salud preexistentes, mayor sensibilidad a los cambios medioambientales y mayor exposición a la contaminación<sup>166</sup>.

Tres dimensiones de la equidad social son importantes para comprender las cargas desiguales relacionadas con el clima. La equidad distributiva se refiere a la distribución justa de riesgos y beneficios entre los grupos; la equidad procedimental se centra en la inclusión de los grupos afectados antes y durante los procesos de toma de decisiones; y la equidad contextual refleja las condiciones estructurales, políticas y socioeconómicas preexistentes<sup>167,168</sup>.

La equidad distributiva ha sido un tema destacado en las iniciativas de planificación de la ciudad de Nueva York (p. ej., OneNYC 2050). Estos planes citaban los impactos desproporcionados de las temperaturas

extremas sobre la salud de determinadas poblaciones y centraban las inversiones para mitigar el calor en el desarrollo de espacios verdes en los vecindarios más desfavorecidos<sup>169</sup>. La legislación local obligó a agencias de la ciudad a colaborar entre sí y con los líderes locales en materia de justicia medioambiental (al abordar la equidad procesal) para publicar más datos sobre las condiciones medioambientales locales, estudiar los problemas de justicia medioambiental y publicar el primer plan de justicia medioambiental de la historia, que incorpora un nuevo enfoque en la toma de decisiones para contrarrestar injusticias históricas<sup>170,171</sup>. Cuando se incluye a representantes de las comunidades de primera línea en el proceso de toma de decisiones (lo que ayuda a abordar la equidad procedimental), se presta más atención a la distribución equitativa de beneficios y cargas<sup>165</sup>.

Las estrategias innovadoras de adaptación al aumento del nivel del mar desarrolladas por las naciones tribales, como el marco de adaptación indígena Testigo, Reconocimiento, Reparación, Protección, Unidad, Trasladarse (Witness, Acknowledge, Mend, Protect, Unite, Move, WAMPUM) (Recuadro 21.2), reflejan el conocimiento indígena que no suele ser evidente en otros marcos de adaptación al aumento del nivel del mar existentes en el Noreste<sup>172</sup>. No obstante, incluso cuando las naciones tribales trabajan entre jurisdicciones para abordar los impactos del cambio climático, algunos planes de adaptación no tienen en cuenta los intereses de las naciones tribales en los recursos naturales y las áreas de importancia cultural. Las naciones tribales se enfrentan a dificultades si las estrategias de adaptación requieren reubicar o readquirir tierras con acceso a recursos culturales<sup>153</sup>. La reubicación es una preocupación profundamente sensible para las naciones tribales, dada la historia de migración forzada y pérdida de acceso a su tierra natal. Estas injusticias del pasado exaltan la importancia de que Estados Unidos cumpla las obligaciones contraídas en virtud de tratados y fideicomisos con las naciones tribales y garantice el mantenimiento y la protección de los derechos y el acceso a tierras natales, aguas y costas, aunque estos lugares queden sumergidos<sup>152</sup>.

### Mensaje clave 21.4

#### Los planes de acción por el clima ya se están implementando

En los años recientes se han producido avances sustanciales en la magnitud y el alcance de la acción por el clima en todas las escalas jurisdiccionales (*confianza alta*). Casi todos los estados de la región han realizado o actualizado una evaluación del impacto climático, desarrollado un plan de acción climático integral y promulgado leyes relacionadas con el clima desde 2018 (*confianza alta*). Tribus, municipios y estados están adoptando enfoques innovadores para llevar a cabo procesos transparentes, inclusivos y equitativos en torno a la acción por el clima (*confianza alta*). Aunque se han propuesto objetivos ambiciosos de reducción de emisiones, se espera que alcanzarlos será todo un reto (*confianza media*).

El panorama de la acción climática en Estados Unidos ha sido dinámico en los años recientes. La retirada de Estados Unidos del Acuerdo de París y su reincorporación posterior suscitó dudas entre los grupos de interés internacionales y subnacionales sobre la capacidad de Estados Unidos para cumplir sus objetivos de mitigación y, como consecuencia, catalizó una acción climática sustancial a nivel estatal, de la ciudad, empresarial y tribal<sup>173,174</sup>. Además, el aumento de la preocupación pública por los riesgos climáticos de las comunidades ha ocasionado una proliferación de evaluaciones de vulnerabilidad y planes de resiliencia entre estas jurisdicciones subnacionales<sup>175</sup>.

En la Tabla 21.1 se muestra una compilación de informes recientes de evaluación del impacto climático a nivel estatal, planes de acción climática y leyes y órdenes ejecutivas relevantes para los 12 estados (más Washington, D. C.) del Noreste. Para conocer una evaluación más exhaustiva, consulte, por ejemplo, Dalal

y Reidmiller (2023)<sup>176</sup>, el Inventario de la Alianza por el Clima de Estados Unidos de las políticas de los estados miembros, especialmente en materia de mitigación<sup>177</sup>, el Rastreador del Progreso de la Adaptación Estatal del Centro Climático de Georgetown<sup>178</sup> y la Sección de informes de la Región Noreste del conjunto de herramientas de resiliencia climática de la NOAA<sup>179</sup>. La intención al presentar la información en este mensaje clave es proporcionar a la siempre creciente mano de obra regional (y a los esfuerzos voluntarios relacionados) centrada en la planificación y la implementación de la acción climática, una fuente concisa y accesible de información e inspiración a medida que estos trabajadores desarrollan, perfeccionan o actualizan sus propias evaluaciones, planes y leyes relacionadas con el clima. Pretende ser una herramienta de apoyo a la toma de decisiones. Un análisis de evaluaciones individuales de vulnerabilidad, planes de acción climática o leyes y órdenes ejecutivas sobre el clima está fuera del alcance de este capítulo; más bien, la utilidad proviene de proporcionar —por primera vez en la historia— un único recurso que recopila toda la información a nivel estatal y tribal del Noreste en un solo lugar. Para conocer un análisis más exhaustivo de las políticas estatales de mitigación del cambio climático en todo el país, consulte el mensaje clave 32.5.

La Iniciativa Regional sobre Gases de Efecto Invernadero (Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI) es el mayor esfuerzo regional de coordinación climática del Noreste. La RGGI incluye a todos los estados de la región Noreste excepto Virginia Occidental, pero en el momento de redactar este informe, la adhesión de Pennsylvania está siendo objeto de un recurso legal. Creada en 2005, la RGGI fue el primer programa nacional obligatorio de comercio de derechos de emisión con fijación previa de límites máximos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector eléctrico. La RGGI emite un número limitado de certificados de CO<sub>2</sub> a los estados miembros, que después pueden distribuirse a través de subastas trimestrales. Los ingresos generados por estas subastas se destinan a inversiones en eficiencia energética, energías renovables y otros programas en beneficio de los consumidores. Aunque se ha criticado a la RGGI, entre otras cosas, por no integrar adecuadamente las consideraciones de justicia medioambiental (p. ej., Delet-Barreto y Rosenberg 2022<sup>158</sup>), también se ha estimado que el programa es responsable de una reducción anual de casi 5 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub><sup>180</sup> en todos los estados regulados, lo que equivale aproximadamente a las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> de Rhode Island y Maine juntos<sup>181,182</sup>.

En los últimos años ha habido una fuerte colaboración interjurisdiccional entre los gobiernos federal y estatal para avanzar en la resiliencia climática. Un ejemplo de ello es el Proyecto Piloto de Resiliencia y Durabilidad ante Condiciones Meteorológicas Extremas de la Administración Federal de Carreteras. En el marco de esta iniciativa, los departamentos de transporte y las organizaciones de planificación metropolitana de ocho estados del Noreste (ME, MA, CT, NY, NJ, PA, DE y MD) están realizando evaluaciones detalladas de la vulnerabilidad para conocer el estado de sus activos relacionados con el transporte y los riesgos a los que se enfrentan como consecuencia del cambio climático (KM 13.1).

En muchos estados del Noreste, especialmente en Nueva Inglaterra, las medidas de mitigación y adaptación se han consolidado en la legislación estatal. Muchos estados de la región han ordenado legalmente la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para mediados de siglo, consistente con las metas del Acuerdo de París, y exigen a las agencias estatales que integren los mejores datos científicos disponibles (p. ej., las proyecciones de aumento del nivel del mar) en la planificación del uso de la tierra y la zonificación, los códigos de construcción y la elaboración de normativas. Siete estados de la región (ME, VT, MA, RI, CT, NY y NJ) tienen leyes que exigen una reducción de las emisiones de al menos el 80 % para 2050 (normalmente respecto a la base de 1990). Varios van incluso más lejos al pedir la neutralidad del carbono en toda la economía antes de mediados de siglo. La mayoría de estas leyes han sido aprobadas por las legislaturas estatales desde 2018. En otros estados del Noreste, gran parte de las medidas se han promulgado mediante orden ejecutiva<sup>176</sup>.

A continuación se presentan algunas acciones climáticas novedosas empleadas por los estados en los años recientes que reflejan una mayor atención a los riesgos económicos, consideraciones de equidad y procesos

de participación transparentes e inclusivos (p. ej., Molino *et al.* 2020;<sup>183</sup> Powell *et al.* 2019;<sup>184</sup> Reckien y Petkova 2019<sup>185</sup>). La lista es ilustrativa, no exhaustiva, pero ofrece a los profesionales ejemplos de las últimas formas innovadoras de impulsar la acción por el clima a nivel estatal.

- En Maine, el trabajo del Consejo Climático y su plan de acción climática Maine Won't Wait (Maine no esperará) se basó en una colección de informes sobre impacto económico y oportunidades<sup>186</sup>, así como una evaluación de la equidad realizada por un equipo externo de expertos<sup>187</sup>.
- En Massachusetts se aprobó un proyecto de ley sobre el clima que obliga a que todos los vehículos nuevos que se vendan sean de cero emisiones para 2035, así como un programa piloto que permite a los municipios prohibir las conexiones de combustibles fósiles (como las tuberías de gas natural) a las nuevas construcciones<sup>188</sup>.
- Entre otras disposiciones, la H5445 de Rhode Island exige la integración de la justicia medioambiental en los esfuerzos de planificación de la acción climática para reducir el impacto en las comunidades vulnerables y crear una transición equitativa<sup>189</sup>.
- Una ley de Connecticut permite a los municipios crear autoridades de aguas pluviales encargadas de desarrollar su gestión y divulgación pública<sup>190</sup>. Connecticut también promulgó una disposición sobre riesgos climáticos, la primera en el país, por la que se exige al comisario de seguros del estado que presente un informe sobre los progresos realizados para hacer frente a los riesgos relacionados con el clima, monitorear los niveles de gases de efecto invernadero y reforzar la resiliencia de las aseguradoras a los impactos físicos del cambio climático<sup>191</sup>.
- En Nueva York, la Ley de Liderazgo Climático y Protección de la Comunidad estableció un Grupo de Trabajo sobre Justicia Climática para apoyar al Consejo de Acción Climática en la integración de las consideraciones de justicia medioambiental<sup>192</sup>. El Fondo de Jubilación Común del Estado de Nueva York publicó un Informe de Progreso del Plan de Acción Climática en el que se destacaban los recientes esfuerzos del fondo para hacer frente a riesgos y oportunidades climáticos<sup>193</sup>.
- En Nueva Jersey se encargó un estudio para comprender mejor la integración de las necesidades y retos de las poblaciones subrepresentadas y socialmente vulnerables en la planificación de los peligros costeros<sup>194</sup>.
- Maryland puso en marcha una Academia de Liderazgo Climático en 2018, que ofrece capacitación estandarizada sobre el clima y apoyo a los funcionarios gubernamentales estatales y locales, ciudadanos, el sector privado y organizaciones sin fines de lucro<sup>195</sup>.

**Tabla 21.1. Planificación y actuación recientes de los estados y naciones tribales del Noreste en relación con el clima**

La tabla es una compilación de evaluaciones de impacto climático y planes de acción estatales y tribales seleccionados junto con leyes ilustrativas relacionadas con el clima desde 2018.

Estado	Evaluación del impacto climático	Plan de acción para el clima	Legislación climática
<b>Maine</b>	<a href="#">Evaluación Científica del Cambio Climático y sus Efectos en Maine<sup>196</sup></a> <a href="#">Actualización Científica del Clima de Maine 2021<sup>197</sup></a>	<a href="#">Maine Won't Wait<sup>198</sup></a>	<a href="#">Ley para Analizar el Impacto del Aumento del Nivel del Mar<sup>199</sup></a> <a href="#">Ley de Implementación de las Recomendaciones de la Agencia Relativas al Aumento del Nivel del Mar y la Resiliencia Climática<sup>200</sup></a> <a href="#">Ley para Establecer un Programa Piloto para Fomentar la Educación sobre el Clima en las Escuelas Públicas de Maine<sup>201</sup></a>
<b>Nuevo Hampshire</b>	<a href="#">Evaluación del Clima de Nuevo Hampshire 2021<sup>202</sup></a>	N/A (El estado cuenta con un plan de acción climática previo a 2018 <sup>203</sup> )	<a href="#">Ley para Establecer un Programa de Resiliencia Costera y Desarrollo Económico<sup>204</sup></a>
<b>Vermont</b>	<a href="#">Evaluación del Clima de Vermont 2020<sup>205</sup></a>	<a href="#">Plan de acción climática inicial de Vermont<sup>206</sup></a>	<a href="#">Ley de Soluciones al Calentamiento Global<sup>207</sup></a>
<b>Massachusetts</b>	<a href="#">Evaluación del Cambio Climático en Massachusetts<sup>208</sup></a>	<a href="#">Plan de Energía Limpia y Clima de Massachusetts para 2025 y 2030<sup>209</sup></a> <a href="#">Plan Estatal de Mitigación de Peligros y Adaptación Climática de Massachusetts<sup>8</sup></a>	<a href="#">Ley que crea una hoja de ruta de próxima generación para la política climática de Massachusetts<sup>210</sup></a> <a href="#">Ley de Impulso de la Energía Limpia y la Energía Eólica Marina<sup>188</sup></a>
<b>Rhode Island</b>	<a href="#">Resilient Rhody: estrategia estatal de acción para la resiliencia climática<sup>211</sup></a> <a href="#">Actualización climática de Rhode Island 2022 del Plan de Reducción de Emisiones de GHG de 2016<sup>212</sup></a> Consejo Ejecutivo de Coordinación sobre el Cambio Climático (EC4) para cumplir la "Estrategia Climática 2025" antes del 31 dic 2025	<a href="#">Resilient Rhody: estrategia estatal de acción para la resiliencia climática<sup>211</sup></a> <a href="#">Actualización climática de Rhode Island 2022 del Plan de Reducción de Emisiones de GHG de 2016<sup>212</sup></a> Consejo Ejecutivo de Coordinación sobre el Cambio Climático (EC4) para cumplir la "Estrategia Climática 2025" antes del 31 dic 2025	<a href="#">Ley sobre el Clima 2021<sup>189</sup></a>
<b>Connecticut</b>	<a href="#">Informe de evaluación de las ciencias físicas del clima de Connecticut<sup>213</sup></a>	<a href="#">Tomar medidas contra el cambio climático y construir un Connecticut más resiliente para todos<sup>214</sup></a>	<a href="#">Ley de Adaptación al Cambio Climático<sup>190</sup></a> <a href="#">Una disposición para hacer frente al riesgo climático en los seguros<sup>215</sup></a>

Estado	Evaluación del impacto climático	Plan de acción para el clima	Legislación climática
Nueva York	<a href="#">Cambio climático observado y proyectado en el estado de Nueva York<sup>216</sup></a>	<a href="#">Proyecto de Plan de Acción<sup>217</sup></a> <a href="#">Plan de alcance del Consejo de Acción Climática del estado de Nueva York<sup>218</sup></a>	<a href="#">Ley de Liderazgo Climático y Protección de la Comunidad<sup>192</sup></a> <a href="#">Ley de Salud del Suelo y Resiliencia Climática<sup>219</sup></a> <a href="#">Green CHIPS<sup>220</sup></a> <a href="#">Ley de Bonos Medioambientales<sup>221</sup></a>
Pennsylvania	<a href="#">Evaluación del Impacto Climático en Pennsylvania 2021<sup>222</sup></a>	<a href="#">Plan de Acción Climática de Pennsylvania<sup>223</sup></a>	N/A
Nueva Jersey	<a href="#">Aumento del nivel del mar y tormentas costeras en Nueva Jersey<sup>224</sup></a> <a href="#">Informe científico de Nueva Jersey sobre el cambio climático 2020<sup>225</sup></a> <a href="#">Impactos del cambio climático en la salud humana y las comunidades<sup>226</sup></a>	<a href="#">Estrategia de Resiliencia de Nueva Jersey ante el cambio climático 2021<sup>227</sup></a> <a href="#">Plan Maestro de Energía de Nueva Jersey para 2019<sup>228</sup></a> <a href="#">Informe 80x50 sobre la Ley de Respuesta al Calentamiento Global de Nueva Jersey<sup>229</sup></a>	<a href="#">Ley sobre la Reducción de los Gases de Efecto Invernadero<sup>230</sup></a> <a href="#">Ley que exige que Nueva Jersey se una a la Alianza Climática de Estados Unidos y defienda el Acuerdo Climático de París<sup>231</sup></a>
Delaware	<a href="#">Análisis económico de los impactos del cambio climático en el estado de Delaware<sup>232</sup></a>	<a href="#">Plan de Acción Climática de Delaware<sup>233</sup></a>	<a href="#">Ley de Estándares sobre la Cartera de Energías Renovables<sup>234</sup></a>
Maryland	<a href="#">Proyecciones de aumento del nivel del mar para Maryland en 2018<sup>235</sup></a>	<a href="#">Plan de la Ley de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2030<sup>236</sup></a> <a href="#">Informe anual 2021 y Plan de Transición Energética de los Edificios<sup>237</sup></a> <a href="#">Plan de Acción de Maryland contra la Acidificación Marina 2020<sup>135</sup></a>	<a href="#">Ley de Soluciones Climáticas Ahora<sup>238</sup></a> <a href="#">Inundación por aumento del nivel del mar e inundaciones costeras: construcción, adaptación y mitigación<sup>239</sup></a>
Virginia Occidental	N/A	N/A	N/A
Washington, D. C.	N/A (D. C. tiene una evaluación de impacto previa a 2018 <sup>240</sup> )	<a href="#">Energía limpia D. C.<sup>241</sup></a> <a href="#">Plan Sostenible D. C. 2.0<sup>242</sup></a> <a href="#">Resilient DC<sup>243</sup></a> <a href="#">D. C. Preparado para el Clima<sup>244</sup></a>	<a href="#">Energía limpia D. C.<sup>241</sup></a> <a href="#">Plan Sostenible D. C. 2.0<sup>242</sup></a> <a href="#">Resilient DC<sup>243</sup></a> <a href="#">D. C. Preparado para el Clima<sup>244</sup></a>
Tribu Mohawk de Saint Regis	<a href="#">Plan de Adaptación al Cambio Climático para Akwesasne<sup>245</sup></a>	<a href="#">Plan de Adaptación al Cambio Climático para Akwesasne<sup>245</sup></a>	N/A
Nación India Shinnecock	<a href="#">Evaluación de la Vulnerabilidad Climática y Plan de Acción de la Nación India Shinnecock<sup>51</sup></a>	<a href="#">Evaluación de la Vulnerabilidad Climática y Plan de Acción de la Nación India Shinnecock<sup>51</sup></a>	N/A
Nación Mi'kmaq	<a href="#">Plan de Adaptación al Cambio Climático de Trece Lunas<sup>246</sup></a>	<a href="#">Plan de Adaptación al Cambio Climático de Trece Lunas<sup>246</sup></a>	N/A

## Recuadro 21.1. Enfoques innovadores de la acción por el clima a escala municipal

Para complementar la atención prestada anteriormente a la planificación e implementación a escala estatal —un nivel jurisdiccional que era factible evaluar dentro del ámbito de este capítulo—, este recuadro destaca ejemplos de enfoques innovadores de la acción por el clima en ciudades de tamaño medio de la región Noreste. Aunque la planificación y la implementación de la acción climática ha ocurrido mayormente en las principales áreas metropolitanas de la región Noreste (p. ej., Boston,<sup>247</sup> Nueva York,<sup>169</sup> y Philadelphia<sup>248</sup>), aquí nos centramos en una muestra geográfica, económica y políticamente diversa de ciudades de tamaño medio que tienen diferentes capacidades (p. ej., personal especializado y financiamiento) para comprometerse con el asunto. Por lo general, sus esfuerzos reciben menos visibilidad, pero la necesidad que tienen las ciudades de tamaño similar de la región de conocer las mejores prácticas y las lecciones aprendidas en el desarrollo y la implementación de planes de acción climática para informar de sus propios esfuerzos puede ser significativa.

### Planificación interjurisdiccional de la acción por el clima en Portland y Portland del Sur, Maine

Las ciudades de Portland y Portland del Sur, Maine están elaborando conjuntamente evaluaciones y planes para hacer frente al cambio climático. La [Evaluación de la Vulnerabilidad al Cambio Climático](#) resalta las formas en que se proyecta que el cambio climático afecte a Portland y Portland del Sur, y el informe [Nuestra Contribución al Cambio Climático](#) contiene datos sobre sus fuentes de emisión de gases de efecto invernadero<sup>249,250</sup>. Basado en estos informes fundamentales, *Un futuro climático* compromete a las dos ciudades a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 80 % con respecto al nivel de 2017 para 2050<sup>251</sup> y que las operaciones municipales funcionen con un 100 % de energía renovable para 2040. Ambos ayuntamientos dan prioridad a la implementación del plan y colaboran estrechamente con el personal municipal, los líderes empresariales, las organizaciones sin fines de lucro y los ciudadanos interesados para garantizar que se avanza de forma equitativa y transparente.

### Plan de Acción Climática 3.0 de Pittsburgh e informes sobre el estado de la sostenibilidad

Pittsburgh sitúa la acción por el clima en el primer plano de su agenda municipal a través de órdenes ejecutivas y esfuerzos de planificación. El alcalde William Peduto firmó la [Orden Ejecutiva 2017-08](#), en la que la ciudad de Pittsburgh respaldaba y expresaba su compromiso con los “principios” del Acuerdo de París<sup>252</sup>. La orden ejecutiva de abril de 2021 compromete a Pittsburgh a lograr la neutralidad del carbono para 2050<sup>253</sup>. La ciudad publicó un [Plan de Acción Climática 3.0](#) en 2017, en el que se muestran los avances y se añaden nuevas medidas de mitigación y adaptación<sup>254,255</sup>. El proceso de actualización incluyó compromisos cívicos plurianuales que reunieron a residentes, a la comunidad empresarial, al sector sin fines de lucro y a socios gubernamentales locales, estatales y federales<sup>256</sup>. El plan reconoce que los factores de estrés relacionados con el clima afectan de manera desproporcionada a algunos de los residentes más vulnerables de la ciudad y se centra en beneficios colaterales, incluida la mejora de la equidad. La ciudad da seguimiento a los progresos a través de su informe sobre los Indicadores de Equidad de Pittsburgh y elabora anualmente informes sobre el estado de la sostenibilidad en los que se destacan los avances del Plan de Acción Climática<sup>257</sup>. El código de aguas pluviales de la ciudad, recientemente actualizado, exige que los nuevos desarrollos reflejen un evento pluviométrico de 10 años proyectado para el clima futuro en vez de las estimaciones derivadas históricamente<sup>258</sup>.

### Plan Estratégico del Equipo Ecológico Municipal de Morgantown, Virginia Occidental

Aunque Virginia Occidental no cuenta con un plan formalizado de mitigación o adaptación a nivel estatal, la ciudad de Morgantown se comprometió con las metas del Acuerdo de París en agosto de 2017. El [Equipo Ecológico](#), creado en 2007, recomienda medidas para alcanzar la meta de reducción de emisiones<sup>259</sup>, asesora al ayuntamiento sobre sostenibilidad medioambiental y elabora informes anuales sobre el estado de los proyectos del equipo<sup>260</sup>. En 2018, el Equipo Ecológico publicó el [Plan Estratégico del Equipo Ecológico Municipal de Morgantown \(2018-2022\)](#) que contiene un marco de metas y objetivos que planea cumplir, incluida la creación de un plan de acción climática<sup>261</sup>. Por último, el equipo cuenta con una [guía de política energética](#) que contiene recomendaciones para reducir el costo de la energía y también destaca los costos de la extracción y quema de combustibles fósiles para el medioambiente, la salud humana y la seguridad nacional<sup>262</sup>.

## Recuadro 21.2. Las naciones tribales lideran y dan el ejemplo

### Marco de adaptación WAMPUM

El marco de adaptación WAMPUM es un enfoque culturalmente receptivo desarrollado por la ciudadana de la Nación India Shinnecock, la Dra. Kelsey Leonard, para los pueblos indígenas del Noreste impactados por el aumento del nivel del mar. Este marco proporciona acciones de adaptación basadas en los sistemas de conocimiento indígenas de las naciones tribales costeras. WAMPUM es la sigla de Witness (testigo) (advertencias sobre el cambio climático); Acknowledge (Reconocimiento) (relaciones culturales con la tierra y el agua); Mend (Reparación) (zonas dañadas por el aumento del nivel del mar); Protect (Protección) (sitios culturales para las generaciones futuras); Unite (Unidad) (con otras naciones tribales); y Move (Trasladarse) (a lugares fuera de peligro pero con conexiones culturales). El marco conecta con el *wampum* (conchas talladas de quahog y whelk), que las culturas tribales del Noreste han utilizado durante milenios para establecer relaciones diplomáticas, documentar el parentesco, registrar tratados y negociar como moneda los sistemas económicos de las naciones europeas colonizadoras. El marco WAMPUM reconoce que el aumento del nivel del mar puede obligar a algunas naciones y comunidades tribales a reubicarse; sin embargo, el marco insiste en la autodeterminación tribal en el movimiento y en la continuidad de los derechos, el acceso y las conexiones culturales con las zonas inundadas por el aumento del nivel del mar<sup>172</sup>.

### Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Tribu Akwesasne/Mohawk de Saint Regis

La Tribu Mohawk de Saint Regis fue la primera nación tribal del Noreste en redactar formalmente un plan de adaptación al cambio climático, que se publicó en 2013. El plan fue iniciado por la División Medioambiental de la nación tribal para investigar los impactos locales del cambio climático y ofrecer recomendaciones de medidas de adaptación. Este plan se sigue implementando y destaca por su arraigo en el marco cultural y las prioridades de la Tribu Mohawk de Saint Regis<sup>245</sup>.

### Evaluación de Vulnerabilidad Climática y Plan de Acción de la Nación India Shinnecock

Shinnecock se traduce como “personas de la costa pedregosa”. La Nación India Shinnecock, situada al este de Long Island, completó un plan de adaptación al cambio climático después del huracán Sandy y lo actualizó en 2019. La Nación India Shinnecock tiene una reserva de 1 milla cuadrada con más de 600 residentes; es vulnerable al aumento del nivel del mar, tormentas, inundaciones y la erosión costera. Otros problemas relacionados con el cambio climático son la calidad del agua por el aumento de las temperaturas, los cambios de salinidad y la acidificación. Los Shinnecock están estrechamente ligados a la costa, y los peces y los mariscos han sido un elemento básico de su dieta tradicional durante miles de años<sup>51</sup>. La evaluación de la vulnerabilidad climática y el plan de acción actualizados de la Nación India Shinnecock incluyen varias medidas, como evaluación de las acciones de adaptación, restauración de hábitats, proyectos de infraestructuras ecológicas, conservación de la tierra y divulgación y educación sobre el cambio climático.

### Nación Mi'kmaq: Plan de Adaptación al Cambio Climático de Trece Lunas

La Nación Mi'kmaq es una de las muchas naciones tribales de la Confederación Wabanaki (“personas del amanecer”). La Nación Mi'kmaq (antes conocida como Banda de Micmacs de Aroostook) vive en el norte de Maine, en el condado de Aroostook. En febrero de 2022, el Consejo Tribal aprobó su Plan de Adaptación al Cambio Climático de Trece Lunas. La principal preocupación de la Nación Mi'kmaq es el calentamiento de los inviernos, que favorece la propagación de especies invasoras que dañan la salud de los bosques (p. ej., el barrenador esmeralda del fresno) y perjudican a las poblaciones animales (p. ej., el impacto de la garrapata invernal en los alces). El plan exige esfuerzos proactivos para hacer frente al cambio climático, como el desarrollo de energía solar, educación y divulgación comunitaria sobre el cambio climático y monitoreo de la salud de los bosques y la vida silvestre<sup>246</sup>.

## Mensaje clave 21.5

### La implementación de los planes climáticos depende de un financiamiento adecuado

Las opciones de financiamiento de los esfuerzos de mitigación y adaptación se han ampliado en los años recientes, lo que proporciona a hogares, comunidades y empresas más opciones para responder al cambio climático (*confianza alta*). Los seguros de inundación permiten a particulares y comunidades recuperarse después de eventos de inundaciones extremas, pero muchos propietarios en riesgo carecen de cobertura adecuada (*confianza alta*). Aunque el sector público sigue siendo la principal fuente de financiamiento de la adaptación, el capital privado ha empezado a invertir en diversos proyectos de mitigación y adaptación, como servicios de monitoreo de los riesgos climáticos y seguros comunitarios de catástrofes (*confianza alta*).

Los planes de adaptación al clima y los proyectos de resiliencia necesitan en última instancia financiamiento para dar resultado. Aunque el financiamiento no es más que una pieza del rompecabezas de la adaptación al cambio climático, los avances y la innovación de los años recientes han ampliado las opciones de las que disponen empresas, comunidades y organizaciones tribales para sufragar el costo de construir resiliencia para el futuro<sup>263</sup>. La implementación de los planes de adaptación también requiere el cumplimiento de condiciones previas. Debe crearse liderazgo político y confianza local entre todas las partes interesadas para garantizar una visión común y resultados satisfactorios, y se necesitan conocimientos técnicos para ejecutar el plan<sup>264</sup>. Las fuentes de capital privado también buscan transparencia, métricas de riesgo bien definidas y un retorno adecuado de la inversión<sup>265</sup>.

Los proyectos de éxito suelen requerir una combinación de fuentes de financiamiento, y el financiamiento mediante un enfoque mixto o apilado se hace cada vez más necesario a medida que crece el tamaño del proyecto (KM 31.6)<sup>266</sup>. Un enfoque apilado también ayuda a repartir la carga y los beneficios entre múltiples partes para lograr metas de mitigación y adaptación mutuamente beneficiosos, una mejor distribución de las funciones de gestión de riesgos y una mayor participación del capital privado en las actividades de adaptación climática<sup>265</sup>.

En la actualidad, el acceso a financiamiento privado para mitigación y adaptación climática y sigue estando limitado principalmente a grandes empresas e inversores institucionales, ya que su enfoque sigue siendo proteger inversiones corporativas y limitar las posibles responsabilidades y no la distribución equitativa de los fondos para mitigación y adaptación climática<sup>267</sup>. El financiamiento público federal y estatal de mitigación y adaptación climática —ya sea a través de subvenciones, préstamos o gravámenes fiscales— está actualmente a disposición de una gama más amplia de partes interesadas y es más accesible para las comunidades sobrecargadas (p. ej., Agencia de Protección Ambiental [Environmental Protection Agency, EPA] 2023<sup>268</sup>).

Para los hogares y las empresas, el seguro de bienes sigue siendo uno de los mecanismos de financiamiento de riesgos más efectivos para protegerse de las catástrofes naturales y de los impactos del cambio climático<sup>269</sup>. Los seguros proporcionan a particulares, empresas y comunidades una fuente de resiliencia financiera frente a los desastres naturales, aportando anualmente miles de millones de dólares en fondos de recuperación a comunidades devastadas en todo Estados Unidos<sup>270</sup>. A pesar de pagar aproximadamente \$661,000 millones (en dólares de 2022) en reclamaciones de seguros por desastres naturales entre 2012 y 2021, el sector de seguros de bienes y accidentes en los EE. UU. sigue estando muy bien capitalizado, con un

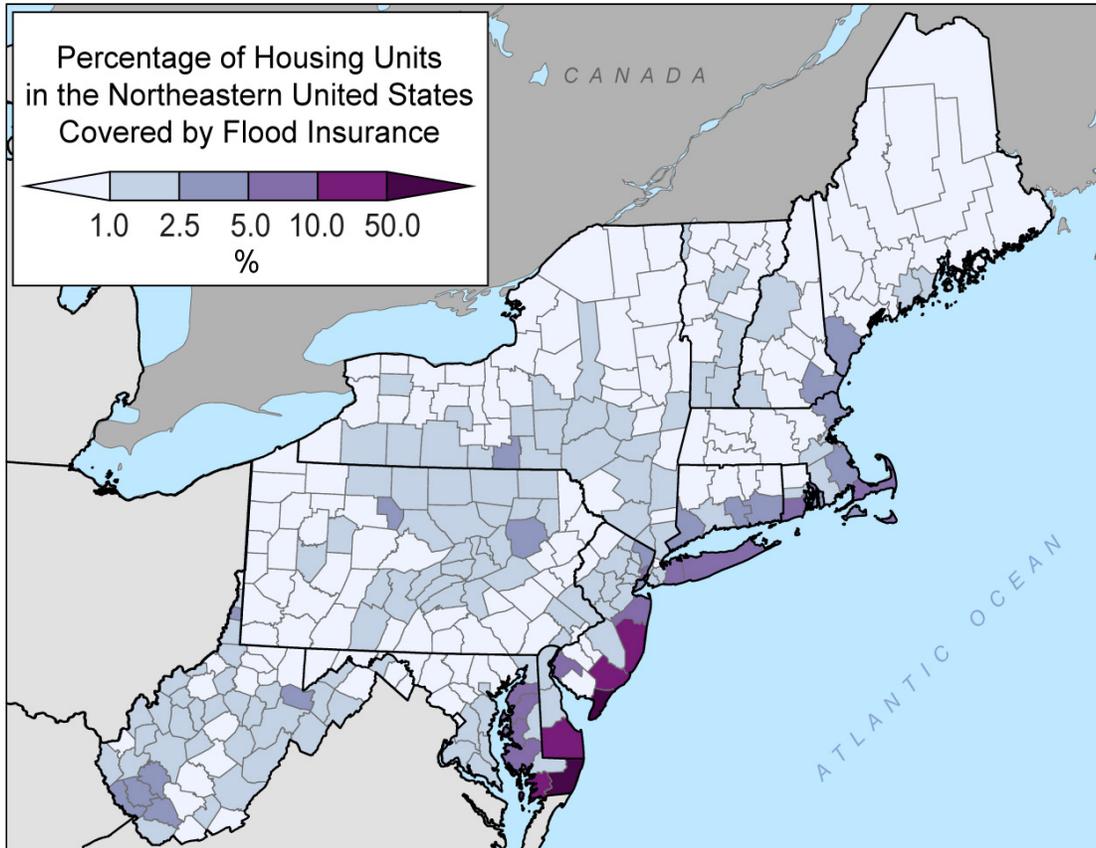
registro de \$978,000 millones (en dólares de 2022) en excedentes de los asegurados para pagar reclamaciones de futuros eventos catastróficos<sup>271</sup>.

Sin embargo, las tasas de contratación de seguros (el porcentaje de hogares que contratan un seguro) varían mucho según el peligro natural. Mientras que alrededor del 50 % de los daños por incendio y viento en Estados Unidos están cubiertos por un seguro, solo entre el 12 % y el 14 % de los daños por inundación están asegurados por el Programa Nacional de Seguros de Inundación (National Flood Insurance Program, NFIP), gestionado por el Gobierno Federal<sup>272</sup>. Esta “brecha” en la cobertura de los seguros de inundación deja a millones de personas en riesgo de sufrir dificultades financieras, ya que se espera que aumente la frecuencia y la severidad de las inundaciones costeras y precipitaciones en todo el Noreste (KM 21.1)<sup>273</sup>. En 1978–2015, 6 de los 17 estados con los pagos más elevados del NFIP se encontraban en el Noreste con Nueva Jersey y Nueva York en tercer y cuarto lugar, respectivamente<sup>274</sup>. En la actualidad, solo dos condados del Noreste tienen tasas de contratación de seguros de inundación superiores al 50 %. Ningún otro condado del Noreste supera el 20 % de absorción, con un promedio del 6.5 % en la costa y del 1.3 % en el interior (Figura 21.9).

La falta de cobertura de seguro de inundación se debe a problemas de asequibilidad y a la infravaloración del riesgo de inundación por parte de particulares. Las percepciones erróneas en torno a los mapas de inundaciones de la FEMA desempeñan un papel importante, ya que la mayoría de las personas no son conscientes de que los mapas no son holísticos en su evaluación del riesgo de inundación. Aunque la FEMA está actualizando los mapas, algunos siguen teniendo décadas de antigüedad y no son representativos del riesgo total de inundación. Además, los mapas no tienen en cuenta el riesgo de inundación a lo largo de cuencas más pequeñas, ni el potencial de inundaciones localizadas provocadas por eventos de precipitaciones intensas<sup>275</sup>. Los datos de riesgo de inundación para las comunidades tribales y sobrecargadas han estado históricamente subrepresentados en los mapas de inundaciones (KM 16.1, 20.1). Dado que los prestamistas hipotecarios no exigen el seguro de inundación fuera de las zonas especiales de peligros de inundación designadas por la FEMA (lugares con una probabilidad anual de inundación igual o superior al 1 %), muchos propietarios de viviendas no situadas en zonas especiales de riesgo de inundación o propensas a inundaciones repentinas creen que no están en riesgo y, por tanto, renuncian a la cobertura<sup>276</sup>.

Incluso para aquellos que contratan la cobertura del NFIP, los límites de las pólizas están cubiertos por ley a \$250,000 para estructuras residenciales, muy por debajo del valor medio actual de una vivienda unifamiliar existente en el Noreste (\$366,000), lo que puede dejar a los asegurados expuestos económicamente si sus casas quedan completamente destruidas<sup>277,278</sup>. La aplicación de los requisitos del seguro de inundación es otro problema, ya que los prestamistas a menudo no continúan verificando la cobertura en lugares donde se requiere un seguro de inundación; como consecuencia, alrededor de un tercio de los asegurados dejan de comprar cobertura después de tres años<sup>279</sup>.

## Tasas de contratación de seguros de inundación por condados



### Muchos hogares y comunidades del Noreste afrontan el riesgo de dificultad financiera por carecer de cobertura de seguro de inundación.

**Figura 21.9.** La figura muestra las tasas de contratación de seguros de inundación por condado en el noreste de Estados Unidos, según las unidades de vivienda del Censo de 2020 y los números de pólizas activas del Programa Nacional de Seguros de Inundación a finales de 2021. Casi la mitad de los condados de la región tienen menos del 1 % de penetración en el mercado, mientras que solo dos condados (Cape May, Nueva Jersey y Worcester, Maryland) tienen más del 50 % de sus viviendas aseguradas por inundaciones. La falta de cobertura, sobre todo en el interior, expone a particulares y comunidades a grandes dificultades económicas después de un evento de inundación. Créditos de la figura: Munich Reinsurance America Inc.

Debido a los grandes eventos de inundaciones provocados por los huracanes como Irene, Sandy e Ida en el Noreste, el NFIP sigue teniendo una deuda de más de \$20,000 millones con el Tesoro de Estados Unidos, a pesar de que el Gobierno Federal condonó \$16,000 millones en 2017. Esta deuda se debe a la concentración del programa en riesgos vulnerables a lo largo de la costa y a unas primas subvencionadas que fueron incapaces de cubrir el volumen de reclamaciones provocadas por múltiples inundaciones de gran tamaño<sup>280</sup>. En respuesta, el NFIP ha desarrollado una nueva metodología de tarificación, Calificación de Riesgo 2.0, con la meta de que las primas reflejen mejor el nivel de riesgo de inundación de cada lugar<sup>281</sup>. Además, el NFIP comenzó a comprar reaseguros de catástrofes en 2017 y bonos de catástrofes en 2018, que en conjunto pueden proporcionar más de \$1,000 millones en capacidad de pago de reclamaciones si las pérdidas para el NFIP superan los \$10,000 millones por un evento de inundación extrema<sup>282</sup>.

Se proyecta que con el nuevo sistema Calificación de Riesgo 2.0, la mayoría de los asegurados del NFIP solo verán un cambio nominal en las primas, y solo el 4 % de los asegurados experimentarán aumentos mayores<sup>281</sup>. Sin embargo, la evolución hacia unas tarifas adecuadas al riesgo agrava los asuntos de asequibi-

lidad, especialmente para las personas y comunidades vulnerables (KM 9.3). Para hacer frente al aumento de los costos, algunos estados han utilizado fondos públicos para ayudar a las personas de comunidades vulnerables a costear un seguro de inundación. Por ejemplo, en 2019, el estado de Nueva York redujo los impuestos sobre la propiedad de los hogares con menos ingresos para hacer más asequible el seguro de inundación<sup>263</sup>. Las aseguradoras privadas, que en su mayoría dejaron de suscribir seguros de inundación para propietarios de viviendas y pequeñas empresas en 1968, también están empezando a reincorporarse a este mercado a medida que se dispone de herramientas de evaluación de riesgos de inundación más sofisticadas<sup>283</sup>.

Más allá de los seguros de inundación, el financiamiento del sector privado para la mitigación y adaptación climática ha aumentado un 13 % a nivel mundial desde 2018, con un gasto promedio anual de \$332,000 millones (en dólares de 2022). De ese total, unos \$85,000 millones (en dólares de 2022) se han invertido anualmente en Estados Unidos y Canadá. Sin embargo, la mayoría de este capital privado, casi el 98 %, se destina actualmente a la mitigación, centrada en el desarrollo de la energía solar y eólica terrestre, la infraestructura de vehículos eléctricos y el aumento de la adopción de vehículos eléctricos<sup>264</sup>.

La actual escasez de inversiones del sector privado en adaptación climática, a pesar del amplio capital disponible para tales proyectos, es el resultado de varios obstáculos empresariales, entre ellos la falta de datos climáticos localizados sobre los que tomar decisiones de inversión sólidas, la falta de métricas de desempeño bien definidas y la percepción de que el desempeño de la inversión de los proyectos de adaptación es insuficiente<sup>265</sup>. También puede resultar difícil para los inversores privados identificar proyectos de adaptación climática que puedan resultarles atractivos desde lo financiero y, del mismo modo, es posible que las comunidades no sepan cómo encontrar fuentes de capital privado<sup>264</sup>.

Aunque la inversión directa del sector privado en la adaptación al cambio climático sigue siendo pequeña, el sector está desempeñando un papel cada vez más importante al posibilitar la adaptación. En los últimos cuatro años, decenas de empresas han empezado a prestar servicios de adaptación al clima, como evaluaciones de riesgo de alta resolución, despliegue de sensores para el monitoreo de riesgos y mecanismos innovadores de financiamiento y transferencia de riesgos<sup>265</sup>. Esta inversión del sector privado en adaptación no solo ayuda a los demás, sino que también, en última instancia, hace que las propias cadenas de suministro de las empresas sean más resilientes ante las posibles perturbaciones climáticas (Enfoque en Riesgos de las Cadenas de Suministro)<sup>265</sup>.

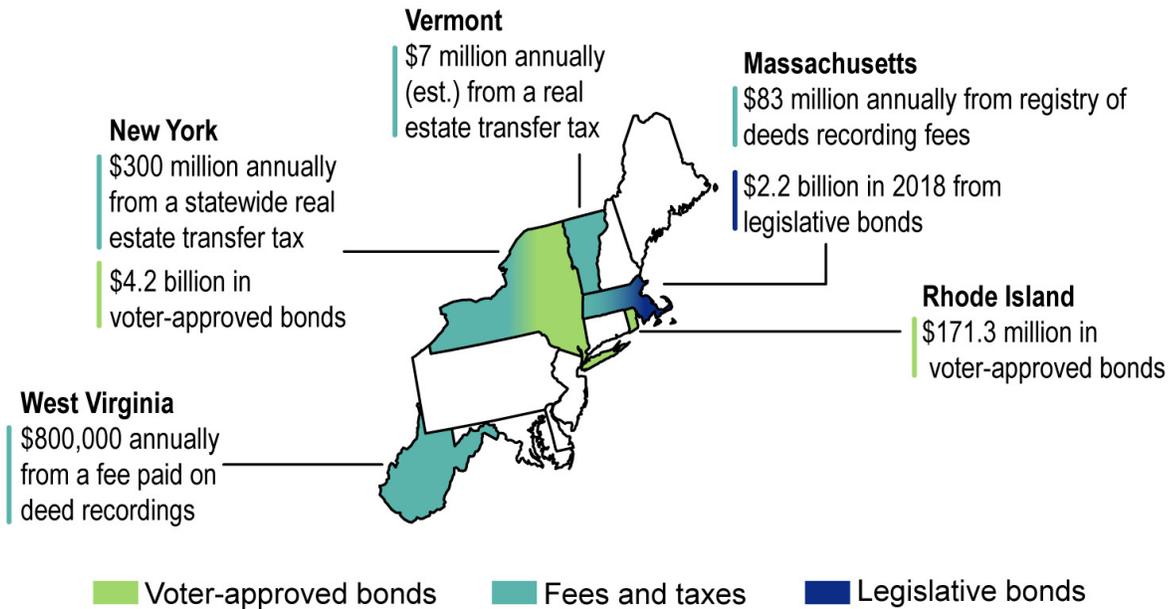
Entre las innovaciones recientes en torno al financiamiento de la adaptación al clima por parte del sector privado se encuentran los seguros comunitarios de catástrofes (community-based catastrophe insurance, CBCI), la adaptación al clima como servicio y los intermediarios de inversión climática. Un CBCI es una institución comunitaria (no tiene por qué ser gubernamental) que ayuda a sus miembros a acceder y costear un seguro. El nivel de involucramiento de la institución comunitaria puede variar, desde la compra de una póliza colectiva en nombre de sus miembros hasta la creación de su propia entidad de asunción de riesgos o simplemente facilitar el acceso a seguros para sus miembros<sup>263</sup>. La adaptación climática como servicio permite financiar a largo plazo proyectos de adaptación climática para empresas y comunidades, y reembolsan a los inversores con intereses a lo largo del tiempo. Los intermediarios de inversión climática son entidades que facilitan la puesta en contacto de propietarios de activos con inversores interesados en proyectos de adaptación climática<sup>284</sup>.

El sector público ha asumido históricamente los costos relacionados con las inversiones en el entorno construido<sup>285</sup>. Los gobiernos estatales y locales son los principales propietarios y operadores de los sistemas de transporte y agua, y gastaron \$216,500 millones en proyectos en 2019, sustancialmente más que el gasto federal con \$173,300 millones (ambas cantidades en dólares de 2022)<sup>286</sup>. Las inversiones representan la responsabilidad de las entidades locales para garantizar el funcionamiento continuo y los servicios prestados a los contribuyentes.

La prestación de estos servicios se hace cada vez más difícil cuando se trata de una infraestructura envejecida e ineficiente unida al cambio climático. Este reto se resalta en el Informe de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles sobre las Infraestructuras de Estados Unidos 2021, en el que ningún estado del Noreste recibió una calificación superior a C<sup>287</sup>. Además, a los funcionarios estatales y locales les resulta difícil abordar de forma proactiva la planificación de la resiliencia debido a la escasez de personal y a la inconsistencia presupuestaria.

Los niveles históricos de financiamiento federal dirigido a estados, condados, tribus y comunidades a través de la ayuda para pandemias proporcionan acceso al capital necesario para la resiliencia climática. La Ley de Inversión en Infraestructuras y Empleo de 2021 proporciona financiamiento a través de programas de préstamos a bajo interés, como los Fondos Rotatorios Estatales de Agua Limpia y Agua Potable<sup>288</sup>. Existen barreras de capacidad para acceder a los fondos federales, especialmente para los pueblos indígenas (KM 16.2). El aumento de la capacidad de estos programas de préstamos administrados por los estados y el acceso a las subvenciones crean oportunidades para que los estados del Noreste aborden el mantenimiento aplazado y aceleren la implementación de los proyectos. Además, los estados del Noreste siguen emitiendo bonos de obligación general a través de medidas electorales estatales para financiar proyectos de resiliencia climática (Figura 21.10). El éxito de los bonos aprobados por los votantes requiere la participación de diversas partes interesadas. Por ejemplo, los fideicomisos de tierras están en una posición única en el Noreste para ser efectivos en la generación rápida de apoyo de los propietarios de tierras a los funcionarios electos para el financiamiento y los proyectos de adaptación y mitigación climática<sup>289</sup>.

### Financiamiento público de la resiliencia



### Los estados del Noreste financian los esfuerzos de resiliencia de varias maneras.

**Figura 21.10.** Los estados del Noreste financian la planificación y la implementación de proyectos de resiliencia a través de múltiples mecanismos de financiamiento público. Se destacan ejemplos de bonos aprobados por los votantes, impuestos y tasas, y bonos legislativos establecidos y en curso desde 2018. La fuente más común de financiamiento estatal procede de las tasas anuales y se destina en gran medida a la conservación y a las tierras naturales y de labor. Los proyectos de infraestructuras y las inversiones de capital suelen financiarse mediante bonos de obligación general aprobados por los votantes, siendo Rhode Island el emisor más activo de bonos para proyectos de resiliencia climática. Créditos de la figura: Rhode Island Infrastructure Bank.

Aunque el acceso al financiamiento de infraestructuras está aumentando, la capacidad y la voluntad del sector público para reembolsar el financiamiento de la deuda es un reto común. Esto se ve agravado por la afluencia de fondos federales de estímulo, así como por los gobiernos locales a la espera de posibles fondos de subvención. Los nuevos e innovadores modelos de financiamiento que reparten el riesgo crediticio entre múltiples pagadores y se centran en los resultados han pasado del concepto a la realidad. La mayoría de los acuerdos se han centrado en inversiones en aguas pluviales para aumentar la instalación de soluciones basadas en la naturaleza y abordar el cumplimiento de la normativa. Por ejemplo, la Autoridad de Alcantarillado de Búfalo financió proyectos de soluciones basadas en la naturaleza a través de un bono de impacto medioambiental de \$54 millones para apoyar la iniciativa de la ciudad de Rain Check 2.0<sup>290</sup>. Buffalo Sewer utilizará los ingresos de los bonos para el diseño, la ingeniería y la construcción de proyectos de aguas pluviales que deberían reducir los desbordamientos del alcantarillado combinado y mejorar la calidad del agua y la resiliencia de la comunidad.

Cuando los estados del Noreste planifican sus prioridades de inversión, a menudo, no existe una cartera de proyectos de resiliencia climática. Sin embargo, ha habido ejemplos recientes de liderazgo en Massachusetts, Maine y Rhode Island para crear programas centrados en la identificación y priorización de proyectos de resiliencia. Estos programas han generado más de \$130 millones (en dólares de 2022) en financiamiento dirigido por el estado para proyectos de planificación y resiliencia de 2018 a 2022. La necesidad global identificada a través de estos programas de planificación supera con creces el financiamiento de subvenciones disponible y resalta la oportunidad de vincular estas prioridades con otros programas de financiamiento.

## Cuentas trazables

### Descripción del proceso

El liderazgo del capítulo recopiló una lista de los autores de la Cuarta Evaluación Nacional del Clima (NCA4) anterior y de los que se facilitaron a los líderes de los capítulos a través del proceso de designación de autores del Programa Estadounidense de Investigación sobre el Cambio Global (US Global Change Research Program, USGCRP). Definieron los posibles temas para la región con base en su propia experiencia y en la de los posibles autores, en los compromisos de la NOAA durante una década en la región a través de los Servicios Climáticos Regionales y en una revisión de literatura. Dieron prioridad a las invitaciones de candidatos a autores con base en su capacidad para abordar posibles temas y en el deseo de diversidad basado en una mezcla de distribución regional, etapa profesional, sexo, sector, disciplina, raza y etnia. En los casos en que existían brechas, los líderes de los capítulos determinaron los candidatos que debían añadirse a la lista a través de redes profesionales, investigaciones en departamentos de instituciones regionales clave y búsquedas en varias bases de datos de expertos de comunidades de primera línea. Se mantuvieron conversaciones introductorias para calibrar el interés y responder preguntas. En algunos casos, cuando los candidatos a autores indicaron que no podían participar, los líderes de los capítulos les pidieron recomendaciones de candidatos adicionales.

A lo largo del proceso se celebraron reuniones semanales con los autores y se utilizó un diagrama de Gantt para controlar las tareas y los hitos intermedios. Los autores se dividieron en equipos con base en su experiencia y su mensaje clave, y algunos celebraron reuniones de equipo además de las reuniones del capítulo completo. El equipo de autores utilizó herramientas de productividad para consensuar los temas clave del Borrador de Orden Cero. El 26 de enero de 2022 se celebró virtualmente un taller público en el que se utilizaron herramientas de productividad para sintetizar los aportes del público. A continuación, los equipos encargados de los mensajes clave utilizaron los aportes de los talleres y la revisión de literatura para seguir desarrollando sus mensajes clave y elaborar cifras.

### Mensaje clave 21.1

## Los impactos crónicos de las condiciones meteorológicas extremas están dando forma a los esfuerzos de adaptación y mitigación

### Descripción de la base de evidencia

La literatura revisada (recopilada mediante el uso de herramientas como Web of Science) hablaba de un aumento de los eventos extremos en la región y de los impactos causados por estos<sup>10,11,12,21</sup>. Los autores afianzaron su comprensión de las tendencias climáticas, la probabilidad y la confianza en el análisis de los datos climáticos mediante conversaciones con el equipo de autores del Capítulo 2 y el equipo científico de la Unidad de Apoyo Técnico (Technical Support Unit, TSU). Los autores utilizaron con frecuencia estadísticas descriptivas y gráficos del generador de figuras y datos climáticos de la NCA, desarrollado por la TSU y del Panorama del Clima de los NCEI de la NOAA. Los datos de costos de recuperación de incidentes se utilizaron como métrica de los impactos. Para cada estado y tribu de la región, el equipo de autores buscó los siguientes tipos de documentos y revisó los que encontró: mapas de vulnerabilidad al calor, planes de acción climática, planes de gestión de peligros, mapas de inundaciones y conjuntos de herramientas meteorológicas. El equipo también buscó en sitios web estatales y tribales información sobre respuestas a grandes tormentas ocurridas recientemente en la región. La mayoría de los estados y algunas tribus y gobiernos locales han documentado algo de evidencia de planificación climática, pero los métodos y tipos de documentación varían ampliamente. Fue más poco frecuente encontrar vínculos claros con eventos meteo-

rológicos recientes, pero la comprensión global del proceso de planificación ilumina estos eventos como motivadores de los esfuerzos de adaptación y mitigación climática. Por ejemplo, se puede seguir la pista de un aumento de las reuniones públicas de planificación y de los cambios en las asignaciones de fondos después de un evento de tormenta especialmente impactante.

### Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Nuestra comprensión de los cambios en las precipitaciones extremas se basa en gran medida en análisis y estadísticas descriptivas que muestran los cambios observados y proyectados de las series temporales de precipitaciones diarias. La investigación sobre las tendencias de los patrones de precipitaciones subdiarias y subhorarias en la región está en curso, pero aún no es concluyente. El amplio conjunto de respuestas estatales, locales y regionales al cambio climático está en continua evolución y no se ha resumido en ningún lugar. Esto dificulta la evaluación cuantitativa de las tendencias de la acción climática en los distintos niveles de gobierno y la determinación de si tipos de acción climática específicos pueden atribuirse en general a la aparición de eventos extremos específicos.

### Descripción de confianza y probabilidad

La *confianza alta* en el aumento continuo de la frecuencia de condiciones meteorológicas extremas, en específico de las precipitaciones, se basa tanto en la literatura publicada que analiza las tendencias meteorológicas diarias a lo largo del tiempo como en los datos actuales de la NOAA. Estos aumentos en la frecuencia de condiciones meteorológicas extremas se consideraron *muy probables* con base en evidencia sobre precipitaciones y olas de calor presentada en el Capítulo 2, y esta probabilidad se determinó para mantener la consistencia entre los capítulos. La conclusión de que es *muy probable* que las inundaciones problemáticas se deban a precipitaciones extremas se determinó mediante el seguimiento de eventos reales basado en el conocimiento de las tormentas, la base de datos de los NCEI de la NOAA (<https://www.ncdc.noaa.gov/stormevents/>) y búsquedas en periódicos. Los esfuerzos para hacer frente al cambio climático mediante la adaptación y la mitigación también se determinan mediante búsquedas en internet que muestran noticias y múltiples esfuerzos que incluyen la planificación de la mitigación. La *confianza alta* con respecto al aumento de las actividades de adaptación y mitigación en toda la región, incluidas las características naturales y basadas en la naturaleza, procede de búsquedas menos formales en internet, del conocimiento personal y de las discusiones del equipo de autores. La *confianza media* en la influencia de los eventos extremos en los esfuerzos de adaptación y mitigación se basa en el balance de la evidencia descubierta al buscar la atribución de las razones para planificar e implementar estos esfuerzos.

## Mensaje clave 21.2

### Los impactos marinos y costeros impulsan la adaptación al cambio climático

#### Descripción de la base de evidencia

Desde la NCA4 se ha producido un crecimiento significativo de la literatura revisada por expertos sobre los impactos del cambio climático en los entornos marinos y costeros del Noreste. La temperatura marina ha aumentado<sup>291</sup> y se han producido varias olas de calor marinas<sup>65</sup> en la región. Estos cambios han impactado el ecosistema marino, desde el fitoplancton hasta las ballenas, con los consiguientes efectos sobre la industria y la comunidad pesquera<sup>59</sup>. Los bosques costeros de algunas partes de la región se han visto afectados por la intrusión de agua salada debido al aumento del nivel del mar, transformándolos en marismas<sup>122</sup>. La documentación sobre la adaptación al clima procede de informes oficiales y de literatura revisadas por expertos sobre el terreno.

### Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Actualmente no se conocen bien las respuestas de las redes alimentarias costeras y marinas a los efectos de múltiples factores de estrés (p. ej., calentamiento, olas de calor marinas, pérdida de oxígeno y acidificación) en el Noreste. Otras investigaciones contribuirían a llenar las brechas de conocimiento sobre la severidad relativa de estos factores de estrés en los ecosistemas marinos costeros estuarinos y a evaluar la efectividad de las soluciones basadas en la naturaleza para paliar los impactos del aumento del nivel del mar en los entornos costeros.

### Descripción de confianza y probabilidad

La confianza en las declaraciones de que el océano costero se está calentando, el nivel del mar está subiendo y la acidificación marina está aumentando se evalúa como *alta* según una síntesis de la literatura publicada y los informes formales. En el caso de las olas de calor marinas, el nivel de confianza es *alto* basado en artículos revisados por expertos que cubrían datos limitados durante un período más corto. La declaración sobre la existencia de cambios en la distribución, la productividad y la sincronización estacional de los eventos del ciclo vital de algunas especies marinas se hace con *confianza alta*, con base en la información contenida en varias publicaciones revisadas por expertos. Para las acciones de adaptación, el nivel de confianza es *alto*, según las medidas adoptadas a escala estatal, local y federal.

## Mensaje clave 21.3

**Los impactos desproporcionados resaltan la importancia de una política equitativa**

### Descripción de la base de evidencia

Los informes de relaciones estadísticamente significativas entre las variables sociodemográficas y los resultados de salud y bienestar relacionados con el calor, las inundaciones y los eventos de tormentas se publican en revistas revisadas por expertos<sup>147</sup>. Cada vez hay más literatura que respalda la conclusión de que las minorías raciales y étnicas y las comunidades de ingresos bajos y moderados sufren de forma desproporcionada los impactos de los eventos climáticos extremos, al tiempo que tienen menos acceso a los recursos necesarios para mitigar esos impactos.<sup>148,151,159</sup> La evidencia de que la equidad social es una prioridad en la planificación local de la adaptación al clima se encuentra en planes de acceso público publicados por agencias gubernamentales y organizaciones no gubernamentales<sup>165</sup>. Los planes incluyen acciones específicas para abordar los retos de la justicia medioambiental<sup>172</sup>.

### Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Las complejas relaciones entre el cambio climático, las características sociodemográficas de las comunidades y los resultados en materia de salud y bienestar son polifacéticas, y ningún estudio por sí solo puede captar todos los aspectos de estas relaciones. Además, los estudios longitudinales son poco frecuentes, pero ayudarían a captar la evolución de los patrones de impacto y respuesta de las personas y a evaluar la efectividad de las iniciativas de adaptación de las comunidades. Existen brechas en los conocimientos sobre los impactos en la equidad de las opciones de adaptación alternativas.

### Descripción de confianza y probabilidad

La confianza en la declaración de que los peligros relacionados con el clima están causando impactos desproporcionados entre las minorías raciales y étnicas y las comunidades de ingresos bajos y moderados en el Noreste se evalúa como *muy alta* porque se basa en la síntesis de muchos documentos revisados por expertos e informes formales. La confianza en la declaración de que estas comunidades desproporcionada-

mente impactadas tienden a tener menos acceso a los recursos y se enfrentan a mayores cargas medioambientales y de salud se evalúa como *alta* porque se basa en la síntesis de muchos trabajos revisados por expertos, pero las relaciones son difíciles de distinguir. La evaluación de *confianza alta* en la declaración de que los objetivos de equidad social son prominentes en muchas iniciativas de adaptación a nivel local, pero que el progreso hacia resultados equitativos sigue siendo incierto, se basa en la disponibilidad de varios planes de ejemplo, así como en la falta de tiempo para permitir una evaluación sólida de los resultados de equidad. La probabilidad de los cambios y eventos observados se evalúa como *muy probable* con base en las observaciones de eventos meteorológicos extremos y en las medidas oficiales, así como en la síntesis de artículos revisados por expertos e informes oficiales.

### Mensaje clave 21.4

## Los planes de acción por el clima ya se están implementando

### Descripción de la base de evidencia

La base de evidencia evaluada para este mensaje clave incluye informes, planes, órdenes ejecutivas y leyes adoptados formalmente que abordan riesgos y vulnerabilidades climáticos, fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero y opciones de respuesta de los gobiernos estatales, municipales y tribales, incluido la evaluación de las acciones climáticas a nivel estatal de Dalal y Reidmiller (2023)<sup>176</sup>. Aunque las evaluaciones de impacto climático específicas de cada estado (consulte las referencias en la Tabla 21.1) revelan diferencias en los impactos a nivel estatal, en términos generales los impactos climáticos observados y proyectados son similares en todos los estados de la región Noreste. La evaluación estado por estado de la acción climática reveló que la mayoría de los estados de la región han adoptado medidas climáticas ambiciosas y agresivas a través de los poderes legislativo y ejecutivo, destacando Pennsylvania (inacción legislativa) y Virginia Occidental (inacción legislativa y ejecutiva). El lector puede consultar en la Tabla 21.1 un conjunto de recursos específicos de cada estado que describen impactos climáticos, fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero y diversas medidas climáticas adoptadas por los gobiernos estatales.

### Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Aunque las declaraciones del mensaje clave no contienen incertidumbres tradicionales de la investigación, existen incógnitas, entre ellas las siguientes: ¿Las jurisdicciones han evaluado de forma adecuada y exhaustiva su exposición a los riesgos relacionados con el clima? ¿Cuál es el grado de incertidumbre asociado a los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero que se han realizado? ¿Existen impactos en cascada o factores de estrés interactivos que aún no se hayan tenido en cuenta? En cualquier análisis de este tipo persistirán varias incógnitas importantes: ¿La jurisdicción alcanzará los objetivos fijados? ¿Qué nivel de calentamiento experimentarán estas jurisdicciones en el futuro? ¿Los impactos anticipados se manifestarán según lo proyectado? ¿Las jurisdicciones podrán superar las barreras no financieras a la adaptación? ¿Las acciones de adaptación resultarán efectivas frente a los impactos realizados?

### Descripción de confianza y probabilidad

La confianza en la mayoría de las declaraciones del mensaje clave se considera *alta* porque representan una evaluación de muchos informes, planes y leyes independientes. La excepción a esto es la declaración final sobre si se cumplirán los objetivos de mitigación, que se evalúa como *confianza media*, ya que los autores no han podido identificar literatura que analice las proyecciones de emisiones para cada uno de los estados de la región. La probabilidad no se evalúa en este mensaje clave porque la naturaleza del contenido evaluado no se presta a una evaluación probabilística de la incertidumbre asociada a las declaraciones.

## Mensaje clave 21.5

### La implementación de los planes climáticos depende de un financiamiento adecuado

#### Descripción de la base de evidencia

Actualmente, la calidad de la información es alta y procede de fuentes académicas fiables, agencias federales y organizaciones no gubernamentales. Los datos relativos a la FEMA y al Programa Nacional de Seguros de Inundación (NFIP) proceden directamente de esas entidades y se basan en los datos disponibles más recientes<sup>280,281</sup>. Sin embargo, la mayor parte de la información sobre financiamiento privado de riesgos y financiamiento público no se encuentra en literatura revisada por expertos, sino más bien en literatura no oficial, documentos y estudios de casos<sup>264,265</sup>. A diferencia del sector público, el sector privado no suele anunciar los trabajos de adaptación que podría estar financiando o en los que podría estar invirtiendo<sup>264</sup>. Sin embargo, los conceptos en los que se basan los proyectos de mitigación y adaptación de los sectores público y privado están disponibles en fuentes académicas y organizaciones no gubernamentales (non-government organizations, NGO) fiables<sup>263,284</sup>.

#### Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Desafortunadamente, las búsquedas de literatura realizadas para la redacción de este capítulo no ocasionaron ningún ejemplo específico de inversión en adaptación del sector privado en el Noreste, por las razones expuestas en la sección anterior. El seguro comunitario de catástrofes es un nuevo concepto de transferencia del riesgo financiero. Existen pocos ejemplos en vigor y, en última instancia, es posible que el concepto no se generalice (consulte Bernhardt *et al.* 2021<sup>263</sup>). Del mismo modo, los intermediarios de inversión climática también son un nuevo concepto de negocio, pero en última instancia pueden no alcanzar el éxito a largo plazo<sup>265</sup>. El reciente aumento del financiamiento federal a través de la Ley de Inversión en Infraestructuras y Empleo<sup>288</sup> ofrece la oportunidad de pagar proyectos de resiliencia climática, pero la capacidad y la voluntad del sector público para reembolsar el financiamiento de la deuda es incierta.

#### Descripción de confianza y probabilidad

Esta sección trata principalmente de los sistemas financieros humanos y de la adaptación para mitigar el riesgo físico del cambio climático. La confianza en los impactos del déficit de seguros de inundación es *alta*, con base en la baja penetración en el mercado de los seguros de inundación en el Noreste (Figura 21.9) y en el hecho de que las pólizas del NFIP están actualmente limitadas por ley a \$250,000 para daños estructurales<sup>277</sup>, muy por debajo del costo medio de una vivienda unifamiliar en 2022<sup>278</sup>. La confianza en torno a la demanda de inversión en resiliencia climática es *alta*, ya que numerosos estados del Noreste han establecido programas para desarrollar una cartera de proyectos y aprobar bonos de obligación general aprobados por los votantes para financiar la implementación de proyectos (Figura 21.10). La confianza alrededor de los impactos del cambio climático es *alta*, con base en una búsqueda de literatura similar a la del mensaje clave 21.1<sup>13,20,23</sup>.

## Referencias

1. U.S. Census Bureau. 2021: S2401, Occupation By Sex for the Civilian Employed Population 16 Years and Over: American Community Survey 1-Year Estimates. U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau. <https://data.census.gov/table?q=S2401&tid=ACST5Y2021.S2401>
2. 2020 Census Redistricting Data. U.S. Census Bureau, Pub. L. No. 94-171, August 12, 2021. <https://data.census.gov/table?q=2020+population&tid=DECENNIALPL2020.P1>
3. U.S. Census Bureau. 2011: Decennial Census: 2010 DEC Summary File 1. U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau. <https://data.census.gov/cedsci/table?q=2010%20population&tid=decennialsf12010.p1>
4. Dupigny-Giroux, L.A., E.L. Mecray, M.D. Lemcke-Stampone, G.A. Hodgkins, E.E. Lentz, K.E. Mills, E.D. Lane, R. Miller, D.Y. Hollinger, W.D. Solecki, G.A. Wellenius, P.E. Sheffield, A.B. MacDonald, and C. Caldwell, 2018: Ch. 18. Northeast. In: *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*. Reidmiller, D.R., C.W. Avery, D. Easterling, K. Kunkel, K.L.M. Lewis, T.K. Maycock, and B.C. Stewart, Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 669–742. <https://doi.org/10.7930/nca4.2018.ch18>
5. HUD, n.d.: Hurricane Sandy Rebuilding Task Force: Rebuild by Design. U.S. Department of Housing and Urban Development. <https://www.hud.gov/sandyrebuilding/rebuildbydesign>
6. HUD, 2016: National Disaster Resilience Competition: Grantee Profiles. U.S. Department of Housing and Urban Development. <https://www.hud.gov/sites/documents/NDRCGRANTPROFILES.PDF>
7. New York State Governor's Office of Storm Recovery, n.d.: Living with the Bay. State of New York. <https://stormrecovery.ny.gov/living-bay>
8. Commonwealth of Massachusetts, 2018: Massachusetts State Hazard Mitigation and Climate Adaptation Plan. Commonwealth of Massachusetts. <https://www.mass.gov/info-details/massachusetts-integrated-state-hazard-mitigation-and-climate-adaptation-plan>
9. González, J.E., L. Ortiz, B.K. Smith, N. Devineni, B. Colle, J.F. Booth, A. Ravindranath, L. Rivera, R. Horton, K. Towey, Y. Kushnir, D. Manley, D. Bader, and C. Rosenzweig, 2019: New York City Panel on Climate Change 2019 report chapter 2: New methods for assessing extreme temperatures, heavy downpours, and drought. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1439** (1), 30–70. <https://doi.org/10.1111/nyas.14007>
10. Howarth, M.E., C.D. Thorncroft, and L.F. Bosart, 2019: Changes in extreme precipitation in the Northeast United States: 1979–2014. *Journal of Hydrometeorology*, **20** (4), 673–689. <https://doi.org/10.1175/jhm-d-18-0155.1>
11. Huang, H., C.M. Patricola, J.M. Winter, E.C. Osterberg, and J.S. Mankin, 2021: Rise in Northeast US extreme precipitation caused by Atlantic variability and climate change. *Weather and Climate Extremes*, **33**, 100351. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100351>
12. Huang, H., J.M. Winter, and E.C. Osterberg, 2018: Mechanisms of abrupt extreme precipitation change over the northeastern United States. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **123** (14), 7179–7192. <https://doi.org/10.1029/2017jd028136>
13. Tabari, H., 2020: Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability. *Scientific Reports*, **10** (1), 13768. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70816-2>
14. City of New York, 2021: The New Normal: Combating Storm-Related Extreme Weather in New York City. City of New York, Office of the Deputy Mayor for Administration, 66 pp. <https://www.nyc.gov/assets/orr/pdf/publications/WeatherReport.pdf>
15. Krakauer, N.Y., T. Lakhankar, and D. Hudson, 2019: Trends in drought over the northeast United States. *Water*, **11** (9), 1834. <https://doi.org/10.3390/w11091834>
16. Albano, C.M., J.T. Abatzoglou, D.J. McEvoy, J.L. Huntington, C.G. Morton, M.D. Dettinger, and T.J. Ott, 2022: A Multidataset assessment of climatic drivers and uncertainties of recent trends in evaporative demand across the continental United States. *Journal of Hydrometeorology*, **23** (4), 505–519. <https://doi.org/10.1175/jhm-d-21-0163.1>
17. Barai, K., R. Tasnim, B. Hall, P. Rahimzadeh-Bajgiran, and Y.-J. Zhang, 2021: Is drought increasing in Maine and hurting wild blueberry production? *Climate*, **9** (12). <https://doi.org/10.3390/cli9120178>

18. Lane, D., E. Murdock, K. Genskow, C. Rumery Betz, and A. Chatrchyan, 2019: Climate change and dairy in New York and Wisconsin: Risk perceptions, vulnerability, and adaptation among farmers and advisors. *Sustainability*, **11** (13). <https://doi.org/10.3390/su11133599>
19. Contosta, A.R., A. Adolph, D. Burchsted, E. Burakowski, M. Green, D. Guerra, M. Albert, J. Dibb, M. Martin, W.H. McDowell, M. Routhier, C. Wake, R. Whitaker, and W. Wollheim, 2017: A longer vernal window: The role of winter coldness and snowpack in driving spring transitions and lags. *Global Change Biology*, **23** (4), 1610–1625. <https://doi.org/10.1111/gcb.13517>
20. Dahl, K., R. Licker, J.T. Abatzoglou, and J. Decler-Barreto, 2019: Increased frequency of and population exposure to extreme heat index days in the United States during the 21st century. *Environmental Research Communications*, **1** (7), 075002. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ab27cf>
21. 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>
22. Foster, S., R. Leichenko, K.H. Nguyen, R. Blake, H. Kunreuther, M. Madajewicz, E.P. Petkova, R. Zimmerman, C. Corbin-Mark, E. Yeampierre, A. Tovar, C. Herrera, and D. Ravenborg, 2019: New York City Panel on Climate Change 2019 Report Chapter 6: Community-based assessments of adaptation and equity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **1439** (1), 126–173. <https://doi.org/10.1111/nyas.14009>
23. Wolfe, D.W., A.T. DeGaetano, G.M. Peck, M. Carey, L.H. Ziska, J. Lea-Cox, A.R. Kemanian, M.P. Hoffmann, and D.Y. Hollinger, 2018: Unique challenges and opportunities for northeastern US crop production in a changing climate. *Climatic Change*, **146** (1–2), 231–245. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2109-7>
24. Anderson, G.B., K.W. Oleson, B. Jones, and R.D. Peng, 2018: Projected trends in high-mortality heatwaves under different scenarios of climate, population, and adaptation in 82 US communities. *Climatic Change*, **146** (3–4), 455–470. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1779-x>
25. Agel, L., M. Barlow, C. Skinner, F. Colby, and J. Cohen, 2021: Four distinct northeast US heat wave circulation patterns and associated mechanisms, trends, and electric usage. *npj Climate and Atmospheric Science*, **4** (1), 31. <https://doi.org/10.1038/s41612-021-00186-7>
26. Rosenzweig, B.R., L. McPhillips, H. Chang, C. Cheng, C. Welty, M. Matsler, D. Iwaniec, and C.I. Davidson, 2018: Pluvial flood risk and opportunities for resilience. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, **5** (6), 1302. <https://doi.org/10.1002/wat2.1302>
27. Beven II, J.L., A. Hagen, and R. Berg, 2022: National Hurricane Center Tropical Cyclone Report: Hurricane Ida. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service, National Hurricane Center, 163 pp. [https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL092021\\_Ida.pdf](https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL092021_Ida.pdf)
28. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019: *Framing the Challenge of Urban Flooding in the United States*. The National Academies Press, Washington, DC, 100 pp. <https://doi.org/10.17226/25381>
29. EPA, 2021: Baltimore Urban Waters Flood Science and Policy Workshop Action Report. EPA 840-R-21-004. U.S. Environmental Protection Agency, 14 pp. [https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-09/baltimore-flood-report-9.27.21\\_508\\_1.pdf](https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-09/baltimore-flood-report-9.27.21_508_1.pdf)
30. Ross, A.C., C.A. Stock, D. Adams-Smith, K. Dixon, K.L. Findell, V. Saba, and B. Vogt, 2021: Anthropogenic influences on extreme annual streamflow into Chesapeake Bay from the Susquehanna River. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **102** (1), 25–32. <https://doi.org/10.1175/bams-d-20-0129.1>
31. Sun, N., M.S. Wigmosta, D. Judi, Z. Yang, Z. Xiao, and T. Wang, 2021: Climatological analysis of tropical cyclone impacts on hydrological extremes in the Mid-Atlantic region of the United States. *Environmental Research Letters*, **16** (12), 124009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac2d6a>
32. Booth, J.F., V. Narinesingh, K.L. Towey, and J. Jeyaratnam, 2021: Storm surge, blocking, and cyclones: A compound hazards analysis for the northeast United States. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, **60** (11), 1531–1544. <https://doi.org/10.1175/jamc-d-21-0062.1>
33. Lin, N., R. Marsooli, and B.A. Colle, 2019: Storm surge return levels induced by mid-to-late-twenty-first-century extratropical cyclones in the Northeastern United States. *Climatic Change*, **154** (1), 143–158. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02431-8>
34. Mayo, T.L. and N. Lin, 2022: Climate change impacts to the coastal flood hazard in the northeastern United States. *Weather and Climate Extremes*, **36**, 100453. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100453>

35. Rutgers University, 2023: NJ Forest Adapt. Rutgers University, Agricultural Experiment Station. <https://njforestadapt.rutgers.edu/#/select>
36. 2021: Mitigation Planning. 44 C.F.R. § 201. <https://www.ecfr.gov/current/title-44/chapter-I/subchapter-D/part-201>
37. FEMA, 2022: State Mitigation Planning Policy Guide. U.S. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency. [https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema\\_state-mitigation-planning-policy-guide\\_042022.pdf](https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_state-mitigation-planning-policy-guide_042022.pdf)
38. FEMA, 2022: Local Mitigation Planning Policy Guide. U.S. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency. [https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema\\_local-mitigation-planning-policy-guide\\_042022.pdf](https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_local-mitigation-planning-policy-guide_042022.pdf)
39. TNC, 2021: Promoting Nature-Based Hazard Mitigation Through FEMA Mitigation Grants. The Nature Conservancy and AECOM. <https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/Promoting-Nature-Based-Hazard-Mitigation-Through-FEMA-Mitigation-Grants-05-10-2021-LR.pdf>
40. Natural Areas Conservancy, 2021: Improving Coastal Resilience [Webpage]. <https://naturalareasnyc.org/wetlands>
41. Sheng, Y.P., V.A. Paramygin, A.A. Rivera-Nieves, R. Zou, S. Fernald, T. Hall, and K. Jacob, 2022: Coastal marshes provide valuable protection for coastal communities from storm-induced wave, flood, and structural loss in a changing climate. *Scientific Reports*, **12** (1), 3051. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06850-z>
42. Abualfaraj, N., J. Cataldo, Y. Elborolusy, D. Fagan, S. Woerdeman, T. Carson, and F.A. Montalto, 2018: Monitoring and modeling the long-term rainfall-runoff response of the Jacob K. Javits Center green roof. *Water*, **10** (11), 1494. <https://doi.org/10.3390/w10111494>
43. Catalano de Sousa, M.R., F.A. Montalto, and P. Gurian, 2016: Evaluating green infrastructure stormwater capture performance under extreme precipitation. *Journal of Extreme Events*, **03** (02), 1650006. <https://doi.org/10.1142/s2345737616500068>
44. Roseboro, A., M.N. Torres, Z. Zhu, and A.J. Rabideau, 2021: The impacts of climate change and porous pavements on combined sewer overflows: A case study of the city of Buffalo, New York, USA. *Frontiers in Water*, **3**, 725174. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.725174>
45. Smalls-Mantey, L. and F. Montalto, 2021: The seasonal microclimate trends of a large scale extensive green roof. *Building and Environment*, **197**, 107792. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107792>
46. TNC, 2021: New Coalition “Forest for All NYC” Releases NYC Urban Forest Agenda. The Nature Conservancy. <https://www.nature.org/en-us/newsroom/ny-forest-for-all-nyc-urban-forest-agenda/>
47. Catalano de Sousa, M.R., F.A. Montalto, and M.I. Palmer, 2016: Potential climate change impacts on green infrastructure vegetation. *Urban Forestry & Urban Greening*, **20**, 128–139. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.08.014>
48. Lewellyn, C. and B. Wadzuk, 2019: Evaluating the risk-based performance of bioinfiltration facilities under climate change scenarios. *Water*, **11** (9), 1765. <https://doi.org/10.3390/w11091765>
49. Shevade, L.J., L.J. Lo, and F.A. Montalto, 2020: Numerical 3D model development and validation of curb-cut inlet for efficiency prediction. *Water*, **12** (6), 1791. <https://doi.org/10.3390/w12061791>
50. Wong, S.M., P.L. Gurian, J. Daley, H. Bostrom, M. Matsil, and F.A. Montalto, 2020: A preliminary assessment of coastal GI's role during Hurricane Sandy: A case study of three communities. *Urban Water Journal*, **17** (4), 356–367. <https://doi.org/10.1080/1573062x.2020.1781909>
51. Anchor QEA, The Nature Conservancy, and Fine Arts and Sciences, 2019: Shinnecock Indian Nation Climate Vulnerability Assessment and Action Plan. Shinnecock Indian Nation and Peconic Estuary Program. <https://www.peconicestuary.org/wp-content/uploads/2019/10/Shinnecock-Indian-Nation-Climate-Vulnerability-Assessment-and-Action-Plan.pdf>
52. EPA, 2018: Popponeset Bay Restoration Project Improves Water via Oyster Propagation. EPA 160F18001. U.S. Environmental Protection Agency, American Indian Environmental Office, Washington, DC. [https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-05/documents/r1\\_mashpee\\_gap\\_success.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-05/documents/r1_mashpee_gap_success.pdf)
53. Wampanoag Tribe, 2023: Lobsterville Road Beachgrass Project. Wampanoag Tribe of Gay Head (Aquinnah), Natural Resources Department, Aquinnah, MA. <https://wampanoagtribe-nsn.gov/projects>

54. Daigneault, A., E. Simons-Legaard, S. Birthisel, J. Carroll, I. Fernandez, and A. Weiskittel, 2020: Maine Forestry and Agriculture Natural Climate Solutions Mitigation Potential: Interim Report. University of Maine, School of Forest Resources, Augusta, ME. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16604.00649>
55. Fargione, J.E., S. Bassett, T. Boucher, S.D. Bridgman, R.T. Conant, S.C. Cook-patton, P.W. Ellis, A. Falcucci, J.W. Fourqurean, T. Gopalakrishna, H. Gu, B. Henderson, M.D. Hurteau, K.D. Kroeger, T. Kroeger, T.J. Lark, S.M. Leavitt, G. Lomax, R.I. McDonald, J.P. Megonigal, D.A. Miteva, C.J. Richardson, J. Sanderman, D. Shoch, S.A. Spawn, J.W. Veldman, C.A. Williams, P.B. Woodbury, C. Zganjar, M. Baranski, R.A. Houghton, E. Landis, E. McGlynn, W.H. Schlesinger, J.V. Siikamakiariana, E. Sutton-Grierand, and B.W. Griscom, 2018: Natural climate solutions for the United States. *Science Advances*, **4** (11), 1869. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat1869>
56. Osaka, S., R. Bellamy, and N. Castree, 2021: Framing “nature-based” solutions to climate change. *WIREs Climate Change*, **12** (5), e729. <https://doi.org/10.1002/wcc.729>
57. NEFSC, 2022: State of the Ecosystem 2022: New England. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Northeast Fisheries Science Center. <https://doi.org/10.25923/ypv2-mw79>
58. NEFSC, 2022: State of the Ecosystem 2022: Mid-Atlantic. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Northeast Fisheries Science Center. <https://doi.org/10.25923/5s5y-0h81>
59. Pershing, A.J., M.A. Alexander, D.C. Brady, D. Brickman, E.N. Curchitser, A.W. Diamond, McClenachan, L., , K.E. Mills, O.C. Nichols, D.E. Pendleton, N.R. Record, J.D. Scott, M.D. Staudinger, and Y. Wang, 2021: Climate impacts on the Gulf of Maine ecosystem: A review of observed and expected changes in 2050 from rising temperatures. *Elementa: Science of the Anthropocene*, **9** (1), 00076. <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.00076>
60. Weiskopf, S.R., M.A. Rubenstein, L.G. Crozier, S. Gaichas, R. Griffis, J.E. Halofsky, K.J. Hyde, T.L. Morelli, J.T. Morissette, R.C. Muñoz, A.J. Pershing, D.L. Peterson, R. Poudel, M.D. Staudinger, A.E. Sutton-Grier, L. Thompson, J. Vose, J.F. Weltzin, and K.P. Whyte, 2020: Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of The Total Environment*, **733**, 137782. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>
61. Lotze, H.K., S. Mellon, J. Coyne, M. Betts, M. Burchell, K. Fennel, M.A. Dusseault, S.D. Fuller, E. Galbraith, L.G. Suarez, L.d. Gelleke, N. Golombek, B. Kelly, S.D. Kuehn, E. Oliver, M. MacKinnon, W. Muraoka, I.T.G. Predham, K. Rutherford, N. Shackell, O. Sherwood, E.C. Sibert, and M. Kienast, 2022: Long-term ocean and resource dynamics in a hotspot of climate change. *FACETS*, **7**, 1142–1184. <https://doi.org/10.1139/facets-2021-0197>
62. Karmalkar, A.V. and R.M. Horton, 2021: Drivers of exceptional coastal warming in the northeastern United States. *Nature Climate Change*, **11** (10), 854–860. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01159-7>
63. Neto, A.G., J.A. Langan, and J.B. Palter, 2021: Changes in the Gulf Stream preceded rapid warming of the Northwest Atlantic shelf. *Communications Earth & Environment*, **2** (1), 74. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00143-5>
64. Mills, K.E., A.J. Pershing, C.J. Brown, Y. Chen, F.-S. Chiang, D.S. Holland, S. Lehuta, J.A. Nye, J.C. Sun, A.C. Thomas, and R.A. Wahle, 2013: Fisheries management in a changing climate: Lessons from the 2012 ocean heat wave in the northwest Atlantic. *Oceanography*, **26** (2), 191–195. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2013.27>
65. Perez, E., S. Ryan, M. Andres, G. Gawarkiewicz, C.C. Ummenhofer, J. Bane, and S. Haines, 2021: Understanding physical drivers of the 2015/16 marine heatwaves in the Northwest Atlantic. *Scientific Reports*, **11**, 17623. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97012-0>
66. Gawarkiewicz, G.C., K., J. Forsyth, F. Bahr, A.M. Mercer, A. Ellertson, P. Fratantoni, H. Seim, S. Haines, and L. Han, 2019: Characteristics of an advective marine heatwave in the Middle Atlantic Bight in early 2017. *Frontiers in Marine Science*, **6**, 712. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00712>
67. Chen, Z. and E.N. Curchitser, 2020: Interannual variability of the Mid-Atlantic Bight cold pool. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, **125** (8), e2020JC016445. <https://doi.org/10.1029/2020jc016445>
68. NEFSC, 2021: State of the Ecosystem 2021: New England Revised. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Northeast Fisheries Science Center. <https://doi.org/10.25923/6pww-mw45>
69. Sorochan, K.A., S. Plourde, R. Morse, P. Pepin, J. Runge, C. Thompson, and C.L. Johnson, 2019: North Atlantic right whale (*Eubalaena glacialis*) and its food: (II) interannual variations in biomass of *Calanus* spp. on western North Atlantic shelves. *Journal of Plankton Research*, **41** (5), 687–708. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbz044>

70. Charif, R.A., Y. Shiu, C.A. Muirhead, C.W. Clark, S.E. Parks, and A.N. Rice, 2020: Phenological changes in North Atlantic right whale habitat use in Massachusetts Bay. *Global Change Biology*, **26** (2), 734–745. <https://doi.org/10.1111/gcb.14867>
71. Record, N.R., J.A. Runge, D.E. Pendleton, W.M. Balch, K.T.A. Davies, A.J. Pershing, C.L. Johnson, K. Stamieszkin, R. Ji, Z. Feng, S.D. Kraus, R.D. Kenney, C.A. Hudak, C.A. Mayo, C. Chen, J.E. Salisbury, and C.R.S. Thompson, 2019: Rapid climate-driven circulation changes threaten conservation of endangered North Atlantic right whales. *Oceanography*, **32** (2), 162–169. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2019.201>
72. Hobday, A.J., L.V. Alexander, S.E. Perkins, D.A. Smale, S.C. Straub, E.C.J. Oliver, J.A. Benthuyssen, M.T. Burrows, M.G. Donat, M. Feng, N.J. Holbrook, P.J. Moore, H.A. Scannell, A. Sen Gupta, and T. Wernberg, 2016: A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography*, **141**, 227–238. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2015.12.014>
73. GMRI, 2022: Gulf of Maine warming update: 2021 the hottest year on record. Gulf of Maine Research Institute, Portland, ME, March 28, 2022. <https://gmri.org/stories/warming-21/#:~:text=Annual%20Sea%20Surface%20Temperatures,a%20remarkable%200.5%20%C2%B0F>
74. McBride, R.S., M.K. Tweedie, and K. Oliveira, 2018: Reproduction, first-year growth, and expansion of spawning and nursery grounds of black sea bass (*Centropristis striata*) into a warming Gulf of Maine. *Fishery Bulletin*, **116**, 323–336. <https://doi.org/10.7755/fb.116.3-4.10>
75. McMahan, M.D., G.D. Sherwood, and J.H. Grabowski, 2020: Geographic variation in life-history traits of black sea bass (*Centropristis striata*) during a rapid range expansion. *Frontiers in Marine Science*, **7**, 567758. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.567758>
76. Timbs, J.R., E.N. Powell, and R. Mann, 2019: Changes in the spatial distribution and anatomy of a range shift for the Atlantic surfclam *Spisula solidissima* in the Mid-Atlantic Bight and on Georges Bank. *Marine Ecology Progress Series*, **620**, 77–97. <https://doi.org/10.3354/meps12964>
77. Torre, M.P., K.R. Tanaka, and Y. Chen, 2018: A spatiotemporal evaluation of Atlantic sea scallop *Placopecten magellanicus* habitat in the Gulf of Maine using a bioclimate envelope model. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, **10** (2), 224–235. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10022>
78. McManus, M.C., J.A. Hare, D.E. Richardson, and J.S. Collie, 2018: Tracking shifts in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) larval habitat suitability on the Northeast U.S. Continental Shelf. *Fisheries Oceanography*, **27** (1), 49–62. <https://doi.org/10.1111/fog.12233>
79. Allyn, A.J., M.A. Alexander, B.S. Franklin, F. MassiotGranier, A.J. Pershing, J.D. Scott, and K.E. Mills, 2020: Comparing and synthesizing quantitative distribution models and qualitative vulnerability assessments to project marine species distributions under climate change. *PLoS One*, **15** (4), 0231595. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231595>
80. Record, N.R., W.M. Balch, and K. Stamieszkin, 2019: Century-scale changes in phytoplankton phenology in the Gulf of Maine. *PeerJ*, **7**, 6735. <https://doi.org/10.7717/peerj.6735>
81. Dalton, R.M., J.J. Sheppard, J.T. Finn, A. Jordaan, and M.D. Staudinger, 2022: Phenological variation in spring migration timing of adult alewife in coastal Massachusetts. *Marine and Coastal Fisheries*, **14** (2), e10198. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10198>
82. Lombardo, S.M., J.A. Buckel, E.F. Hain, E.H. Griffith, and H. White, 2020: Evidence for temperature-dependent shifts in spawning times of anadromous alewife (*Alosa pseudoharengus*) and blueback herring (*Alosa aestivalis*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **77** (4), 741–751. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2019-0140>
83. Staudinger, M.D., K.E. Mills, K. Stamieszkin, N.R. Record, C.A. Hudak, A. Allyn, A. Diamond, K.D. Friedland, W. Golet, M.E. Henderson, C.M. Hernandez, T.G. Huntington, R. Ji, C.L. Johnson, D.S. Johnson, A. Jordaan, J. Kocik, Y. Li, M. Liebman, O.C. Nichols, D. Pendleton, R.A. Richards, T. Robben, A.C. Thomas, H.J. Walsh, and K. Yakola, 2019: It's about time: A synthesis of changing phenology in the Gulf of Maine ecosystem. *Fisheries Oceanography*, **28** (5), 532–566. <https://doi.org/10.1111/fog.12429>
84. Langan, J.A., G. Puggioni, C.A. Oviatt, M.E. Henderson, and J.S. Collie, 2021: Climate alters the migration phenology of coastal marine species. *Marine Ecology Progress Series*, **660**, 1–18. <https://doi.org/10.3354/meps13612>
85. Griffin, L.P., C.R. Griffin, J.T. Finn, R.L. Prescott, M. Faherty, B.M. Still, and A.J. Danylchuk, 2019: Warming seas increase cold-stunning events for Kemp's Ridley sea turtles in the northwest Atlantic. *PLoS One*, **14** (1), 0211503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211503>

86. Groner, M.L., J.D. Shields, D.F. Landers Jr, J. Swenarton, and J.M. Hoenig, 2018: Rising temperatures, molting phenology, and epizootic shell disease in the American lobster. *The American Naturalist*, **192** (5), 163–177. <https://doi.org/10.1086/699478>
87. Shields, J.D., 2019: Climate change enhances disease processes in crustaceans: Case studies in lobsters, crabs, and shrimps. *Journal of Crustacean Biology*, **39** (6), 673–683. <https://doi.org/10.1093/jcbiol/ruz072>
88. Zhao, M., D.C. Behringer, J. Bojko, A.S. Kough, L. Plough, C.P.D. Tavares, A. Aguilar-Perera, O.S. Reynoso, G. Seepersad, O. Maharaj, M.B. Sanders, D. Carnales, G. Fabiano, D. Carnevia, M.A. Freeman, N.A.M. Atherley, L.D. Medero-Hernández, and E.J. Schott, 2020: Climate and season are associated with prevalence and distribution of trans-hemispheric blue crab reovirus (*Callinectes sapidus* reovirus 1). *Marine Ecology Progress Series*, **647**, 123–133. <https://doi.org/10.3354/meps13405>
89. Anderson, D.M., E. Fensin, C.J. Gobler, A.E. Hoeglund, K.A. Hubbard, D.M. Kulis, J.H. Landsberg, K.A. Lefebvre, P. Provoost, M.L. Richlen, J.L. Smith, A.R. Solow, and V.L. Trainer, 2021: Marine harmful algal blooms (HABs) in the United States: History, current status and future trends. *Harmful Algae*, **102**, 101975. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2021.101975>
90. Griffith, A.W., O.M. Doherty, and C.J. Gobler, 2019: Ocean warming along temperate western boundaries of the Northern Hemisphere promotes an expansion of *Cochlodinium polykrikoides* blooms. *Proceedings of the Royal Society B*, **286** (1904), 20190340. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0340>
91. Griffith, A.W., S.E. Shumway, and C.J. Gobler, 2019: Differential mortality of North Atlantic bivalve molluscs during harmful algal blooms caused by the dinoflagellate, *Cochlodinium* (a.k.a. Margalefidinium) polykrikoides. *Estuaries Coasts*, **42** (1), 190–203. <https://doi.org/10.1007/s12237-018-0445-0>
92. Li, M., W. Ni, F. Zhang, P.M. Glibert, and C.-H. Lin, 2020: Climate-induced interannual variability and projected change of two harmful algal bloom taxa in Chesapeake Bay, USA. *Science of The Total Environment*, **744**, 140947. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140947>
93. Zhang, F., M. Li, P.M. Glibert, and S.H. Ahn, 2021: A three-dimensional mechanistic model of *Prorocentrum minimum* blooms in eutrophic Chesapeake Bay. *Science of The Total Environment*, **769**, 144528. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144528>
94. Parveen, S., J. Jacobs, G. Ozbay, K. Chintapenta, E. Almuhaideb, J. Meredith, S. Ossai, A. Abbott, A. Grant, K. Brohawn, P. Chigbu, and G.P. Richards, 2020: Seasonal and geographical differences in total and pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* levels in seawater and oysters from the Delaware and Chesapeake Bays determined using several methods. *Applied and Environmental Microbiology*, **86** (23), 01581–20. <https://doi.org/10.1128/aem.01581-20>
95. Olson, E. and J.M. Vasslides, 2022: Multi-decadal declines and species assemblage shifts in the fish community of a northeast US temperate estuary. *Estuaries and Coasts*, **45** (7), 2219–2240. <https://doi.org/10.1007/s12237-022-01078-6>
96. Schonfeld, A.J., J. Gartland, and R.J. Latour, 2022: Spatial differences in estuarine utilization by seasonally resident species in Mid-Atlantic Bight, USA. *Fisheries Oceanography*, **31** (6), 615–628. <https://doi.org/10.1111/fog.12611>
97. Chigbu, P., L. Malinis, H. Malagon, and S. Doctor, 2019: Influence of temperature on the occurrence and distribution of the sand shrimp *Crangon septemspinosa* (Decapoda: Caridea: Crangonidae) in polyhaline lagoons in Maryland, USA. *Journal of Crustacean Biology*, **39** (5), 586–593. <https://doi.org/10.1093/jcbiol/ruz045>
98. Doctor, S., G. Tyler, C. Weedon, and A. Willey, 2020: Investigation of Maryland's Coastal Bays and Atlantic Ocean Finfish Stocks. Final Report, F-50-R-28. Maryland Department of Natural Resources, Annapolis, MD. [https://dnr.maryland.gov/fisheries/documents/f-50-r-28\\_july%202019\\_june%202020\\_report\\_sept28.pdf](https://dnr.maryland.gov/fisheries/documents/f-50-r-28_july%202019_june%202020_report_sept28.pdf)
99. Tuckey, T.D., J.L. Swinford, M.C. Fabrizio, H.J. Small, and J.D. Shields, 2021: Penaeid shrimp in Chesapeake Bay: Population growth and black gill disease syndrome. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, **13** (3), 159–173. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10143>
100. Glandon, H.L., K.H. Kilbourne, and T.J. Miller, 2019: Winter is (not) coming: Warming temperatures will affect the overwinter behavior and survival of blue crab. *PLoS ONE*, **14** (7), 0219555. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219555>

101. Xu, Y.-Y., W.-J. Cai, R. Wanninkhof, J. Salisbury, J. Reimer, and B. Chen, 2020: Long-term changes of carbonate chemistry variables along the North American East Coast. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, **125** (7), e2019JC015982. <https://doi.org/10.1029/2019jc015982>
102. Siedlecki, S.A., J. Salisbury, D.K. Gledhill, C. Bastidas, S. Meseck, K. McGarry, C.W. Hunt, M. Alexander, D. Lavoie, Z.A. Wang, J. Scott, D.C. Brady, I. Mlsna, K. Azetsu-Scott, C.M. Liberti, D.C. Melrose, M.M. White, A. Pershing, D. Vandemark, D.W. Townsend, C. Chen, W. Mook, and R. Morrison, 2021: Projecting ocean acidification impacts for the Gulf of Maine to 2050: New tools and expectations. *Elementa: Science of the Anthropocene*, **9** (1), 00062. <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.00062>
103. Rheuban, J.E., S.C. Doney, S.R. Cooley, and D.R. Hart, 2018: Projected impacts of future climate change, ocean acidification, and management on the US Atlantic sea scallop (*Placopecten magellanicus*) fishery. *PLoS One*, **13** (9), 0203536. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203536>
104. Claret, M., E.D. Galbraith, J.B. Palter, D. Bianchi, K. Fennel, D. Gilbert, and J.P. Dunne, 2018: Rapid coastal deoxygenation due to ocean circulation shift in the northwest Atlantic. *Nature Climate Change*, **8**, 868–872. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0263-1>
105. Gilbert, D., N.N. Rabalais, R.J. Díaz, and J. Zhang, 2010: Evidence for greater oxygen decline rates in the coastal ocean than in the open ocean. *Biogeosciences*, **7** (7), 2283–2296. <https://doi.org/10.5194/bg-7-2283-2010>
106. Schmidtko, S., L. Stramma, and M. Visbeck, 2017: Decline in global oceanic oxygen content during the past five decades. *Nature*, **542** (7641), 335–339. <https://doi.org/10.1038/nature21399>
107. Pitcher, G.C., A. Aguirre-Velarde, D. Breitbart, J. Cardich, J. Carstensen, D.J. Conley, B. Dewitte, A. Engel, D. Espinoza-Morriberón, G. Flores, V. Garçon, M. Graco, M. Grégoire, D. Gutiérrez, J.M. Hernandez-Ayon, H.-H.M. Huang, K. Isensee, M.E. Jacinto, L. Levin, A. Lorenzo, E. Machu, L. Merma, I. Montes, N. Swa, A. Paulmier, M. Roman, K. Rose, R. Hood, N.N. Rabalais, A.G.V. Salvanes, R. Salvatelli, S. Sánchez, A. Sifeddine, A.W. Tall, A.K. van der Plas, M. Yasuhara, J. Zhang, and Z.Y. Zhu, 2021: System controls of coastal and open ocean oxygen depletion. *Progress in Oceanography*, **197**, 102613. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102613>
108. Hinson, K.E., M.A.M. Friedrichs, P. St-Laurent, F. Da, and R.G. Najjar, 2022: Extent and causes of Chesapeake Bay warming. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, **58** (6), 805–825. <https://doi.org/10.1111/1752-1688.12916>
109. Mazzini, P.L.F. and C. Pianca, 2022: Marine heatwaves in the Chesapeake Bay. *Frontiers in Marine Science*, **8**, 750265. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.750265>
110. Frankel, L.T., M.A.M. Friedrichs, P. St-Laurent, A.J. Bever, R.N. Lipcius, G. Bhatt, and G.W. Shenk, 2022: Nitrogen reductions have decreased hypoxia in the Chesapeake Bay: Evidence from empirical and numerical modeling. *Science of The Total Environment*, **814**, 152722. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152722>
111. Ni, W., M. Li, and J.M. Testa, 2020: Discerning effects of warming, sea level rise and nutrient management on long-term hypoxia trends in Chesapeake Bay. *Science of The Total Environment*, **737**, 139717. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139717>
112. Marban, P.R., J.M. Mullinax, J.P. Resop, and D.J. Prosser, 2019: Assessing beach and island habitat loss in the Chesapeake Bay and Delmarva coastal bay region, USA, through processing of Landsat imagery: A case study. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, **16**, 100265. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100265>
113. Borrell, S.J. and J.A. Puleo, 2019: In situ hydrodynamic and morphodynamic measurements during extreme storm events. *Shore & Beach*, **87** (4), 23–30. <https://doi.org/10.34237/1008743>
114. Swanston, C., L.A. Brandt, M.K. Janowiak, S.D. Handler, P. Butler-Leopold, L. Iverson, F.R. Thompson III, T.A. Ontl, and P.D. Shannon, 2018: Vulnerability of forests of the Midwest and Northeast United States to climate change. *Climatic Change*, **146** (1), 103–116. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2065-2>
115. Weissman, D.S. and K.L. Tully, 2020: Saltwater intrusion affects nutrient concentrations in soil porewater and surface waters of coastal habitats. *Ecosphere*, **11** (2), 03041. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3041>
116. Gibson, N., S. McNulty, C. Miller, M. Gavazzi, E. Worley, D. Keesee, and D. Hollinger, 2021: Identification, Mitigation, and Adaptation to Salinization on Working Lands in the U.S. Southeast. Gen. Tech. Rep. SRS-259. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, Asheville, NC, 69 pp. <https://doi.org/10.2737/srs-gtr-259>
117. Carleton, G.B., 2021: Simulation of Potential Water Allocation Changes, Cape May County, New Jersey. Scientific Investigations Report 2020-5052. U.S. Geological Survey, Reston, VA, 39 pp. <https://doi.org/10.3133/sir20205052>

118. Paul, M.J., R. Coffey, J. Stamp, and T. Johnson, 2019: A review of water quality responses to air temperature and precipitation changes 1: Flow, water temperature, saltwater intrusion. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, **55** (4), 824–843. <https://doi.org/10.1111/1752-1688.12710>
119. Breitenother, A., K.M. Laumann, A. Carew, and H. Kelsey, 2022: Maryland Coastal Adaptation Report Card 2021. Maryland Department of Natural Resources, Maryland Coastal Zone Management Program. <https://www.adaptationclearinghouse.org/resources/maryland-coastal-adaptation-report-card-2021.html>
120. Kearney, W.S., A. Fernandes, and S. Fagherazzi, 2019: Sea-level rise and storm surges structure coastal forests into persistence and regeneration niches. *PloS One*, **14** (5), 0215977. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215977>
121. Kirwan, M.L. and K.B. Gedan, 2019: Sea-level driven land conversion and the formation of ghost forests. *Nature Climate Change*, **9** (6), 450–457. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0488-7>
122. Sacatelli, R., R.G. Lathrop, and M. Kaplan, 2020: Impacts of Climate Change on Coastal Forests in the Northeast US. Rutgers University, New Brunswick, NJ, 48 pp. <https://doi.org/10.7282/t3-n4tn-ah53>
123. Able, K.W., 2021: From Cedar cemeteries to marsh lakes: A case study of sea-level rise and habitat change in a northeastern US salt marsh. *Estuaries and Coasts*, **44**, 1649–1657. <https://doi.org/10.1007/s12237-021-00946-x>
124. Brickman, D., M.A. Alexander, A.J. Pershing, J.D. Scott, and Z. Wang, 2021: Projections of physical conditions in the Gulf of Maine in 2050. *Elementa: Science of the Anthropocene*, **9** (1), 00055. <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.20.00055>
125. Tanaka, K.R., M.P. Torre, V.S. Saba, C.A. Stock, and Y. Chen, 2020: An ensemble high-resolution projection of changes in the future habitat of American lobster and sea scallop in the northeast US continental shelf. *Diversity and Distributions*, **26** (8), 987–1001. <https://doi.org/10.1111/ddi.13069>
126. Chowdhury, M.S.N., M. La Peyre, L.D. Coen, R.L. Morris, M.W. Luckenbach, T. Ysebaert, B. Walles, and A.C. Smaal, 2021: Ecological engineering with oysters enhances coastal resilience efforts. *Ecological Engineering*, **169**, 106320. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106320>
127. O'Donoghue, S., M. Lehmann, D. Major, G. Major-Ex, C. Sutherland, A. Motau, N. Haddaden, A.S.M.G. Kibria, R. Costanza, C. Groves, A. Behie, and K. Johnson, 2021: Adaptation to climate change in small coastal cities: The influence of development status on adaptation response. *Ocean and Coastal Management*, **211**, 105788. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105788>
128. Balasubramanayam, V. and K. Howard, 2019: New Hampshire Living Shoreline Site Suitability Assessment: Technical Report. R-WD-19-19. Prepared for the New Hampshire Department of Environmental Services Coastal Program, Portsmouth, NH. <https://www.des.nh.gov/water/coastal-waters/living-shorelines>
129. Coastal and Marine Working Group, 2020: A Report from the Coastal & Marine Working Group of the Maine Climate Council. Maine Climate Council. [https://www.maine.gov/future/sites/maine.gov/future/files/inline-files/CoastalMarineWG\\_FinalStrategyRecommendations\\_June2020.pdf](https://www.maine.gov/future/sites/maine.gov/future/files/inline-files/CoastalMarineWG_FinalStrategyRecommendations_June2020.pdf)
130. Dubow, J., D.H. Cornwell, D. Andreasen, A. Staley, K. Tully, K. Gedan, and R. Epanchin-Niell, 2019: Maryland's Plan to Adapt to Saltwater Intrusion and Salinization. Maryland Department of Planning. <https://planning.maryland.gov/documents/ourwork/envr-planning/2019-1212-marylands-plan-to-adapt-to-saltwater-intrusion-and-salinization.pdf>
131. Besterman, A.F., R.W. Jakuba, W. Ferguson, D. Brennan, J.E. Costa, and L.A. Deegan, 2022: Buying time with runnels: A climate adaptation tool for salt marshes. *Estuaries and Coasts*, **45** (6), 1491–1501. <https://doi.org/10.1007/s12237-021-01028-8>
132. Maher, N., C. Salazar, and A. Fournier, 2022: Advancing salt marsh restoration for coastal resilience: A learning exchange. *Wetlands Ecology and Management*, **30** (5), 1033–1047. <https://doi.org/10.1007/s11273-021-09841-5>
133. Neckles, H.A., J.E. Lyons, J.L. Nagel, S.C. Adamowicz, T. Mikula, K.M. O'Brien, B. Benvenuti, and R. Kleinert, 2021: Optimization of Salt Marsh Management at the Rachel Carson National Wildlife Refuge, Maine, Through Use of Structured Decision Making. USGS Open-File Report 2021-1080. U.S. Geological Survey, Reston, VA, 35 pp. <https://doi.org/10.3133/ofr20211080>
134. Young, S.S., S. Rao, and K. Dorey, 2021: Monitoring the erosion and accretion of a human-built living shoreline with drone technology. *Environmental Challenges*, **5**, 100383. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100383>

135. MDE, 2020: Maryland Ocean Acidification Action Plan 2020. State of Maryland, Maryland Department of the Environment. <https://mde.maryland.gov/programs/air/climatechange/mccc/stwg/oa%20action%20plan.pdf>
136. Rogers, L.A., R. Griffin, T. Young, E. Fuller, K.S. Martin, and M.L. Pinsky, 2019: Shifting habitats expose fishing communities to risk under climate change. *Nature Climate Change*, **9** (7), 512–516. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0503-z>
137. Bell, R.J., J. Odell, G. Kirchner, and S. Lomonico, 2020: Actions to promote and achieve climate-ready fisheries: Summary of current practice. *Marine and Coastal Fisheries*, **12** (3), 166–190. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10112>
138. Young, T., E.C. Fuller, M.M. Provost, K.E. Coleman, K. St. Martin, B.J. McCay, and M.L. Pinsky, 2019: Adaptation strategies of coastal fishing communities as species shift poleward. *ICES Journal of Marine Science*, **76** (1), 93–103. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy140>
139. Pershing, A., K. Mills, A. Dayton, B. Franklin, and B. Kennedy, 2018: Evidence for adaptation from the 2016 marine heatwave in the Northwest Atlantic Ocean. *Oceanography*, **31** (2), 152–161. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2018.213>
140. Maltby, K.M., S. Kerin, and K.E. Mills, 2023: Barriers and enablers of climate adaptation in fisheries: Insights from Northeast US fishing communities. *Marine Policy*, **147**, 105331. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105331>
141. NMFS, 2023: Atlantic Large Whale Take Reduction Plan. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. <https://www.fisheries.noaa.gov/new-england-mid-atlantic/marine-mammal-protection/atlantic-large-whale-take-reduction-plan>
142. Aaronson, D., D. Hartley, and B. Mazumder, 2021: The effects of the 1930s HOLC “redlining” maps. *American Economic Journal: Economic Policy*, **13** (4), 355–92. <https://doi.org/10.1257/pol.20190414>
143. Hillier, A.E., 2003: Spatial analysis of historical redlining: A methodological exploration. *Journal of Housing Research*, **14** (1), 137–167. <https://www.jstor.org/stable/44944777>
144. Krieger, N., G. Van Wye, M. Huynh, P.D. Waterman, G. Maduro, W. Li, R.C. Gwynn, O. Barbot, and M.T. Bassett, 2020: Structural racism, historical redlining, and risk of preterm birth in New York City, 2013–2017. *American Journal of Public Health*, **110** (7), 1046–1053. <https://doi.org/10.2105/ajph.2020.305656>
145. Rothstein, R., 2017: *The Color of Law: A Forgotten History of How Our Government Segregated America*. Liveright, 368 pp. <https://www.norton.com/books/the-color-of-law/>
146. Swope, C.B., D. Hernández, and L.J. Cushing, 2022: The relationship of historical redlining with present-day neighborhood environmental and health outcomes: a scoping review and conceptual model. *Journal of Urban Health*, **99** (6), 959–983. <https://doi.org/10.1007/s11524-022-00665-z>
147. Renteria, R., S. Grineski, T. Collins, A. Flores, and S. Trego, 2022: Social disparities in neighborhood heat in the northeast United States. *Environmental Research*, **203**, 111805. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111805>
148. Hoffman, J.S., V. Shandas, and N. Pendleton, 2020: The effects of historical housing policies on resident exposure to intra-urban heat: A study of 108 US urban areas. *Climate*, **8** (1), 12. <https://doi.org/10.3390/cli8010012>
149. Hsu, A., G. Sheriff, T. Chakraborty, and D. Manya, 2021: Disproportionate exposure to urban heat island intensity across major US cities. *Nature Communications*, **12** (1), 2721. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22799-5>
150. Mitchell, B.C. and J. Chakraborty, 2018: Exploring the relationship between residential segregation and thermal inequity in 20 U.S. cities. *Local Environment*, **23** (8), 796–813. <https://doi.org/10.1080/13549839.2018.1474861>
151. 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>
152. Thornbrugh, C., 2021: Testimony on Behalf of the United South and Eastern Tribes before the House Select Committee on the Climate Crisis for the Hearing, “Tribal Voices, Tribal Wisdom: Strategies for the Climate Crisis”. United South and Eastern Tribes. [https://www.usetinc.org/wp-content/uploads/2021/11/USET-Testimony-Before-House-Select-Committee-on-Climate-Crisis-FINAL-11\\_16\\_21-.pdf](https://www.usetinc.org/wp-content/uploads/2021/11/USET-Testimony-Before-House-Select-Committee-on-Climate-Crisis-FINAL-11_16_21-.pdf)
153. USET-SPF, 2019: Testimony submitted to the House Natural Resources Subcommittee for Indigenous People of the United States for the Record of the February 12, 2019 Hearing, “The Impacts of Climate Change on Tribal Communities”. United South and Eastern Tribes Sovereignty Protection Fund. <https://www.usetinc.org/departments/oerm/climate-change/uset-resolutions-reports-and-testimonies-on-climate-change/>

154. Zhang, Y., Q. Xiang, Y. Yu, Z. Zhan, K. Hu, and Z. Ding, 2019: Socio-geographic disparity in cardiorespiratory mortality burden attributable to ambient temperature in the United States. *Environmental Science and Pollution Research*, **26**, 694–705. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3653-z>
155. Siddiqi, S.M., C. Mingoya-LaFortune, R. Chari, B.L. Preston, G. Gahlon, C.C. Hernandez, A. Huttinger, S.R. Stephenson, and J. Madrigano, 2022: The road to Justice40: Organizer and policymaker perspectives on the historical roots of and solutions for environmental justice inequities in U.S. cities. *Environmental Justice*. <https://doi.org/10.1089/env.2022.0038>
156. Kiaghadi, A. and H.S. Rifai, 2019: Physical, chemical, and microbial quality of floodwaters in Houston following Hurricane Harvey. *Environmental Science & Technology*, **53** (9), 4832–4840. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b00792>
157. 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>
158. Declet-Barreto, J. and A.A. Rosenberg, 2022: Environmental justice and power plant emissions in the Regional Greenhouse Gas Initiative states. *PLoS ONE*, **17** (7), e0271026. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271026>
159. Wang, Q., M.P. Kwan, J. Fan, and J. Lin, 2021: Racial disparities in energy poverty in the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **137**, 110620. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110620>
160. Jessel, S., S. Sawyer, and D. Hernández, 2019: Energy, poverty, and health in climate change: A comprehensive review of an emerging literature. *Frontiers in Public Health*, **7**, 357. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00357>
161. Daigle, J.J., N. Michelle, D.J. Ranco, and M.R. Emery, 2019: Traditional lifeways and storytelling: Tools for adaptation and resilience to ecosystem change. *Human Ecology*, **47** (5), 777–784. <https://doi.org/10.1007/s10745-019-00113-8>
162. Bukvic, A., H. Zhu, R. Lavoie, and A. Becker, 2018: The role of proximity to waterfront in residents' relocation decision-making post-Hurricane Sandy. *Ocean & Coastal Management*, **154**, 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.01.002>
163. Mach, K.J., C.M. Kraan, M. Hino, A.R. Siders, E.M. Johnston, and C.B. Field, 2019: Managed retreat through voluntary buyouts of flood-prone properties. *Science Advances*, **5** (10), 8995. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax8995>
164. Siders, A.R., 2019: Social justice implications of US managed retreat buyout programs. *Climatic Change*, **152** (2), 239–257. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2272-5>
165. Fiack, D., J. Cumberbatch, M. Sutherland, and N. Zerphey, 2021: Sustainable adaptation: Social equity and local climate adaptation planning in U.S. cities. *Cities*, **115**, 103235. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103235>
166. Ebi, K.L., T. Hasegawa, K. Hayes, A. Monaghan, S. Paz, and P. Berry, 2018: Health risks of warming of 1.5 °C, 2 °C, and higher, above pre-industrial temperatures. *Environmental Research Letters*, **13** (6), 063007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac4bd>
167. Finucane, M.L., L.W. May, and J. Chang, 2021: A Scoping Literature Review on Indicators and Metrics for Assessing Racial Equity in Disaster Preparation, Response, and Recovery. RAND Corporation, Santa Monica, CA. [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RRA1083-1.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA1083-1.html)
168. McDermott, M., S. Mahanty, and K. Schreckenberger, 2013: Examining equity: A multidimensional framework for assessing equity in payments for ecosystem services. *Environmental Science & Policy*, **33**, 416–427. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.10.006>
169. City of New York, 2019: OneNYC 2050: Building a Strong and Fair City. City of New York, New York, NY. <https://www.nyc.gov/site/cpp/our-programs/onenyc.page>
170. City of New York, 2017: Local Law 60: Requiring a Study of Environmental Justice Areas and the Establishment of an Environmental Justice Portal. Law number: 2017/060. Committee on Environmental Protection. <https://legistar.council.nyc.gov/legislationdetail.aspx?id=1805815&guid=8901a89b-078e-4d47-88d8-ea3e48e715a1>
171. City of New York, 2017: Local Law 64: Identifying and Addressing Environmental Justice Issues. Law number: 2017/064. Committee on Environmental Protection. <https://legistar.council.nyc.gov/legislationdetail.aspx?id=2460360&guid=0c9f8c9d-5f14-4c1e-b4ad-37bb96f82ba3>
172. Leonard, K., 2021: WAMPUM adaptation framework: Eastern coastal Tribal Nations and sea level rise impacts on water security. *Climate and Development*, **13** (9), 842–851. <https://doi.org/10.1080/17565529.2020.1862739>

173. Hultman, N.E., Clarke, L., , C. Frisch, K. Kennedy, H. McJeon, T. Cyr, P. Hansel, P. Bodnar, M. Manion, M.R. Edwards, R. Cui, C. Bowman, J. Lund, M.I. Westphal, A. Clapper, J. Jaeger, A. Sen, J. Lou, D. Saha, W. Jaglom, K. Calhoun, K. Igusky, J. deWeese, K. Hammoud, J.C. Altimirano, M. Dennis, C. Henderson, G. Zwicker, and J. O'Neill, 2020: Fusing subnational with national climate action is central to decarbonization: The case of the United States. *Nature Communications*, **11** (1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18903-w>
174. Sælen, H., J. Hovi, D. Sprinz, and A. Underdal, 2020: How US withdrawal might influence cooperation under the Paris climate agreement. *Environmental Science & Policy*, **108**, 121–132. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.03.011>
175. Gurney, R.M., A.F. Hamlet, and P.M. Regan, 2021: The influences of power, politics, and climate risk on US subnational climate action. *Environmental Science & Policy*, **116**, 96–113. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.06.023>
176. Dalal, A. and D. Reidmiller, 2023: Status of State-Level Climate Action in the Northeast Region: A Technical Input to the Fifth National Climate Assessment. Gulf of Maine Research Institute, Portland, ME, 9 pp. <https://gmri.org/commitments/strategic-initiatives/climate-center/>
177. U.S. Climate Alliance, 2022: Inventory of Climate and Clean Energy Policies [Webpage]. <http://www.usclimatealliance.org/state-climate-energy-policies>
178. GCC, 2022: State Adaptation Progress Tracker. Georgetown University, Georgetown Climate Center. <https://www.georgetownclimate.org/adaptation/plans.html>
179. U.S. Federal Government, 2022: U.S. Climate Resilience Toolkit: Reports [Webpage]. <https://toolkit.climate.gov/reports>
180. Yan, J., 2021: The impact of climate policy on fossil fuel consumption: Evidence from the Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI). *Energy Economics*, **100**, 105333. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105333>
181. Maine DEP, 2022: Ninth Biennial Report on Progress toward Greenhouse Gas Reduction Goals. Maine Department of Environmental Protection. <https://www.maine.gov/dep/commissioners-office/kpi/details.html?id=606898>
182. RI DEM, 2022: 2019 Rhode Island Greenhouse Gas Emissions Inventory. Rhode Island Department of Environmental Management, 23 pp. <https://dem.ri.gov/sites/g/files/xkgbur861/files/2022-12/ridem-ghg-inventory-2019.pdf>
183. Molino, G.D., M.A. Kenney, and A.E. Sutton-Grier, 2020: Stakeholder-defined scientific needs for coastal resilience decisions in the northeast U.S. *Marine Policy*, **118**, 103987. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103987>
184. Powell, E.J., M.C. Tyrrell, A. Milliken, J.M. Tirpak, and M.D. Staudinger, 2019: A review of coastal management approaches to support the integration of ecological and human community planning for climate change. *Journal of Coastal Conservation*, **23** (1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11852-018-0632-y>
185. Reckien, D. and E.P. Petkova, 2019: Who is responsible for climate change adaptation? *Environmental Research Letters*, **14** (1), 014010. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf07a>
186. Maine Climate Council, 2022: Maine Climate Council Reports [Webpage]. <https://www.maine.gov/future/climate/reports>
187. Silka, L., S. Kelemen, and D. Hart, 2020: Assessing the Potential Equity Outcomes of Maine's Climate Action Plan: Framework, Analysis and Recommendations. University of Maine, Senator George J. Mitchell Center for Sustainability Solutions. [https://digitalcommons.library.umaine.edu/univ\\_publications/2273/](https://digitalcommons.library.umaine.edu/univ_publications/2273/)
188. An Act Driving Clean Energy and Offshore Wind. Bill H.5060, Commonwealth of Massachusetts, July 21, 2022. <https://malegislature.gov/bills/192/h5060/billhistory?pagenumber=2>
189. An Act Relating to State Affairs and Government—2021 Act on Climate. § 42-6.2, State of Rhode Island, 2021. <http://webserver.rilin.state.ri.us/statutes/title42/42-6.2/index.htm>
190. An Act Concerning Climate Change Adaptation. Substitute House Bill No. 6441, State of Connecticut, Pub. L. No. 21-115, July 1, 2021. <https://www.cga.ct.gov/2021/act/pa/pdf/2021pa-00115-r00hb-06441-pa.pdf>
191. Connecticut Insurance Department, 2022: Climate Progress Report. State of Connecticut, Insurance Department. [https://portal.ct.gov/-/media/cid/1\\_reports/2022-climate-progress-report.pdf](https://portal.ct.gov/-/media/cid/1_reports/2022-climate-progress-report.pdf)

192. An Act to Amend the Environmental Conservation Law, the Public Service Law, the Public Authorities Law, the Labor Law and the Community Risk and Resiliency Act, in Relation to Establishing the New York State Climate Leadership and Community Protection Act. S. 6599, A. 8429, State of New York, June 18, 2019. <https://legislation.nysenate.gov/pdf/bills/2019/s6599>
193. New York State Comptroller, 2021: Progress Report on the New York State Common Retirement Fund's Climate Action Plan. Office of the New York State Comptroller, Albany, NY, 18 pp. <https://www.osc.state.ny.us/files/reports/special-topics/pdf/progress-report-climate-action.pdf>
194. Herb, J. and L. Auermuller, 2020: A Seat at the Table: Integrating the Needs and Challenges of Underrepresented and Socially Vulnerable Populations into Coastal Hazards Planning in New Jersey. Rutgers, The State University of New Jersey, New Brunswick, NJ. <https://njclimateresourcecenter.rutgers.edu/resources/a-seat-at-the-table/>
195. Maryland Climate Leadership Academy, 2022: Advancing Maryland's Preparedness, Economic Vitality & Public Health. State of Maryland and the Association of Climate Change Officers. <https://www.mdclimateacademy.org/>
196. MCC STS, 2020: Scientific Assessment of Climate Change and Its Effects in Maine. Maine Climate Council Scientific and Technical Subcommittee, Augusta, ME. <https://www.maine.gov/future/initiatives/climate/climate-council/reports>
197. MCC STS, 2021: Maine Climate Science Update 2021. Maine Climate Council Scientific and Technical Subcommittee, Augusta, ME. <https://www.maine.gov/future/initiatives/climate/climate-council/reports>
198. Maine Climate Council, 2020: Maine Won't Wait: A Four-Year Plan for Climate Action. Maine Climate Council, Coastal and Marine Working Group. <https://www.maine.gov/future/initiatives/climate/climate-council/reports>
199. An Act to Analyze the Impact of Sea Level Rise. H.P. 1169 - L.D. 1572, State of Maine, June 16, 2021. <http://www.mainelegislature.org/legis/bills/getpdf.asp?paper=hp1169&item=4&snum=130>
200. An Act To Implement Agency Recommendations Relating to Sea Level Rise and Climate Resilience Provided Pursuant to Resolve 2021, Chapter 67. H.P. 1465 - L.D. 1970, State of Maine, April 12, 2022. <https://legislature.maine.gov/legis/bills/getpdf.asp?paper=hp1465&item=3&snum=130>
201. An Act to Establish a Pilot Program to Encourage Climate Education in Maine Public Schools. H.P. 1409 - L.D. 1902, State of Maine, May 3, 2022. <https://legislature.maine.gov/legis/bills/getpdf.asp?paper=hp1409&item=7&snum=130>
202. Lemcke-Stampone, M.D., Cameron P. Wake, and E. Burakowski, 2022: New Hampshire Climate Assessment 2021. University of New Hampshire, Sustainability Institute. <https://scholars.unh.edu/sustainability/71>
203. NHDES, 2009: The New Hampshire Climate Action Plan: A Plan for New Hampshire's Energy, Environmental and Economic Development Future. New Hampshire Department of Environmental Services. <https://www.des.nh.gov/sites/g/files/ehbemt341/files/documents/r-ard-09-1.pdf>
204. An Act Establishing a Coastal Resilience and Economic Development Program. SB 285-FN, State of New Hampshire, August 5, 2019. <https://legiscan.com/nh/text/sb285/id/2033744>
205. Galford, G.L., J. Faulkner, L.-A. Dupigny-Giroux, S. Posner, and L. Edling, 2021: The Vermont Climate Assessment 2020. University of Vermont, Gund Institute of Environment, Burlington, VT. <https://site.uvm.edu/vtclimateassessment/>
206. Vermont Climate Council, 2021: Initial Vermont Climate Action Plan. State of Vermont, Vermont Climate Council. <https://climatechange.vermont.gov/sites/climatecouncilsandbox/files/2021-12/Initial%20Climate%20Action%20Plan%20-%20Final%20-%202012-1-21.pdf>
207. Vermont Global Warming Solutions Act of 2020. No. 153, State of Vermont, September 22, 2020. <https://outside.vermont.gov/agency/anr/climatecouncil/Shared%20Documents/ACT%20153%20As%20Enacted.pdf>
208. Commonwealth of Massachusetts, 2022: 2022 Massachusetts Climate Change Assessment, Volume II—Statewide Report. Commonwealth of Massachusetts, Boston, MA. <https://www.mass.gov/doc/2022-massachusetts-climate-change-assessment-december-2022-volume-ii-statewide-report/download>
209. Massachusetts EEA, 2022: Massachusetts Clean Energy and Climate Plan for 2025 and 2030. Commonwealth of Massachusetts, Executive Office of Energy and Environmental Affairs. <https://www.mass.gov/info-details/massachusetts-clean-energy-and-climate-plan-for-2025-and-2030>

210. An Act Creating a Next-Generation Roadmap for Massachusetts Climate Policy. Bill S.9, Commonwealth of Massachusetts, January 19, 2021. <https://malegislature.gov/bills/192/s9>
211. State of Rhode Island, 2018: Resilient Rhody: The Statewide Climate Resilience Action Strategy. State of Rhode Island, 85 pp. <https://climatechange.ri.gov/sites/g/files/xkgbur481/files/documents/resilientrhody18.pdf>
212. RI EC4, 2022: Rhode Island 2022 Climate Update. State of Rhode Island, Rhode Island Executive Climate Change Coordinating Council. <https://climatechange.ri.gov/act-climate/2022-climate-update>
213. CIRCA, 2019: Connecticut Physical Climate Science Assessment Report: Observed Trends and Projections of Temperature and Precipitation. Connecticut Institute for Resilience and Climate Adaptation, 74 pp. <https://circa.uconn.edu/ct-climate-science/>
214. GC3, 2021: Taking Action on Climate Change and Building a More Resilient Connecticut for All. Phase 1 Report: Near-Term Actions. Governor's Council on Climate Change, 56 pp. [https://portal.ct.gov/-/media/deep/climatechange/gc3/gc3\\_phase1\\_report\\_jan2021.pdf](https://portal.ct.gov/-/media/deep/climatechange/gc3/gc3_phase1_report_jan2021.pdf)
215. An Act Concerning Provisions Related to Revenue and Other Items to Implement the State Budget for the Biennium Ending June 30, 2023. Senate Bill No. 1202, State of Connecticut, Pub. L. No. 21-2, July 1, 2021. <https://www.cga.ct.gov/2021/act/pa/pdf/2021pa-00002-r00sb-01202ss1-pa.pdf>
216. NYSDEC, 2021: Observed and Projected Climate Change in New York State: An Overview. New York State Department of Environmental Conservation. [https://www.dec.ny.gov/docs/administration\\_pdf/ccnys2021.pdf](https://www.dec.ny.gov/docs/administration_pdf/ccnys2021.pdf)
217. New York State Climate Action Council, 2021: New York State Climate Action Council Draft Scoping Plan. State of New York. <https://climate.ny.gov/Resources/Draft-Scoping-Plan>
218. New York State Climate Action Council, 2022: New York State Climate Action Council Scoping Plan. State of New York. <https://climate.ny.gov/resources/scoping-plan/>
219. An Act to Amend the Agriculture and Markets Law and the Soil and Water Conservation Districts Law, in Relation to Establishing the Soil Health and Climate Resiliency Act. A5386A, State of New York, February 16, 2021. <https://www.nysenate.gov/legislation/bills/2021/a5386>
220. An Act to Amend the Economic Development Law, in Relation to Allowing for Eligibility of Green Chips Projects in the Excelsior Tax Credit Program. S9467, State of New York, May 31, 2022. <https://www.nysenate.gov/legislation/bills/2021/s9467>
221. Clean Water, Clean Air and Green Jobs Environmental Bond Act. S8008C, State of New York, January 19, 2022. <https://www.nysenate.gov/legislation/bills/2021/S8008>
222. PADEP, 2021: Pennsylvania Climate Impacts Assessment. Pennsylvania Department of Environmental Protection. <https://www.dep.pa.gov/Citizens/climate/Pages/impacts.aspx>
223. PADEP, 2021: Pennsylvania Climate Action Plan. Pennsylvania Department of Environmental Protection. <https://www.dep.pa.gov/citizens/climate/pages/pa-climate-action-plan.aspx>
224. Kopp, R.E., C.J. Andrews, A. Broccoli, A. Garner, D. Kreeger, R. Leichenko, N. Lin, C.M. Little, J.A. Miller, J.K. Miller, K. Miller, R. Moss, P. Orton, A. Parris, D.A. Robinson, W. Sweet, J. Walker, C.P. Weaver, K. White, M. Campo, M.B. Kaplan, J. Herb, and L. Auermuller, 2019: New Jersey's Rising Seas and Changing Coastal Storms: Report of the 2019 Science and Technical Advisory Panel. Rutgers, The State University of New Jersey. <https://doi.org/10.7282/t3-eeqr-mq48>
225. NJDEP, 2020: 2020 New Jersey Scientific Report on Climate Change. Version 1, Hill, R., M.M. Rutkowski, L.A. Lester, H. Genievich, and N.A. Procopio, Eds. New Jersey Department of Environmental Protection, Trenton, NJ, 184 pp. <https://dep.nj.gov/wp-content/uploads/climatechange/nj-scientific-report-2020.pdf>
226. NJDEP, 2022: Climate Change Impacts on Human Health and Communities. New Jersey Department of Environmental Protection. <https://dep.nj.gov/wp-content/uploads/climatechange/nj-scientific-report-human-health-addendum.pdf>
227. Angarone, N., T. Caggiano, R. Hill, and J. Jahre, 2021: State of New Jersey Climate Change Resilience Strategy. State of New Jersey, New Jersey Interagency Council on Climate Resilience. <https://dep.nj.gov/wp-content/uploads/climatechange/nj-climate-resilience-strategy-2021.pdf>

228. State of New Jersey, 2019: 2019 New Jersey Energy Master Plan—Pathway to 2050. State of New Jersey, 290 pp. [https://nj.gov/emp/docs/pdf/2020\\_NJBPU\\_EMP.pdf](https://nj.gov/emp/docs/pdf/2020_NJBPU_EMP.pdf)
229. NJDEP, 2020: New Jersey's Global Warming Response Act 80x50 Report. New Jersey Department of Environmental Protection. <https://dep.nj.gov/wp-content/uploads/climatechange/nj-gwra-80x50-report-2020.pdf>
230. An Act Concerning the Reduction of Greenhouse Gases. Bill S3207 SaSa (2R), State of New Jersey, 2019. <https://www.njleg.state.nj.us/bill-search/2018/s3207>
231. An Act Requiring New Jersey to Join the U.S. Climate Alliance and Uphold the Paris Climate Accord. NJ S598, State of New Jersey, February 21, 2018. <https://legiscan.com/nj/bill/s598/2018>
232. Industrial Economics, 2022: An Economic Analysis of the Impacts of Climate Change in the State of Delaware. Prepared for the Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control. Industrial Economics, Incorporated, Cambridge, MA. <https://documents.dnrec.delaware.gov/energy/Documents/Climate/Plan/Economic-Analysis-of-the-Impacts-of-Climate-Change-in-the-State-of-Delaware.pdf>
233. de Mooy, J., M. Pletta, and I. Yue, 2021: Delaware's Climate Action Plan. Delaware Department of Natural Resources and Environmental Control, Dover, DE. <https://dnrec.alpha.delaware.gov/climate-plan/>
234. An Act to Amend Title 26 of the Delaware Code Relating to Renewable Energy Portfolio Standards. Senate Bill No. 33, State of Delaware, February 10, 2021. <https://legis.delaware.gov/billdetail?legislationid=48278>
235. Boesch, D.F., W.C. Boicourt, R.I. Cullather, T. Ezer, G.E. Galloway Jr., Z.P. Johnson, K.H. Kilbourne, M.L. Kirwan, R.E. Kopp, S. Land, M. Li, W. Nardin, C.K. Sommerfield, and W.V. Sweet, 2018: Sea-Level Rise: Projections for Maryland 2018. University of Maryland, Center for Environmental Science, Cambridge, MD, 27 pp. <https://mde.maryland.gov/programs/air/climatechange/mccc/documents/sea-levelriseprojectionsmaryland2018.pdf>
236. MDE, 2021: The Greenhouse Gas Emissions Reduction Act: 2030 GGRA Plan. Maryland Department of the Environment. <https://mde.maryland.gov/programs/Air/ClimateChange/Documents/2030%20GGRA%20Plan/THE%202030%20GGRA%20PLAN.pdf>
237. Maryland Commission on Climate Change, 2021: Annual Report and Building Energy Transition Plan. Maryland Commission on Climate Change, 29 pp. [https://mde.maryland.gov/programs/air/ClimateChange/MCCC/Documents/2021%20Annual%20Report%20FINAL%20\(2\).pdf](https://mde.maryland.gov/programs/air/ClimateChange/MCCC/Documents/2021%20Annual%20Report%20FINAL%20(2).pdf)
238. Climate Solutions Now Act of 2022. SB 528, State of Maryland, June 1, 2022. [https://mgaleg.maryland.gov/2022rs/fnotes/bil\\_0008/sb0528.pdf](https://mgaleg.maryland.gov/2022rs/fnotes/bil_0008/sb0528.pdf)
239. An Act Concerning Sea Level Rise Inundation and Coastal Flooding—Construction, Adaptation, and Mitigation. HB1350 - CH0628, State of Maryland, July 1, 2018. <https://mgaleg.maryland.gov/mgawebsite/legislation/details/hb1350?ys=2018rs>
240. City of Washington DC, 2016: Vulnerability and Risk Assessment: Climate Change Adaptation Plan for the District of Columbia. City of Washington, DC. [https://doee.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/ddoe/publication/attachments/AREA\\_Vulnerability\\_Assessment\\_DRAFT\\_2016-06-21lowres\\_.pdf](https://doee.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/ddoe/publication/attachments/AREA_Vulnerability_Assessment_DRAFT_2016-06-21lowres_.pdf)
241. City of Washington DC, 2018: Clean Energy DC: The District of Columbia Climate and Energy Action Plan. U.S. Department of Energy and Environment. <https://doee.dc.gov/cleanenergydc>
242. City of Washington DC, 2018: Sustainable DC 2.0 Plan. U.S. Department of Energy and Environment. <https://sustainable.dc.gov/sdc2>
243. City of Washington DC, 2019: Resilient DC: A Strategy to Thrive in the Face of Change. City of Washington, DC. <https://resilient.dc.gov/>
244. City of Washington DC, 2020: Climate Resilient by 2050: Making Progress Towards a Climate Ready DC. U.S. Department of Energy and Environment. <https://doee.dc.gov/climateready>
245. Saint Regis Mohawk Tribe, 2013: Climate Change Adaptation Plan for Akwesasne. Saint Regis Mohawk Tribe. [https://dvc479a3d0ke3.cloudfront.net/\\_uploads/site\\_files/ClimateChange.pdf](https://dvc479a3d0ke3.cloudfront.net/_uploads/site_files/ClimateChange.pdf)
246. Mi'kmaq Nation, 2022: Thirteen Moons: Climate Change Adaptation Plan. Mi'kmaq Nation. <https://www.usetinc.org/departments/oerm/climate-change/tribal-climate-planning-documents/>

247. City of Boston, 2019: 2019 Climate Action Plan Update. City of Boston. [https://www.boston.gov/sites/default/files/embed/file/2019-10/city\\_of\\_boston\\_2019\\_climate\\_action\\_plan\\_update\\_4.pdf](https://www.boston.gov/sites/default/files/embed/file/2019-10/city_of_boston_2019_climate_action_plan_update_4.pdf)
248. City of Philadelphia, 2021: Philadelphia Climate Action Playbook. City of Philadelphia, Greenworks Philadelphia. <https://www.phila.gov/media/20210113125627/Philadelphia-Climate-Action-Playbook.pdf>
249. Cities of Portland and South Portland, 2019: One Climate Future: Climate Change Vulnerability Assessment. Portland and South Portland Sustainability Offices. [https://www.oneclimatefuture.org/wp-content/uploads/2020/12/OneClimateFuture\\_VulnerabilityAssessment\\_Final.pdf](https://www.oneclimatefuture.org/wp-content/uploads/2020/12/OneClimateFuture_VulnerabilityAssessment_Final.pdf)
250. Cities of Portland and South Portland, 2020: Our Contributions to Climate Change: GHG Emissions. Portland and South Portland Sustainability Offices. [https://www.oneclimatefuture.org/wp-content/uploads/2021/02/Emissions\\_Downized\\_Web.pdf](https://www.oneclimatefuture.org/wp-content/uploads/2021/02/Emissions_Downized_Web.pdf)
251. Cities of Portland and South Portland, 2021: One Climate Future: Charting a Course for Portland and South Portland. Portland and South Portland Sustainability Offices. [https://www.oneclimatefuture.org/wp-content/uploads/2021/02/OneClimateFuture\\_FinalJan2021\\_Downized.pdf](https://www.oneclimatefuture.org/wp-content/uploads/2021/02/OneClimateFuture_FinalJan2021_Downized.pdf)
252. City of Pittsburgh, 2017: Executive Order 2017-08: Reinforcing Pittsburgh's Commitment to the Global Partnership on Climate Change. City of Pittsburgh, Office of the Mayor, Pittsburgh, PA. 3 pp. [https://apps.pittsburghpa.gov/mayorpeduto/Climate\\_exec\\_order\\_06.02.17\\_\(1\).pdf](https://apps.pittsburghpa.gov/mayorpeduto/Climate_exec_order_06.02.17_(1).pdf)
253. City of Pittsburgh, 2021: Earth Day Executive Order. City of Pittsburgh, Office of the Mayor, 5 pp. [https://apps.pittsburghpa.gov/redtail/images/14057\\_FINAL\\_Climate\\_Change\\_Earth\\_Day\\_Executive\\_Order.pdf](https://apps.pittsburghpa.gov/redtail/images/14057_FINAL_Climate_Change_Earth_Day_Executive_Order.pdf)
254. City of Pittsburgh, 2008: Pittsburgh Climate Action Plan Version 1.0. City of Pittsburgh, Green Building Alliance, Pittsburgh, PA. <https://www.yumpu.com/en/document/view/22813674/2008-pittsburgh-climate-action-plan-city-of-pittsburgh>
255. City of Pittsburgh, 2017: Climate Action Plan: Version 3.0. City of Pittsburgh, Pittsburgh's Green Government Task Force, Pittsburgh, PA. [https://apps.pittsburghpa.gov/redtail/images/7101\\_Pittsburgh\\_Climate\\_Action\\_Plan\\_3.0.pdf](https://apps.pittsburghpa.gov/redtail/images/7101_Pittsburgh_Climate_Action_Plan_3.0.pdf)
256. City of Pittsburgh, 2018: Pittsburgh Equity Indicators: A Baseline Measurement for Enhancing Equity in Pittsburgh. Annual Report: 2018. City of Pittsburgh, Office of the Mayor. [https://pittsburghpa.gov/equityindicators/documents/PGH\\_Equity\\_Indicators\\_2018.pdf](https://pittsburghpa.gov/equityindicators/documents/PGH_Equity_Indicators_2018.pdf)
257. City of Pittsburgh, 2021: State of Sustainability 2019-2020. City of Pittsburgh, Department of City Planning Sustainability and Resilience Division, 8 pp. [https://apps.pittsburghpa.gov/redtail/images/14821\\_State\\_of\\_Sustainability\\_2020\\_Final.pdf](https://apps.pittsburghpa.gov/redtail/images/14821_State_of_Sustainability_2020_Final.pdf)
258. City of Pittsburgh, 2022: Pittsburgh Zoning Code, Title Thirteen: City of Pittsburgh Stormwater Management Ordinance. Pittsburgh, PA. [https://library.municode.com/pa/pittsburgh/codes/code\\_of\\_ordinances?nodeId=PIZOCO\\_TITTHIRTEENSTMA](https://library.municode.com/pa/pittsburgh/codes/code_of_ordinances?nodeId=PIZOCO_TITTHIRTEENSTMA)
259. City of Morgantown, 2022: Green Team. City of Morgantown, Morgantown, WV. <http://www.morgantownwv.gov/295/green-team>
260. Morgantown Municipal Green Team, 2020: Annual Report 2019. City of Morgantown, Morgantown, WV. <http://www.morgantownwv.gov/documentcenter/view/3184/green-team-2019-annual-report>
261. Morgantown Municipal Green Team, 2018: Strategic Plan (2018-2022). City of Morgantown, Morgantown, WV. <http://www.morgantownwv.gov/documentcenter/view/1862/morgantown-green-team-strategic-plan-2018-2022>
262. City of Morgantown, 2022: Money, Energy, and Sustainability. City of Morgantown. <http://www.morgantownwv.gov/documentcenter/view/1866/morgantown-energy-policy-guide>
263. Bernhardt, A., C. Kousky, A. Read, and C. Sykes, 2021: Community-Based Catastrophe Insurance: A Model for Closing the Disaster Protection Gap. Marsh and McLennan Companies, Inc., 33 pp. <https://www.marshmcclennan.com/insights/publications/2021/february/community-based-catastrophe-insurance.html>
264. Buchner, B., B. Naran, P. Fernandes, R. Padmanabhi, P. Rosane, M. Solomon, S. Stout, C. Strinati, R. Tolentino, G. Wakaba, Y. Zhu, C. Meattle, and S. Guzmán, 2021: Global Landscape of Climate Finance 2021. Climate Policy Initiative. <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-2021/>

265. Tall, A., S. Lynagh, C.B. Vecchi, P. Bardouille, F.M. Pino, E. Shababat, V. Stenek, F. Stewart, S. Power, C. Paladines, P. Neves, and L. Kerr, 2021: Enabling Private Investment in Climate Adaptation & Resilience. World Bank Group and Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/6219bf23-87e1-5f30-aaf9-30e0cd793ce3>
266. Hyman, E., 2022: Introduction to Financing Climate Change Mitigation and Adaptation. U.S. Agency for International Development, Washington, DC. [https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2022-12/Introduction%20to%20Financing%20Climate%20Change%20Mitigation%20and%20Adaptation%20\\_0.pdf](https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2022-12/Introduction%20to%20Financing%20Climate%20Change%20Mitigation%20and%20Adaptation%20_0.pdf)
267. Shi, L. and S. Moser, 2021: Transformative climate adaptation in the United States: Trends and prospects. *Science*, **372** (6549), 8054. <https://doi.org/10.1126/science.abc8054>
268. EPA, 2023: Federal Funding and Technical Assistance for Climate Adaptation. U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/arc-x/federal-funding-and-technical-assistance-climate-adaptation>
269. Insurance Information Institute, 2018: How Insurance Drives Economic Growth. Insurance Information Institute, 18 pp. <https://www.iii.org/sites/default/files/docs/pdf/insurance-driver-econ-growth-053018.pdf>
270. AON, 2022: 2021 Weather, Climate and Catastrophe Insight. AON. <https://www.aon.com/reinsurance/getmedia/1b516e4d-c5fa-4086-9393-5e6afb0eeded/20220125-2021-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>
271. Insurance Information Institute, 2022: Facts + Statistics: U.S. Catastrophes [Webpage]. <https://www.iii.org/fact-statistic/facts-statistics-us-catastrophes>
272. Insurance Information Institute, 2022: Spotlight on: Flood Insurance [Webpage]. <https://www.iii.org/article/spotlight-on-flood-insurance>
273. Kunreuther, H., S. Wachter, C. Kousky, and M. Lacour-Little, 2018: Flood Risk and the U.S. Housing Market. University of Pennsylvania, The Wharton School, 38 pp. [https://pennur.upenn.edu/uploads/media/Flood\\_Risk\\_and\\_the\\_US\\_Housing\\_Market.pdf](https://pennur.upenn.edu/uploads/media/Flood_Risk_and_the_US_Housing_Market.pdf)
274. Klotzbach, P.J., S.G. Bowen, R. Pielke, and M. Bell, 2018: Continental U.S. hurricane landfall frequency and associated damage: Observations and future risks. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **99** (7), 1359–1376. <https://doi.org/10.1175/bams-d-17-0184.1>
275. GAO, 2021: FEMA Flood Maps: Better Planning and Analysis Needed to Address Current and Future Flood Hazards. GAO-22-104079. U.S. Government Accountability Office. <https://www.gao.gov/assets/gao/22-104079.pdf>
276. Netusil, N.R., C. Kousky, S. Neupane, W. Daniel, and H. Kunreuther, 2021: The willingness to pay for flood insurance. *Land Economics*, **97** (1), 17–38. <https://doi.org/10.3368/wple.97.1.110819-0160r1>
277. FEMA, 2022: Flood Insurance Manual. Risk Rating 2.0: Equity in Action Edition. U.S. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency. [https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema\\_nfip-flood-insurance-manual-sections-1-6\\_102022.pdf](https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_nfip-flood-insurance-manual-sections-1-6_102022.pdf)
278. NAR, 2023: Single-Family Existing-Home Sales and Prices, February 2023. National Association of Realtors. <https://www.nar.realtor/newsroom/existing-home-sales-surged-14-5-in-february-ending-12-month-streak-of-declines>
279. Michel-Kerjan, E., S. Lemoyne de Forges, and H. Kunreuther, 2012: Policy tenure under the U.S. National Flood Insurance Program (NFIP). *Risk Analysis*, **32** (4), 644–658. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01671.x>
280. CRS, 2022: Introduction to the National Flood Insurance Program (NFIP). CRS Report R44593. Congressional Research Service. <https://sgp.fas.org/crs/homesecc/R44593.pdf>
281. FEMA, 2021: Risk Rating 2.0 Is Equity in Action. U.S. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency, 6 pp. [https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema\\_rr-2.0-equity-action\\_0.pdf](https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_rr-2.0-equity-action_0.pdf)
282. FEMA, 2022: National Flood Insurance Program’s Reinsurance Program. U.S. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency. <https://www.fema.gov/flood-insurance/work-with-nfip/reinsurance>
283. Frank, T., 2019: The private sector is returning to the flood insurance game. *E&E News via Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/the-private-sector-is-returning-to-the-flood-insurance-game/>

284. Chaudhury, A., 2020: Role of intermediaries in shaping climate finance in developing countries—Lessons from the Green Climate Fund. *Sustainability*, **12** (14), 5507. <https://doi.org/10.3390/su12145507>
285. CBO, 2020: Public-Private Partnerships for Transportation and Water Infrastructure. Congressional Budget Office. <https://www.cbo.gov/publication/56044>
286. USAFacts, 2021: What Does America Spend on Transportation and Infrastructure? Is Transportation Infrastructure Improving? USAFacts. <https://usafacts.org/state-of-the-union/transportation-infrastructure/>
287. ASCE, 2021: A Comprehensive Assessment of America's Infrastructure: 2021 Report Card for America's Infrastructure. American Society of Civil Engineers. <https://infrastructurereportcard.org/>
288. The White House, 2021: Fact sheet: The bipartisan infrastructure deal. The White House, Washington, DC, November 6, 2021. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/11/06/fact-sheet-the-bipartisan-infrastructure-deal/>
289. Levitt, J.N. and C. Navalkha, 2022: From the Ground Up: How Land Trusts and Conservancies Are Providing Solutions to Climate Change. Watts, L.A. and A. Finch, Eds. Lincoln Institute of Land and Policy. <https://www.lincolnst.edu/sites/default/files/pubfiles/from-the-ground-up-full.pdf>
290. Buffalo Sewer Authority, 2019: Rain Check 2.0 Opportunity Report: The Next Generation of Green Infrastructure in Buffalo. City of Buffalo, Buffalo Sewer Authority. [https://raincheckbuffalo.org/app/uploads/2019/05/190515-RC2-OpportunityReport\\_sml.pdf](https://raincheckbuffalo.org/app/uploads/2019/05/190515-RC2-OpportunityReport_sml.pdf)
291. Friedland, K.D., J.A. Langan, S.I. Large, R.L. Selden, J.S. Link, R.A. Watson, and J.S. Collie, 2020: Changes in higher trophic level productivity, diversity and niche space in a rapidly warming continental shelf ecosystem. *Science of The Total Environment*, **704**, 135270. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135270>
292. Huang, H., J.M. Winter, E.C. Osterberg, R.M. Horton, and B. Beckage, 2017: Total and extreme precipitation changes over the northeastern United States. *Journal of Hydrometeorology*, **18** (6), 1783–1798. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-16-0195.1>