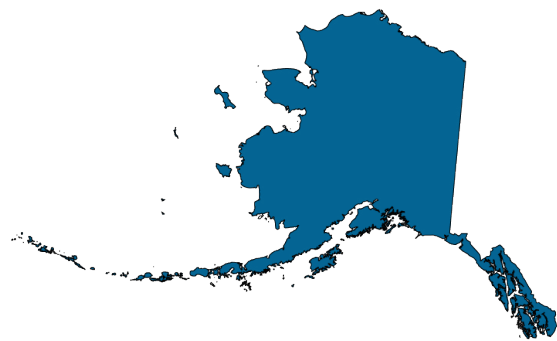


Alaska



Capítulo 29. Alaska

Autores y colaboradores

Autor principal de coordinación federal

Colleen Strawhacker, National Science Foundation

Autor principal del capítulo

Henry P. Huntington, Ocean Conservancy

Autores principales del capítulo de la agencia

Jeffrey Falke, US Geological Survey, Alaska Cooperative Fish and Wildlife Research Unit

Ellen M. Ward, National Oceanic and Atmospheric Administration

Autores del capítulo

Linda Behnken, Alaska Longline Fishermen's Association

Tracie N. Curry, Northern Social-Environmental Research

Adelheid C. Herrmann, University of Alaska Fairbanks, Alaska Center for Climate Assessment and Policy

Cana Uluak Itchuaqiyaq, Virginia Tech

Jeremy S. Littell, US Geological Survey, Alaska Climate Adaptation Science Center

Elizabeth A. Logerwell, NOAA Fisheries, Alaska Fisheries Science Center

Danielle Meeker, University of Alaska Fairbanks, Alaska Center for Climate Assessment and Policy

Jacquelyn R. Overbeck, State of Alaska Division of Geological & Geophysical Surveys (through July 2022)

Darcy L. Peter, Alaska Conservation Foundation

Rebecca Pincus, Woodrow Wilson Center, Polar Institute

Alyssa A. Quintyne, The Alaska Center

Sarah F. Trainor, University of Alaska Fairbanks, Alaska Center for Climate Assessment and Policy

Sarah A. Yoder, Alaska Department of Health

Contribuyentes técnicos

Patricia Chambers, Ocean Conservancy

Willow M. Hetrick, Chugach Regional Resources Commission

Michelle Michaels, US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research and Engineering Laboratory

Patricia E. Nelsen, US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research and Engineering Laboratory

Erin Shew, Chugach Regional Resources Commission

Elena B. Sparrow, University of Alaska Fairbanks, International Arctic Research Center

Richard L. Thoman Jr., University of Alaska Fairbanks

Mark F. Turgeon, Department of Defense, Climate Action Team

Vanessa R. von Biela, US Geological Survey, Alaska Science Center

Editor revisor

Micah B. Hahn, University of Alaska Anchorage

Arte de apertura de capítulo

Tami Phelps

Cita recomendada

Huntington, H.P., C. Strawhacker, J. Falke, E.M. Ward, L. Behnken, T.N. Curry, A.C. Herrmann, C.U. Itchuaqiyaq, J.S. Littell, E.A. Logerwell, D. Meeker, J.R. Overbeck, D.L. Peter, R. Pincus, A.A. Quinyne, S.F. Trainor, and S.A. Yoder, 2023: Cap. 29. Alaska. 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.CH29.ES>

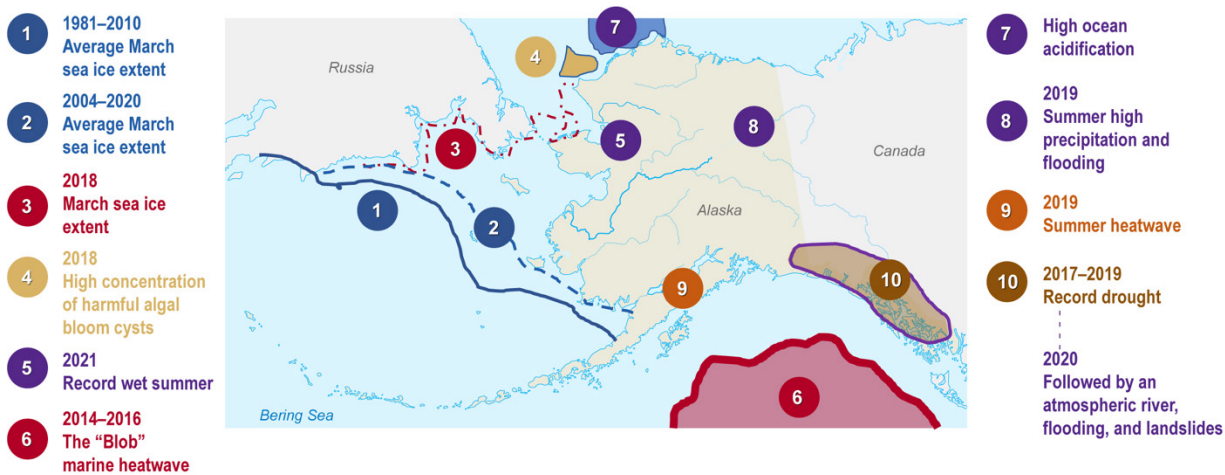
Índice de Contenidos

Introducción	5
Mensaje clave 29.1	
Nuestra salud y atención médica están en riesgo	10
Recuadro 29.1. “He sido llamada a rezar”	14
Mensaje clave 29.2	
Nuestras comunidades se enfrentan a factores de estrés agravados	15
Recuadro 29.2. “Tuvimos que cavar dentro y fuera de nuestra casa”	19
Mensaje clave 29.3	
Nuestros medios de subsistencia son vulnerables sin diversificación	20
Recuadro 29.3. Qué significa perder el salmón.....	23
Mensaje clave 29.4	
Nuestro entorno construido será más costoso	24
Recuadro 29.4. El costo del deshielo para las industrias de Alaska.....	26
Mensaje clave 29.5	
Nuestro entorno natural se transforma rápidamente	27
Mensaje clave 29.6	
Nuestra seguridad se enfrenta a mayores amenazas	31
Recuadro 29.6. Perspectivas tribales sobre la “seguridad”	33
Mensaje clave 29.7	
Nuestro futuro justo y próspero empieza por la adaptación.....	34
Recuadro 29.7. Adaptación tribal al cambio climático	39
Cuentas trazables.....	41
Descripción del proceso	41
Mensaje clave 29.1.....	41
Mensaje clave 29.2.....	42
Mensaje clave 29.3.....	43
Mensaje clave 29.4.....	44
Mensaje clave 29.5.....	44
Mensaje clave 29.6.....	46
Mensaje clave 29.7.....	47
Referencias	48

Introducción

Alaska se está calentando entre dos y tres veces más rápido que el promedio mundial^{1,2}. Los efectos físicos y ecológicos del calentamiento son evidentes en todo el estado (Figuras 29.1, 29.11). Los glaciares se reducen, el permafrost se descongela y el hielo marino disminuye. La temporada de crecimiento es más larga y el número de peces, mamíferos, aves e insectos ha aumentado en algunas áreas y ha disminuido bruscamente en otras. Esta combinación de efectos ambientales tiene consecuencias de gran alcance para la población de todo el estado. Después de una breve descripción de las características distintivas de Alaska y un resumen de la climatología reciente en esta introducción, el capítulo resalta las implicaciones sociales del cambio climático para Alaska en mayor medida que en los capítulos correspondientes de anteriores Evaluaciones Nacionales del Clima (National Climate Assessments, NCA), con ejemplos ilustrativos y temas recurrentes, como el salmón, la gobernanza y la adaptación.

Extremos climáticos recientes y eventos notables



Eventos climáticos extremos continúan en Alaska.

Figura 29.1. Los eventos climáticos extremos y notables han afectado recientemente distintas regiones de Alaska. Estos eventos han redefinido las expectativas de los extremos regionales y han puesto a prueba la preparación (Enfoque en Eventos Compuestos). La extensión del hielo marino de marzo en 2018 estuvo muy por debajo de los bajos promedios recientes (Figura A4.6)³. Se descubrieron altas concentraciones de quistes de proliferación de algas nocivas en el mar de Chukchi (KM 29.1)⁴. En 2021 se produjo un verano húmedo récord en el noroeste de Alaska, y 2019 trajo precipitaciones e inundaciones atípicas en la Ladera Norte. Los efectos de la ola de calor marina del Pacífico Norte de 2014-2016 (la “Blob”)⁵ se han hecho evidentes (Figuras 29.11, A4.11; Recuadro 10.1). La acidificación marina en curso en la región Ártica de Alaska ha contribuido a cambios fundamentales en la calidad del agua marina (KM 3.4)⁶. En el verano de 2019, se produjo una ola de calor récord y persistente en el sur de Alaska. Una sequía de varios años (2017-2019)^{7,8} en el bosque lluvioso del sureste de Alaska fue seguida por lluvias intensas y deslizamientos de tierra destructivos⁹ Créditos de la figura: USGS, NOAA Fisheries y Ocean Conservancy.

En lo climático, Alaska se destaca por el agua congelada en forma de permafrost, hielo marino, hielo terrestre y nieve. En lo cultural, Alaska alberga 21 pueblos indígenas distintos, que representan aproximadamente una quinta parte de la población. Las tierras y las comunidades de Alaska están gobernadas por un complejo sistema de agencias federales, estatales y locales y 229 gobiernos tribales, así como corporaciones regionales y de aldeas de nativos de Alaska. Más de 200 comunidades están situadas fuera de la red de carreteras. La mayoría de estas solo tienen acceso durante todo el año en avioneta y en verano en ferry, barcaza de carga o barco fluvial. En lo económico, Alaska está dominada por el sector público y por

las industrias de recursos naturales, siendo la pesca la mayor industria del sector privado en términos de empleo, y el petróleo y el gas la mayor en términos de ingresos¹⁰. Estas características determinan la forma en que el cambio climático afecta la sociedad de Alaska (consulte también KM 29.2).

Las respuestas al cambio climático en las comunidades de Alaska se producen en el contexto de los sistemas de gobernanza divididos entre agencias federales, estatales, regionales, locales y tribales, con responsabilidades diversas y a menudo superpuestas. Alrededor de dos tercios de las tierras de Alaska están bajo jurisdicción federal, otra cuarta parte es propiedad del estado de Alaska y una décima parte pertenece a corporaciones de nativos de Alaska. Los gobiernos tribales, con pocas excepciones, no tienen jurisdicción geográfica, pero son responsables de muchos programas que afectan a los miembros de las tribus. Dado que el cambio climático afecta la sociedad de muchas maneras, una gobernanza fragmentada puede frustrar una respuesta coordinada o la capacidad de las comunidades para abordar el cambio climático de forma holística (Figura 29.16). Algunos precedentes, como la Comisión Denali (una agencia federal independiente diseñada para suministrar a Alaska servicios públicos, infraestructuras y apoyo económico), demuestran el potencial de una mayor coordinación del apoyo gubernamental para abordar mejor las necesidades de la comunidad, si se brindan los recursos y la dirección adecuados.

Desde que se publicó la Cuarta Evaluación Nacional del Clima (Fourth National Climate Assessment, NCA4) en 2018, Alaska ha seguido experimentando cambios rápidos, generalizados y extremos relacionados con el clima en forma de calentamiento marino, el récord de hielo marino bajo,^{3,11,12} las tasas de acidificación marina más altas del mundo,^{6,13} un aumento en la frecuencia de eventos extremos como las olas de calor marinas (KM 10.1)^{5,12,14,15} y tormentas extremas de nieve y lluvia en el invierno (Apéndice 4.2; Recuadro 29.2)^{16,17}. Estos cambios han reducido la productividad biológica, modificado la sincronización estacional de la productividad, alterado la dinámica de las redes tróficas y provocado una fuerte disminución de las presas^{18,19,20,21}. En muchos entornos de agua dulce, estos cambios se traducen en una combinación de reducción de los caudales estivales, aumento de las temperaturas estivales del agua, hipoxia y disminución de la abundancia de presas, que son letales para muchas especies acuáticas^{7,19,22,23}. No hay indicios de que estas tendencias vayan a retrasarse o invertirse en un futuro cercano (KM 2.2)^{19,24,25,26,27,28,29}.

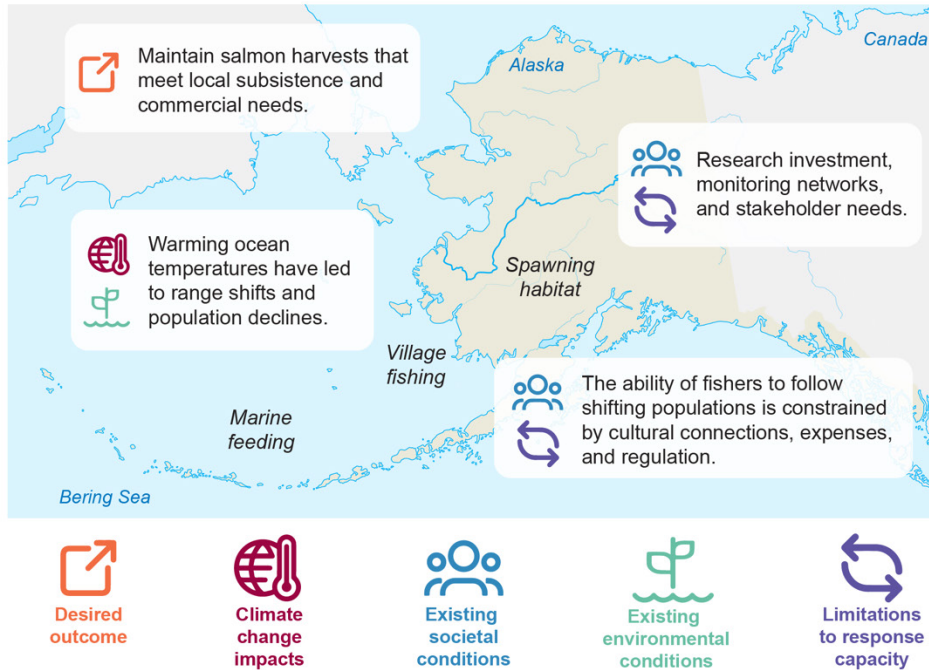
El cambio climático en Alaska está impulsado por las tendencias globales (KM 2.1), pero los impactos regionales son evidentes. El estado está experimentando un calentamiento de las temperaturas del aire¹, sequías que sin precedentes⁷, reducción de la capa de nieve¹, disminución de los glaciares^{30,31}, deshielo continuado del permafrost³², cambio relativo del nivel del mar³³, números récord de brotes de polen, incendios forestales cada vez más destructivos³⁴, cambios en las cantidades de nieve y en las estaciones¹ y cambios en los patrones de las tormentas de viento³⁵. Aunque la variabilidad interanual es y será una característica del clima de Alaska³⁶, es evidente que las tendencias detectables de calentamiento comenzaron en la década de los años 70 del siglo XX^{1,2}. Las temperaturas promedio anuales han aumentado en todo el estado desde 1971, con incrementos que oscilan entre 2.4 °F en el sureste de Alaska y 6.2 °F en el norte de Alaska¹, hasta 2.6 veces la tasa de cambio en los 48 estados más bajos. Del calentamiento promedio anual de Alaska entre 1950 y 2017, el 75 % se explica por el calentamiento provocado por los gases de efecto invernadero³⁷. Las olas de calor están aumentando en el Ártico³⁸. Una ola de calor en el verano de 2019 trajo temperaturas récord al sur y al interior de Alaska³⁹ con temperaturas máximas diarias superiores a las normales por más de 20 °F. Este evento tuvo importantes impactos en la comunidad, como humo de los incendios forestales y muerte de peces, así como perturbaciones inusualmente severas y costosas, como el incendio del lago Swan en la península de Kenai⁴⁰. Se proyecta que la temperatura promedio anual del aire en la superficie en todo el estado de Alaska aumente 8.1 °F (4.5 °C) a finales de siglo en un escenario intermedio (SSP2-4.5) y 14.2 °F (7.9 °C) en un escenario muy alto (SSP5-8.5) para 2081-2100 en relación con 1981-2010^{41,42}. Esta proyección es 2.5 °F (1.4 °C) superior a las proyecciones regionales comparables de la NCA4⁴³.

Los totales de precipitaciones anuales y estacionales están aumentando en general, pero la magnitud y la importancia de los cambios varían según el conjunto de datos y la ubicación^{1,44}, con las tendencias de aumento más consistentes en el norte de Alaska, particularmente en la Ladera Norte (más del 2.5 % por década)¹. Las precipitaciones máximas de uno y cinco días están aumentando en la mayoría de las divisiones climáticas de Alaska, pero los cambios son estadísticamente significativos desde 1957 en la Ladera Norte (más del 2 % por década) y en la parte sureste del interior (más del 1.4 % por década). Los recientes eventos de precipitaciones extremas y estacionales sin precedentes han planteado desafíos en varias partes de Alaska. Por ejemplo, un río atmosférico (un flujo atmosférico que provoca precipitaciones extremas) en diciembre de 2020 batió todos los récords de precipitaciones extremas en 24 horas en 11 comunidades del sureste de Alaska y causó dos víctimas mortales y más de \$33.5 millones (en dólares de 2022) en daños a la propiedad pública debido a la lluvia sobre nieve y a la escorrentía de las tormentas, así como el viento y los deslizamientos de tierra. Se proyecta que la precipitación promedio anual total en todo el estado de Alaska aumente un 20.6 % a finales de siglo en un escenario intermedio (SSP2-4.5) y un 35.8 % a finales de siglo en un escenario muy alto (SSP5-8.5), para 2081-2100 en relación con 1981-2010^{41,42}.

Algunos de los impactos más directos del aumento de las temperaturas se producen en la criósfera: nieve, hielo y permafrost (KM 3.4)⁴⁵, con impactos sustanciales y consecuentes en hidrología, función de los ecosistemas, infraestructuras y salud y medios de subsistencia humanos. En todo el Ártico, el aumento de la temperatura está provocando un acortamiento de la temporada de nieve, el deshielo de los glaciares, el deshielo del permafrost y una extensión del hielo marino menos predecible (Apéndice 4.3)^{1,45}. Las nevadas han disminuido en otoño y primavera, pero han aumentado en algunas partes de Alaska en la temporada de nieve de mediados de invierno¹. Se proyecta que la temporada de nevadas en Alaska disminuya en todo el estado^{46,47}, y se proyecta que el agua arrastrada por la capa de nieve disminuya entre un 20 % y un 60 % en la década de los años 50 del siglo XXI (2040-2069, emisiones moderadas) y entre un 40 % y un 90 % en la década de los años 80 (2070-2099, emisiones más altas) en la mayor parte de las zonas sur y oeste del estado. Sin embargo, las zonas más elevadas y frías de Alaska podrían no sufrir pérdidas netas o incluso aumentar hasta un 35 % (como en la Cordillera Brooks) las nevadas durante la temporada de nieve de mediados de invierno⁴⁶. En marzo, mes histórico de máxima extensión de hielo marino, la extensión de hielo del mar de Bering ha disminuido en unas 20,000 millas cuadradas por década desde 1957¹, y los récords mínimos en 2018 y 2019 se asociaron con temperaturas marinas cálidas⁴⁸. Para septiembre, históricamente el mes de mínima extensión de hielo marino, las extensiones de hielo de Chukchi y Beaufort han disminuido en aproximadamente 27,000 millas cuadradas por década y 31,000 millas cuadradas por década, respectivamente¹. Estas pérdidas de hielo marino se aceleraron a mediados de la década de los años 90 del siglo XX. La degradación y el deshielo del permafrost descritos en las NCA anteriores continúan y pueden estar acelerándose debido a los recientes inviernos cálidos y, en 2018, al aumento de la capa de nieve (p. ej., Douglas *et al.* 2021⁴⁹), que aísla la superficie del aire frío superior⁵⁰. Las proyecciones de degradación del permafrost reportadas anteriormente pueden subestimar las tasas de deshielo del permafrost⁵¹.

Estos amplios cambios afectan la sociedad de Alaska de muchas maneras: geografía, gobernanza, economía, demografía, culturas y servicios sociales existentes en Alaska (la Figura 29.2 ofrece dos ejemplos). Al alterar los patrones y condiciones habituales, el cambio climático exacerba las tensiones y conflictos existentes en todo el estado. A medida que se erosionan las costas y las riberas de los ríos y que cambia la distribución de los peces y la vida silvestre, las posibles respuestas incluyen la reubicación de las comunidades o la utilización de nuevas áreas para la caza, la pesca y otros usos. Sin embargo, los sistemas sociales actuales pueden limitar las opciones disponibles para responder al cambio (KM 20.2). Las pólizas y prácticas de gestión de tierras y recursos, por ejemplo, pueden impedir o restringir los movimientos de las personas y sus actividades⁵². Al mismo tiempo, los fuertes lazos que los pueblos indígenas de Alaska tienen con sus tierras y aguas son una consideración vital en cualquier respuesta equitativa al cambio.

El contexto de la respuesta al cambio climático



Denali Park Road



La respuesta al cambio climático depende del resultado social deseado y está determinada por las condiciones sociales y medioambientales existentes.

Figura 29.2. Dos ejemplos ilustran las interacciones entre el cambio climático y los factores sociales y medioambientales de una actividad importante en gran parte del estado y de un lugar que atrae a muchos residentes y visitantes por igual. El éxito de la pesca del salmón en las aldeas rurales de Alaska se ve amenazado por los cambios ecológicos que afectan el desove y la supervivencia del salmón (arriba; Recuadros 29.3, 29.5). La economía turística del Parque Nacional de Denali, de \$600 millones anuales, se ve amenazada por el deshielo de un glaciar de roca que ha dañado la carretera de acceso (abajo; Recuadro 29.4). Créditos de la figura: (arriba) Ocean Conservancy, (abajo) adaptado del NPS. Créditos de la fotografía: NPS

Aunque los habitantes de Alaska no pueden detener por sí solos el calentamiento global, pueden optar por emprender acciones que contribuyan a los esfuerzos globales para limitar el cambio climático y ser líderes en una planificación y adaptación efectivas (KM 31.3). Desde campamentos culturales para nativos de Alaska en los que se enseña resiliencia climática y cultural hasta cursos sobre instalación solar residencial para propietarios y trabajadores, los habitantes de Alaska que trabajan juntos pueden lograr mucho. La efectividad de la cooperación, junto con una cuidadosa preparación y planificación, se vio en la respuesta rápida y efectiva al terremoto de noviembre de 2018 en el centro-sur de Alaska⁵³. Si la respuesta de Alaska al cambio climático sigue fragmentada, el cambio climático se entrelazará con casi todos los demás problemas persistentes a los que se enfrenta el estado. Si la sociedad de Alaska se une, se puede hacer mucho para crear beneficios duraderos para la actualidad y para las generaciones futuras, y así contribuir a una sociedad próspera y justa en el estado (Tabla 29.1).

Tabla 29.1. La intersección del cambio climático y el contexto social

El cambio climático exacerba las tensiones sociales existentes, pero responder de manera efectiva al cambio climático puede significar muchos beneficios sociales, como se muestra en los ejemplos aquí expuestos para cada uno de los mensajes clave del capítulo.

Mensaje clave	Ejemplos de desafíos que se relacionan con el cambio climático	Ejemplos de oportunidades para respuestas climáticas con múltiples beneficios
29.1 Nuestra salud y atención médica están en riesgo	Acceso desigual a la nutrición básica y a los servicios de salud física y mental.	Servicios sólidos de salud pública.
29.2 Nuestras comunidades se enfrentan a factores de estrés agravados	Inseguridad alimentaria.	Aumentar la capacidad y la intervención de la comunidad.
29.3 Nuestros medios de subsistencia son vulnerables sin diversificación	Precios altos y escasez de empleo, especialmente en las zonas rurales de Alaska.	Energías renovables e industrias de valor añadido.
29.4 Nuestro entorno construido será más costoso	Altas necesidades, costos elevados y obstáculos para la implementación.	Aprendizaje intercomunitario, establecimiento de prioridades por las propias comunidades.
29.5 Nuestro entorno natural se transforma rápidamente	Conflictos de asignación y efectos acumulativos de las actividades humanas.	Gestión basada en los ecosistemas y participación equitativa.
29.6 Nuestra seguridad se enfrenta a mayores amenazas	Conflictos a muchas escalas y competencia por recursos limitados.	Reconocer y apoyar las contribuciones generalizadas a la seguridad.
29.7 Nuestro futuro justo y próspero empieza por la adaptación	Las necesidades sociales mencionadas plantean desafíos para la adaptación al cambio climático.	Aprendizaje y cooperación a gran escala para mejorar la justicia y la equidad.

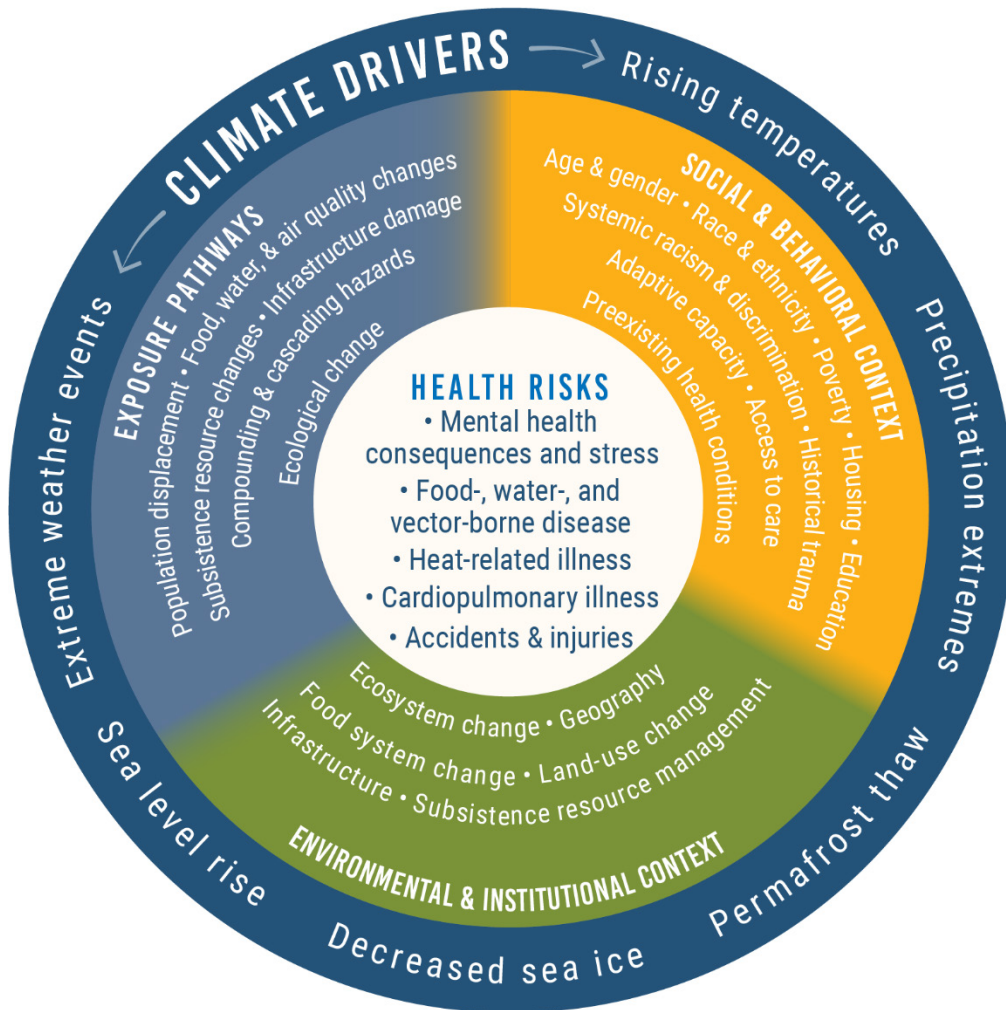
Mensaje clave 29.1

Nuestra salud y atención médica están en riesgo

Las disparidades de salud en Alaska, incluido el acceso a la atención médica y los resultados de salud, se ven exacerbadas por el cambio climático (*confianza alta*). El bienestar de los habitantes de Alaska se verá aún más complicado por las amenazas climáticas y las enfermedades emergentes (*confianza media*). La mejora de la vigilancia en materia de salud y del acceso a la atención médica en todo el estado puede aumentar la capacidad de resiliencia ante eventos que amenacen la salud pública (*confianza media*).

Muchos habitantes de Alaska, en particular los nativos, tienen una clara conexión con y entendimiento del entorno natural (KM 29.5) y dependen de la tierra, del mar y de los recursos naturales para sus actividades económicas, seguridad alimentaria, salud, cultura y bienestar general. Esta estrecha conexión con los ecosistemas locales, combinada con el aislamiento geográfico de muchas comunidades y su consiguiente lejanía de los servicios de atención médica y de otros servicios, crea una población especialmente vulnerable a los impactos de salud de los efectos locales de un clima cambiante (Figura 29.3), aunque también fomenta la autosuficiencia y la resiliencia.

Clima, salud y bienestar en las comunidades



Los impactos del cambio climático sobre la salud y el bienestar dependen de muchos factores sociales y medioambientales.

Figura 29.3. El bienestar incluye resultados de salud física, mental y espiritual, todos ellos condicionados por numerosos factores contextuales, como el cambio y la gobernanza medioambientales, las características y los sistemas sociales y de comportamiento y las trayectorias de exposición que conectan el entorno cambiante con la salud humana. Todos estos factores contextuales se ven afectados por el cambio climático y se producen de manera simultánea. Adaptado de Balbus *et al.* 2016⁵⁴.

El cambio climático en Alaska pone de manifiesto las desigualdades a las que se enfrentan muchos grupos raciales y étnicos, como la discriminación, la falta de acceso a la atención médica, la falta de instalaciones sanitarias interiores y la pobreza^{55,56,57}. Especialmente en las zonas rurales de Alaska, las comunidades desfavorecidas se enfrentan a menudo a la inseguridad alimentaria y del agua, a un saneamiento inadecuado, al hacinamiento en los hogares, a opciones de transporte limitadas, a un acceso médico limitado y a un aislamiento geográfico significativo^{58,59,60}. Las personas que viven en estos entornos se ven desproporcionadamente afectadas por el cambio climático (KM 15.2, 20.1),⁶¹ y tienen opciones limitadas para responder a perturbaciones adicionales.

La falta de instalaciones sanitarias básicas en los hogares (Figura 4.16) contribuye a las disparidades de salud, especialmente en las zonas rurales de Alaska. La falta de instalaciones sanitarias interiores fue un factor clave que contribuyó a la alta incidencia de casos de COVID-19 entre las comunidades tribales (Enfoque

en el COVID-19 y el Cambio Climático)^{62,63,64}. Más de 3,300 hogares en más de 30 comunidades de Alaska carecen de servicios de agua corriente y alcantarillado en el hogar^{65,66}. En Alaska, la falta de servicios de agua y alcantarillado está asociada con múltiples resultados adversos para la salud^{67,68,69}. Factores medioambientales como el deshielo del permafrost, la erosión de los ríos y las inundaciones agravan la desigualdad de las infraestructuras de la salud, y el cambio climático ha creado nuevos desafíos para la construcción y el mantenimiento de los sistemas de saneamiento. El Sistema Portátil de Saneamiento Ártico, desarrollado por el Consorcio de Salud Tribal Nativo de Alaska y probado en cinco comunidades hasta la fecha, ofrece a los hogares agua tratada para beber y un lavabo para lavarse las manos, además de un sistema de inodoros sin agua. Estos sistemas permiten a los hogares satisfacer sus necesidades básicas de agua y saneamiento en situaciones como daños en las infraestructuras de agua y alcantarillado existentes o reubicación de la comunidad⁶⁶ y, aunque no sustituyen a un sistema de distribución de agua por tuberías, estos sistemas son un buen ejemplo de respuesta a los peligros climáticos en Alaska (KM 16.3).

El cambio climático en Alaska está relacionado con una serie de desastres medioambientales, que pueden afectar directamente la salud de formas significativas que pueden no ser bien conocidas (KM 15.1). Las inundaciones, por ejemplo, impactan de manera negativa el bienestar físico y mental, con implicaciones especiales y persistentes para determinadas poblaciones, como las embarazadas y los niños^{70,71}. En Alaska, estos efectos se ven agravados por disparidades preexistentes, como el acceso limitado a la atención médica (p. ej., las embarazadas de las zonas rurales de Alaska suelen desplazarse a las zonas urbanas para dar a luz) y la falta de opciones alternativas de vivienda. Después del paso del tifón extratropical Merbok en septiembre de 2022, que provocó la inundación generalizada de más de mil millas de costa de Alaska, la población sufrió la pérdida del servicio de transporte aéreo, cortes de electricidad durante varios días y daños en las viviendas (que a menudo obligaron a trasladarse a otra comunidad)⁷².

Las alteraciones medioambientales debido al cambio climático pueden provocar un aumento de las tasas de suicidio, entre otros efectos negativos para la salud mental (KM 15.1)⁷³. Estos efectos, incluida la profunda pérdida de conexión con un paisaje alterado por el cambio climático, pueden aumentar los casos de enfermedad mental y duelo espiritual en las poblaciones afectadas y las generaciones posteriores^{74,75,76}. Los desplazamientos forzados hacia el interior debido al aumento del nivel del mar, la erosión costera, las inundaciones y el deshielo del permafrost alteran las redes sociales y aumentan los casos de personas sin hogar^{77,78,79}. Las poblaciones nativas de Alaska ya experimentan tasas de suicidio significativamente altas, especialmente entre los jóvenes⁸⁰. Con base en la investigación con los inuit en Labrador, Canadá, las poblaciones nativas de Alaska, cuyas costumbres y cultura dependen de las actividades de sustento, pueden ser particularmente vulnerables a los impactos negativos sobre la salud mental relacionados con el cambio climático debido a su profunda conexión con la tierra, exacerbada por las disparidades existentes en los servicios de salud mental (KM 16.1)⁸¹.

Los residentes de Alaska y los funcionarios de salud pública han planteado diversos problemas de salud relacionados con el cambio climático (KM 15.1). Por ejemplo, la exposición al humo de los incendios forestales se asocia con un mayor riesgo de resultados adversos para la salud entre los nativos de Alaska y los residentes rurales⁸². Se cree que este mayor riesgo se debe, en parte, a las diferencias subyacentes en las tasas de enfermedades crónicas, así como al acceso a la atención médica y a los recursos para la reducción de la exposición (p. ej., filtros de aire)⁸². Las estrategias comunes de reducción de la exposición pueden no ser una opción para muchos hogares. Por ejemplo, pocas casas de Alaska tienen aire acondicionado. Durante un evento de humo de incendio forestal que coincida con una ola de calor, la gente debe considerar los riesgos de abrir una ventana para disminuir el calor contra el mantener las ventanas cerradas para minimizar la exposición al humo. Al desarrollar estrategias de adaptación a los peligros climáticos, es fundamental tener en cuenta las disparidades de salud existentes en las comunidades, la capacidad relativa de las personas para adaptarse y el potencial para exacerbar las desigualdades existentes (KM 15.3, 20.3).

La expansión geográfica de las especies de garrapatas y sus posibles implicaciones para la salud humana son otro motivo de preocupación (KM 8.2). La garrapata de patas negras y la garrapata de patas negras occidental, portadoras de las bacterias que causan la enfermedad de Lyme, no están establecidas en Alaska, aunque la garrapata de patas negras occidental se ha encontrado en humanos y animales domésticos que no han reportado viajes recientes fuera del estado^{83,84}. Las condiciones actuales en el sureste de Alaska y en algunas partes del centro-sur de Alaska son adecuadas para el establecimiento de la garrapata de patas negras occidental, y los modelos predicen un aumento de la idoneidad del hábitat de la garrapata en muchas áreas⁸⁴. Aunque no se conocen casos humanos de la enfermedad de Lyme en Alaska, se espera que aumente el riesgo, especialmente para aquellos que pasan mucho tiempo al aire libre⁵⁷.

La rabia es otra enfermedad que puede transmitirse de los animales a las personas, con posibles conexiones con el cambio de las condiciones climáticas debido al desplazamiento de las áreas de distribución de las especies huéspedes. En Alaska, la rabia se encuentra en poblaciones de zorros árticos y rojos a lo largo de las costas del norte y del oeste. Durante el invierno 2020/2021, se produjo un brote generalizado de rabia en el oeste de Alaska, con más de 35 casos confirmados en animales, en comparación con un promedio de cuatro a cinco casos cada año. Los cambios en el hielo marino y la disponibilidad de presas pueden haber desempeñado un papel al aumentar la exposición de los zorros rojos a los zorros árticos rabiosos y, por tanto, la propagación de la rabia a las áreas del interior, así como a lo largo de la costa^{85,86}.

El cambio climático también está afectando la capacidad de secar y almacenar alimentos de forma tradicional⁸⁷ y aumenta el potencial de efectos adversos para la salud derivados del procesamiento y consumo de pescado y vida silvestre⁵⁷. Las condiciones meteorológicas más húmedas impiden el secado del pescado y la carne, y el deshielo del permafrost y las inundaciones dañan las bodegas de hielo⁸⁸. Además, la salud humana, de los mamíferos marinos y de las aves marinas está cada vez más amenazada por el florecimiento de algas nocivas (harmful algal blooms, HAB), que producen una toxina que puede causar enfermedades graves o la muerte cuando se consume (KM 10.1)^{89,90,91,92}. En el mar de Chukchi se ha descubierto el mayor lecho de quistes en reposo de especies de HAB del mundo⁴. El calentamiento de las temperaturas marinas hace que estos quistes sean más propensos a eclosionar en florecimientos tóxicos masivos y recurrentes⁴.

En general, en Alaska existen limitados sistemas convencionales de vigilancia de las enfermedades para identificar, detectar y monitorear los peligros y las condiciones relacionadas con el clima, así como información limitada sobre los impactos más amplios en la salud, como el grado en que los factores relacionados con el clima han afectado a la salud mental. El desarrollo y la sostenibilidad de sistemas de vigilancia sólidos se ven obstaculizados por muchos factores, como la escasa población del estado y su gran escala geográfica, la limitación de lugares dentro del estado con pruebas de laboratorio y diagnóstico adecuadas y otras limitaciones de la atención médica, como el acceso a la atención médica y las bases de datos médicos desconectadas. Para superar estas brechas, se han puesto en marcha varios programas locales y tribales, como la Red Local de Observadores Medioambientales, la Investigación Marina Tribal del Sureste de Alaska y la Red de Centinelas Indígenas, que facilitan la integración de las observaciones comunitarias.

Además de los limitados sistemas de vigilancia de salud de los riesgos relacionados con el clima, también existen grandes disparidades en el acceso y los servicios de atención médica en Alaska. La pandemia del COVID-19 puso de manifiesto algunas de estas brechas^{93,94}, aunque algunas respuestas a la pandemia crearon o reforzaron las asociaciones médicas y la vigilancia, lo que puede respaldar acciones a más largo plazo para mejorar la atención médica y los resultados de salud en todo el estado. Dado que las crisis más inmediatas, como un brote de enfermedad, pueden reducir la capacidad de respuesta a los desafíos de la atención médica a más largo plazo, como los que plantea el cambio climático, la inversión continuada en este tipo de mejoras en el sistema de atención médica de todo el estado puede aumentar la resiliencia a los impactos de salud provocados por el clima.

Recuadro 29.1. “He sido llamada a rezar”

Las tragedias relacionadas con el cambio climático, como las muertes asociadas al cambio de las condiciones del hielo, impactan no solo a quienes se ven directamente afectados, sino a muchos más. Las comunidades nativas de Alaska, aunque a menudo están geográficamente dispersas, permanecen íntimamente conectadas a través de lazos culturales y familiares, medios de comunicación social y otras redes, como las iglesias (KM 16.2).

La anciana Iñupiaq Gladys I'yiiqpak Pungowiyi, de Kotzebue, una ciudad predominantemente inupiaq del noroeste de Alaska, afirma:

He sido llamada a rezar.

En Facebook, hay madres, abuelas que piden oraciones por sus seres queridos perdidos que cayeron al hielo y por sus familias que atraviesan un momento difícil; sobre todo cuando no los encuentran.

Me han llamado a rezar por las personas afectadas mentalmente. Lo que ha ocurrido a lo largo de los años es que varios cazadores expertos se perdieron cuando salían a cazar. O caen a través del hielo o simplemente desaparecen. Parece que cada primavera la gente empieza a decir: “Nuestros hombres van a salir de caza. Por favor, reza por ellos”. Es difícil⁹⁵.

Gladys I'yiiqpak Pungowiyi



Las conexiones fuertes entre personas y comunidades son vitales en la Alaska rural.

Figura 29.4. Gladys I'yiiqpak Pungowiyi, anciana Iñupiaq, aparece en la fotografía utilizando una computadora portátil en Kotzebue, Alaska, el 19 de agosto de 2022. Créditos de la fotografía: ©Cana Uluqaq Itchuaqiyiq.

Mensaje clave 29.2

Nuestras comunidades se enfrentan a factores de estrés agravados

El cambio climático amplifica los desafíos sociales y económicos a los que se enfrentan las comunidades de Alaska (*confianza alta*). Los desplazamientos de recursos, la erosión de las costas y riberas y el acceso desproporcionado a los servicios seguirán amenazando la integridad física y social de estas comunidades (*confianza alta*). El aumento de la capacidad de adaptación y el apoyo equitativo tienen el potencial de ayudar a las comunidades rurales y urbanas a hacer frente a las diversas amenazas climáticas regionales de Alaska (*confianza alta*).

El cambio climático afecta a todas las comunidades de Alaska, pero de forma distinta en las áreas urbanas que en las rurales, donde predominan los nativos de Alaska. Al carecer de conexiones por carretera, las zonas rurales de Alaska están más alejadas que las de los 48 estados. Cerca del 79 % de los habitantes de Alaska viven en áreas urbanas⁹⁶. Esta concentración crea desafíos para el desarrollo y mantenimiento de infraestructuras en áreas rurales donde no existen economías de escala (KM 12.2). Por ejemplo, existen grandes disparidades en la exposición a los efectos del cambio climático y desigualdades en el acceso a los recursos y la capacidad para responder a esos efectos⁹⁷.

El limitado alcance del acceso a internet de banda ancha en el estado es prueba de este desafío⁹⁸. En 2023, el 46 % de las comunidades de Alaska seguirán sin tener servicio según los estándares mínimos de banda ancha de la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información⁹⁹; otro 3 % se considera “insuficientemente atendido”, por carecer de una conexión a internet que cumpla los nuevos criterios de servicio funcional. Muchas menos comunidades tienen acceso a internet asequible, y algunas pagan hasta \$500 al mes con límites de uso. La falta de banda ancha y de cobertura de telefonía móvil disminuye el acceso a atención médica (a través de la telemedicina), las oportunidades educativas, la capacidad de respuesta ante emergencias y la resiliencia a las perturbaciones provocadas por peligros medioambientales y eventos climáticos extremos¹⁰⁰, lo que se prevé que aumente con el cambio climático.

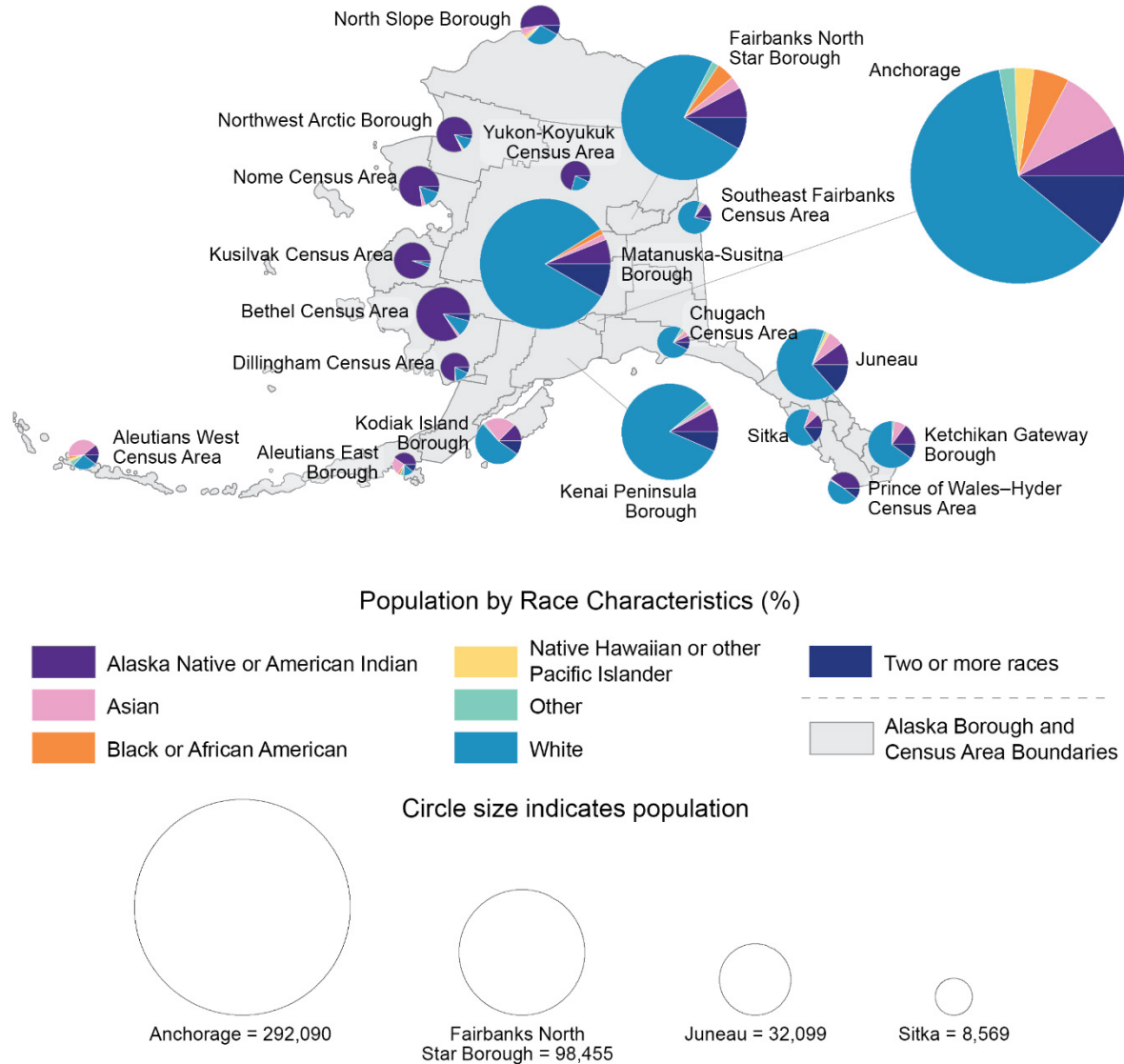
Como otro ejemplo, la frecuencia de las temporadas de incendios forestales en las que se queman más de 1 millón de acres está aumentando en gran parte del oeste e interior de Alaska (KM 7.1; Enfoque en los Incendios forestales del Occidente). Además de los problemas de salud (KM 14.2, 29.1), el humo puede limitar la visibilidad e interferir en los viajes aéreos. Esto afecta desproporcionadamente las áreas rurales a las que solo se puede acceder en avión, dejando a los ancianos nativos de Alaska, a otros adultos mayores y a los que padecen enfermedades respiratorias sin medios para escapar de los factores de estrés ambiental³⁴.

Las comunidades urbanas y rurales se enfrentan a importantes desafíos de infraestructura y acceso relacionados con el deshielo del permafrost y la erosión (KM 29.4). Las comunidades rurales que se enfrentan a la reubicación se encuentran entre las más afectadas, al igual que las poblaciones de bajos ingresos de las áreas urbanas. En el Distrito de Fairbanks North Star (Fairbanks North Star Borough, FNSB), una comparación muestra que el valor promedio de la tierra residencial¹⁰¹ con suelo permafrost poco profundo¹⁰² es aproximadamente el 40 % del valor promedio de las tierras residenciales de todo el distrito. Las poblaciones de bajos ingresos del FNSB residen de forma desproporcionada en viviendas situadas en suelos impactados por el permafrost o cerca de ellos y, por lo tanto, se ven afectadas de forma desproporcionada por los daños derivados del deshielo del permafrost.

La población de Alaska se está diversificando gradualmente (Figura 29.5). El porcentaje de residentes blancos descendió un 2 % de 2010 a 2020¹⁰³. La población nativa de Alaska aumentó casi un 10 % y la población negra un 2 %, pero el mayor crecimiento se produjo entre los residentes de ascendencia asiática, cuya población

aumentó un 32 %. Gran parte del crecimiento de la población no blanca se produjo en áreas urbanas donde, al igual que en otras partes de Estados Unidos, las poblaciones de personas negras, indígenas y de color (Black, Indigenous, and People of Color, BIPOC) fueron históricamente objeto de discriminación y de prácticas de exclusión en materia de vivienda. Esta discriminación sigue configurando el carácter de los vecindarios urbanos de Alaska en la actualidad¹⁰⁴. Una mayor investigación podría arrojar luz sobre los impactos desproporcionados del cambio climático que experimentan las comunidades de BIPOC en las áreas urbanas de Alaska, que, si son consistentes con las tendencias nacionales, se espera que sean sustanciales. Un mayor conocimiento de las desigualdades actuales e históricas en relación con el cambio climático y otros factores medioambientales ayudaría a fundamentar medidas de adaptación y mitigación que protejan y eleven a las poblaciones vulnerables.

Distribución racial y geográfica de la población de Alaska



La composición racial y la densidad de población de las comunidades de Alaska varían enormemente de una región a otra, lo que crea la posibilidad de que se produzcan diferentes exposiciones e impactos dispares entre las subpoblaciones.

Figura 29.5. La estimación de la población total de Alaska en 2021 era de 734,323 habitantes¹⁰⁵. Las áreas urbanas representan la mayor parte de la población de Alaska. Las características raciales y étnicas de todo el estado varían mucho según la región, al igual que los impactos del cambio climático. Las áreas urbanas de Alaska son especialmente diversas y, dado el legado de discriminación histórica, aún queda mucho por aprender sobre las formas únicas en que las subpoblaciones raciales y étnicas se ven afectadas por el cambio climático en Alaska y cómo estas varían en todo el estado. El tamaño de los círculos es proporcional a la población de cada región. Créditos de la figura: Northern Social-Environmental Research, Ocean Conservancy y University of Alaska Fairbanks.

La seguridad alimentaria es una de las principales prioridades del estado de Alaska (Recuadro 11.2)¹⁰⁶. Los precios de los alimentos pueden ser más del doble en las comunidades rurales que en las urbanas, con una variedad considerablemente menor¹⁰⁷. Los beneficiarios del Programa de Asistencia Nutricional Complementaria (Supplemental Nutrition Assistance Program, SNAP) de Alaska reciben el tercer beneficio por persona más alto de Estados Unidos, solo por detrás de Hawái y Guam. El número de hogares que reciben beneficios del SNAP en Alaska aumentó un 8 % entre 2019 y 2020¹⁰⁸. La mayoría de los alimentos que compran los

habitantes de Alaska se cultivan en otros lugares y llegan a través de largas cadenas de suministro (Enfoque en las Cadenas de Suministro). El COVID-19 puso de manifiesto la fragilidad del abastecimiento alimentario del estado y sirve de análogo para los posibles impactos de las perturbaciones medioambientales relacionadas con el clima. Durante la pandemia, el atasco en los puertos y las restricciones al transporte terrestre a través de Canadá dificultaron la obtención de alimentos y otros artículos de primera necesidad. Las regiones remotas de Alaska fueron de las más afectadas por las interrupciones de la cadena de suministro después de que una de las principales compañías aéreas de la Alaska rural se declarara en quiebra en abril de 2020 (Enfoque en el COVID-19 y el Cambio Climático). Esto dejó a muchas comunidades rurales fuera del sistema de carreteras sin una aerolínea comercial para entregar el correo y la carga, incluidos medicamentos y suministros de alimentos.

Dado el alto costo de los alimentos y la vulnerabilidad de las redes de transporte rurales, las actividades de sustento (como la caza, la pesca y el intercambio) son fundamentales en las zonas rurales de Alaska. Esto es especialmente cierto para las comunidades nativas de Alaska, así como para muchos residentes no nativos y urbanos. En 2017 se recolectaron en todo el estado de Alaska unos 45.4 millones de libras de alimentos silvestres, con un valor de reposición estimado de entre \$262 y \$523 millones (en dólares de 2022)¹⁰⁹, sin contar su valor cultural y espiritual. Sin embargo, en el éxito de las cosechas de sustento influyen numerosos factores externos y climáticos. Entre ellos se incluyen los cambios en la distribución, abundancia y patrones migratorios de peces, aves y mamíferos que afectan la disponibilidad para cazadores y pescadores, el aumento del costo del combustible que incrementa el costo de las actividades de caza, pesca y recolección y los cambios climáticos, inundaciones y hielo peligroso que aumentan los riesgos para quienes se dedican a estas prácticas (KM 8.1, 29.3)^{87,109}.

El cambio climático tendrá algunos impactos positivos en la seguridad alimentaria de Alaska, sobre todo en el sector agrícola. Se espera que una temporada de cultivo más larga, un mayor número de días con grados para cultivar y un aumento de los rendimientos aumenten la proporción de alimentos cultivados localmente que consumen los habitantes de Alaska^{110,111,112}. Por otro lado, las plagas, las inundaciones y el hundimiento del suelo como consecuencia del deshielo del permafrost plantearán desafíos.

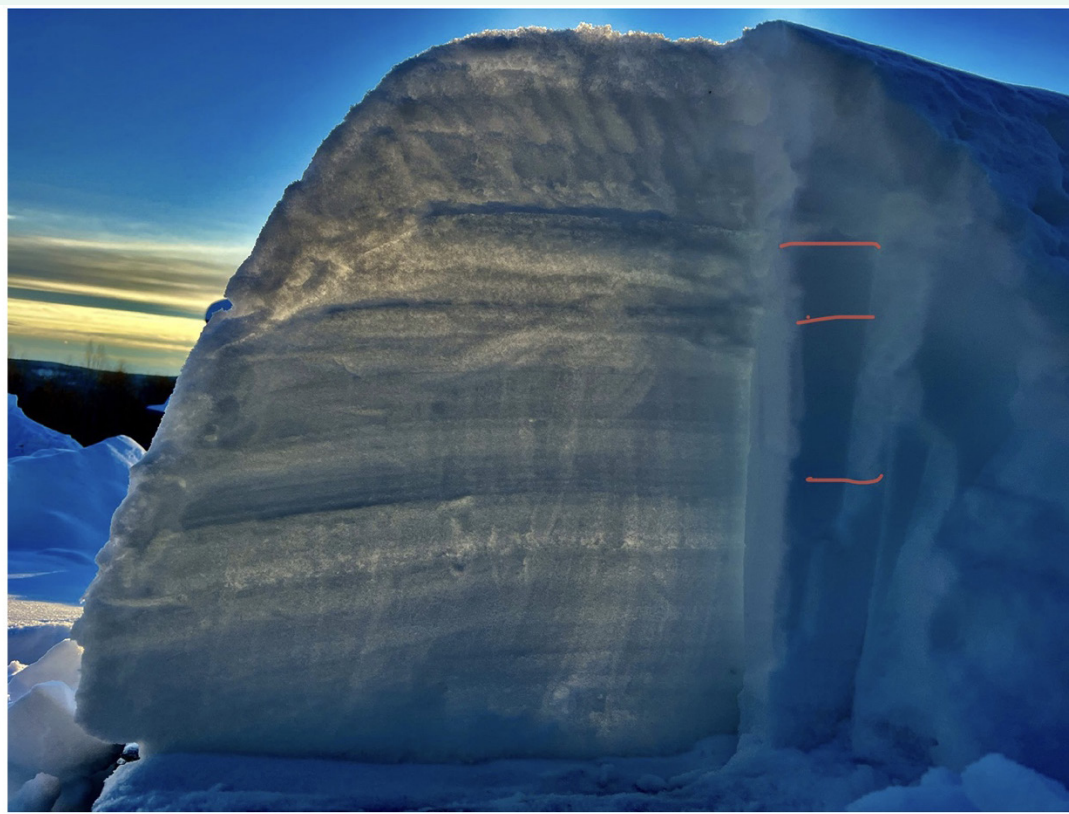
Recuadro 29.2. “Tuvimos que cavar dentro y fuera de nuestra casa”

Es previsible que nieve y haga frío en Fairbanks y en el interior de Alaska durante el invierno, y no se espera que llueva. Más de una pulgada de lluvia cayó encima de varios pies de nieve durante las navidades de 2021. El hielo resultante hizo intransitables las carreteras, provocó cortes de electricidad, retrasó los servicios de emergencia, dañó viviendas y estuvo relacionado con al menos una víctima mortal en carretera meses después, ya que las carreteras permanecieron peligrosamente heladas hasta la primavera^{113,114}; también se emitieron declaraciones de desastre estatales y federales^{115,116}. Se prevén más eventos climáticos extremos en una Alaska que se calienta.

Marjorie Casort, residente en Fairbanks y preparadora de impuestos, recuerda: “Paleé la entrada de mi casa siete veces en cinco días. En abril seguimos notando los efectos, con una pulgada de hielo adherida de manera persistente a las carreteras. Muchos de mis clientes más adultos están confinados en casa, incapaces incluso de cruzar la carretera para revisar su buzón debido a las peligrosas condiciones del hielo”¹¹⁷.

Las relaciones sociales son un componente esencial de la resiliencia. Erica Watson, residente de Denali, explicó: “Confío en que mis amigos y vecinos sepan lo que tienen que hacer para mantenerse calientes, que se mantengan en contacto, que cuiden sus casas como lo haríamos con la nuestra”¹¹⁸.

Sección transversal de la capa de nieve tras la tormenta de diciembre de 2021



En diciembre de 2021, un evento de lluvia y nieve bloqueó carreteras y causó otros daños.

Figura 29.6. Aquí se muestra una sección transversal de 20 pulgadas de altura de la capa de nieve cerca de Fairbanks, Alaska, tomada el 23 de enero de 2022. Las líneas rojas indican capas de hielo procedentes de eventos de lluvia sobre nieve. El hielo persistió durante todo el invierno, dificultando los desplazamientos de humanos y de alces. Créditos de la fotografía: ©Bill Witte.

Mensaje clave 29.3

Nuestros medios de subsistencia son vulnerables sin diversificación

Los medios de subsistencia, especialmente los que dependen de los recursos naturales, están en riesgo en Alaska. Aunque el avance del cambio climático ha contribuido al colapso de importantes negocios pesqueros y está socavando muchos empleos y costumbres existentes (*confianza alta*), también puede crear algunas oportunidades relacionadas con la adaptación y la respuesta (*confianza media*). La diversificación económica, especialmente la expansión de las industrias de valor añadido, puede contribuir a aumentar las opciones generales de medios de subsistencia (*confianza media*).

Muchos puestos de trabajo en Alaska se ven afectados directa o indirectamente por el cambio climático: por las alteraciones en la abundancia y distribución de las especies de peces, por los cambios en el acceso a las tierras y aguas dominadas por el permafrost y el hielo y por los efectos en cascada de una economía cambiante (Figura 29.7). Mantener unos medios de subsistencia y costumbres saludables en Alaska involucra algo más que sueldos y salarios. Las prácticas culturales tradicionales ajenas a la economía monetaria incluyen la recolección y el reparto de la pesca, la vida silvestre y las bayas. Los cambios en las tierras y las aguas provocados por el clima, junto con tendencias sociales como la mayor adopción de prácticas alimentarias dominantes, pueden reducir las oportunidades de cosechas de sustento y afectar así el bienestar cultural, nutricional y espiritual, especialmente de las comunidades nativas de Alaska (KM 16.1).

Empleo sensible al clima en Alaska



Se prevé que el cambio climático tenga amplios efectos en sectores económicos clave de Alaska.

Figura 29.7. La figura muestra ejemplos de sectores clave de la economía de Alaska que se espera se vean afectados de diversas formas por el cambio climático. Muchos de los cambios, aunque no todos, son negativos. Fuentes de datos: Petróleo y gas^{96,119}, agricultura¹²⁰, turismo¹²¹, pesca¹²², sustento.^{87,109} Créditos de la figura: Northern Social-Environmental Research, University of Alaska Fairbanks y Ocean Conservancy.

Los impactos climáticos tienen consecuencias socioeconómicas severas para los pueblos indígenas, las pequeñas comunidades rurales y las industrias de toda Alaska^{123,124,125,126}. Por ejemplo, la pesca de sustento del salmón real del río Yukon está prohibido en todo el río desde 2020, sin fecha de apertura prevista en un futuro previsible. Se trata de la primera vez que el salmón real del río Yukon está prohibido para la pesca de sustento durante todo el año. El salmón real aporta el 64 % de todas las proteínas a las comunidades rurales

del río Yukon. Una prohibición plurianual de la pesca de sustento del salmón real debido al cambio climático (Recuadro 29.5) y la sobreexplotación del salmón real marino a través de la captura incidental es desastroso para el bienestar físico, mental, cultural y espiritual de los pueblos indígenas.

La pesca comercial de Alaska también se ha visto afectada. La industria de mariscos de Alaska genera \$6,100 millones (en dólares de 2022) en productos económicos¹²², que representan el 60 % del volumen y el 31 % del valor de las capturas de la pesca en los EE. UU.¹²⁷. Varias pesquerías se han cerrado o reducido drásticamente debido a la disminución de peces (KM 10.2)^{128,129,130,131}. En enero de 2022, el Departamento de Comercio de Estados Unidos declaró varios desastres de la industria pesquera debido al extremo impacto económico de su declive¹³². El cambio climático ha tenido mucho que ver en estos desastres de la industria pesquera¹³³.

El cambio climático ha impactado de manera negativa el estado, el crecimiento, la supervivencia, la reproducción, la biomasa poblacional y las capturas de la pesca marina^{134,135,136}, el salmón,^{29,126,137,138,139,140} y los cangrejos^{131,141}. Además, las distribuciones de peces de fondo y cangrejos se han desplazado hacia el norte o mar adentro^{142,143}, siguiendo aguas más frías, y la sincronización del desove de los peces de fondo¹⁴⁴ y el desove del salmón¹⁴⁵ se ha alterado (KM 8.1). El salmón corre un doble peligro porque el clima afecta sus hábitats de agua dulce y los marinos (Recuadro 29.5). Los cambios en la sincronización del desove requerirán cambios en el momento de los estudios y en las evaluaciones de las poblaciones^{146,147}. Los cambios en la distribución de los peces y los cangrejos obligarán a ajustar la localización de los estudios y las medidas de gestión por áreas^{148,149}. Los pescadores tendrán que ajustar el momento de la captura o cambiar a otros objetivos de captura¹⁵⁰. Las economías locales pueden ser resilientes mediante la diversificación de los ingresos, por ejemplo participando en varias pesquerías diferentes¹⁵¹. La gestión adaptativa proactiva puede ayudar frente al rápido cambio climático. Un ejemplo reciente es la gestión del salmón rosado de Prince William Sound durante la sequía extrema de 2019. Después de detectar una alta mortalidad al principio de la temporada de pesca, los gestores limitaron las capturas en los momentos críticos para que los peces pudieran migrar y desovar con éxito²³.

Las temperaturas más cálidas y los cambios en los patrones de precipitaciones también afectan la distribución y el acceso a los mamíferos terrestres y marinos (KM 8.3)^{152,153}. Las tormentas cada vez más volátiles y los cambios en los niveles de hielo y agua son motivo de preocupación inmediata porque amenazan la disponibilidad de alimentos silvestres, así como el acceso seguro a estos recursos de sustento en barco, moto de nieve o vehículo todo terreno^{153,154}. Una duración más corta de las condiciones adecuadas para la caza de sustento de mamíferos marinos en primavera en el Ártico debido a la pérdida de hielo marino requerirá la adaptación de las prácticas de caza tradicionales¹⁵⁵. En tierra, la mayor frecuencia de eventos de lluvia sobre nieve puede aumentar el estrés y la mortalidad de la vida silvestre¹⁵⁶, lo que reduce la disponibilidad. Los patrones migratorios del caribú y otras especies también están cambiando¹⁵⁷, lo que afecta de nuevo el acceso de los cazadores.

Las bayas tienen una gran importancia nutricional y cultural para las comunidades indígenas y rurales¹⁵⁸. Una encuesta reciente indicó que, en todo el estado, las cosechas de bayas se han vuelto menos fiables debido a la disminución de su abundancia o al aumento de su variabilidad¹⁵⁹. Se prevé que los cambios en las precipitaciones y la temperatura sigan afectando la producción de bayas¹⁶⁰ y también pueden afectar a los polinizadores¹⁵⁹.

La intersección de las exigencias de la crisis climática y el alto costo de la vida en Alaska han obligado a los habitantes de Alaska a abordar de forma creativa los desafíos interrelacionados en materia de energía y calor, la respuesta a la crisis y la equidad y el acceso a los alimentos (KM 19.3). Electricistas y obreros sindicados, contratistas e instaladores privados e inspectores de servicios públicos entrenan una mano de obra cada vez mayor en las industrias de energías limpias^{161,162}. Los agricultores y artesanos suministran productos locales, entrenan a aspirantes a ser agricultores y crean nuevas oportunidades de empleo en la

maricultura^{163,164}. En Fairbanks, los miembros de la comunidad están trabajando con los proveedores locales de atención médica para crear equipos y centros de respuesta a las crisis que se centren en la reducción de daños y la atención comunitaria, necesidades que se han visto agravadas por el cambio climático¹⁶⁵.

Recuadro 29.3. Qué significa perder el salmón

Antes del reciente período de temperaturas inusualmente cálidas en el Golfo de Alaska, la industria pesquera de Chignik solía producir más de un millón de salmones rojos al año, por valor de casi \$10.2 millones (en dólares de 2022). En 2021, debido en parte a los efectos del calentamiento marino, los rendimientos fueron tan escasos que algunos residentes optaron por no practicar la pesca de sustento por miedo a dañar la frágil población¹⁶⁶. El residente George Anderson explicó cómo se sentía: “Teníamos algo que dábamos por sentado: que el pescado siempre iba a estar ahí para ahumarlo, salarlo, congelarlo, lo que fuera. Y que eso no esté ahí para ti es algo para lo que nunca estuvimos preparados”¹⁶⁶.

Algunas organizaciones industriales y sin fines de lucro han intentado ayudar donando peces, pero para la comunidad, predominantemente alutiiq, el sustento no es solo cuestión de alimentos, sino también de conexión con el lugar y la familia.

“Es nuestra fuerza vital. Chignik va a desaparecer si no conseguimos que la pesca vuelva a ser como antes”, afirma Al Anderson, otro pescador de Chignik¹⁶⁶.

Descarga del salmón enviado a Chignik en respuesta al desastre de la industria pesquera



Las donaciones de salmón brindaron alimentos muy necesarios a Chignik y otras pequeñas comunidades.

Figura 29.8. Cajas de salmón se descargan de un pequeño avión en respuesta al desastre de la industria pesquera en Chignik, Alaska, el 11 de julio de 2022. Créditos de la fotografía: ©Miranda Lind.

Mensaje clave 29.4

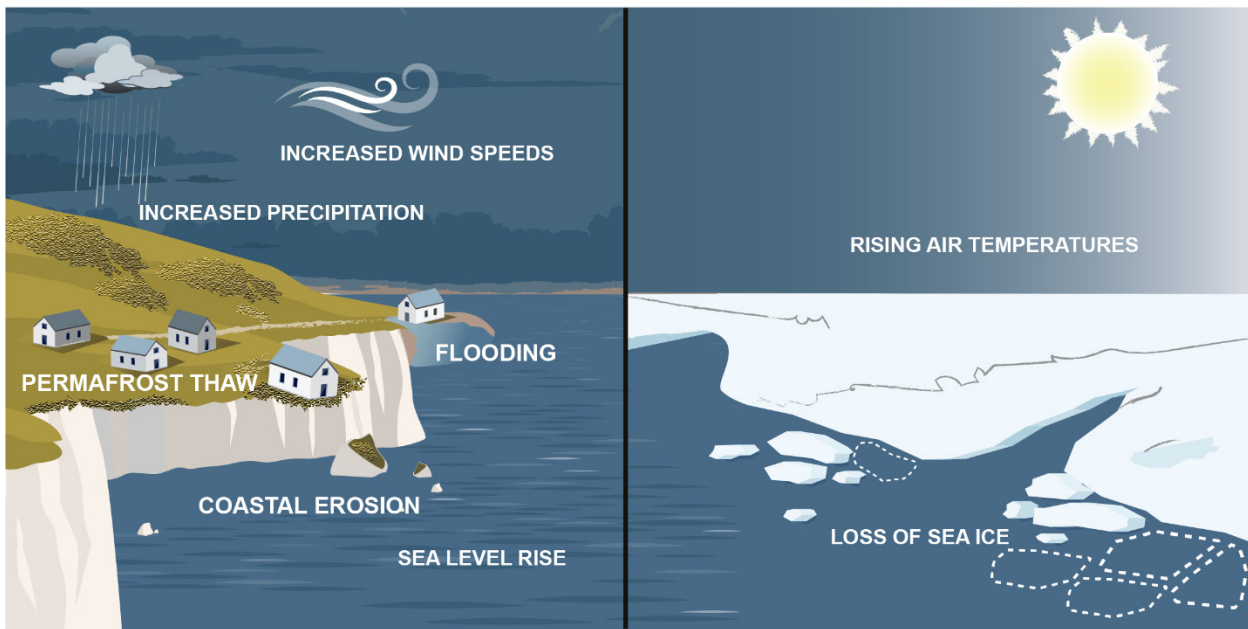
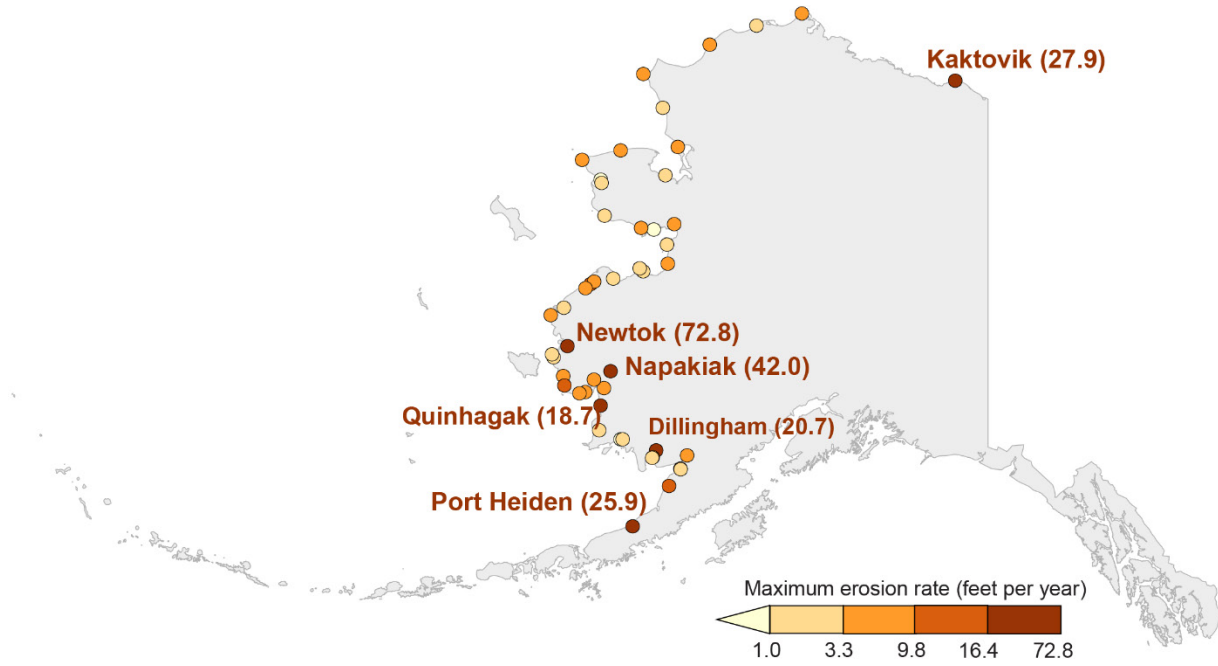
Nuestro entorno construido será más costoso

Gran parte de la infraestructura de Alaska se construyó para un clima estable, y los cambios en el permafrost, las condiciones marinas, el hielo marino, la temperatura del aire y los patrones de precipitación ponen en riesgo esa infraestructura (*confianza alta*). Se espera que un mayor calentamiento provoque mayores necesidades y costos de mantenimiento o sustitución de edificios, carreteras, aeropuertos y otras instalaciones (*confianza alta*). La planificación de nuevos cambios y una mayor atención a las tendencias climáticas y los cambios en los extremos pueden ayudar a mejorar la resiliencia de las infraestructuras en Alaska (*confianza alta*).

Las infraestructuras de electricidad, agua y transporte en Alaska varían desde las modernas y a gran escala de las áreas urbanas hasta las pequeñas e incluso rudimentarias de algunos pueblos. El transporte aéreo depende de condiciones meteorológicas adecuadas para volar y de pistas apropiadas en la comunidad de destino. El transporte por agua, que suministra combustible y otros productos pesados a muchas comunidades, requiere ríos o aguas costeras lo suficientemente profundas para las barcas y lugares o instalaciones de descarga adecuados. La mayoría de las comunidades carecen de sistemas de reserva de agua, alcantarillado y electricidad, lo que las hace vulnerables a las interrupciones. El alojamiento de emergencia puede limitarse al gimnasio de la escuela como espacio interior más grande de la comunidad. Muchos habitantes de Alaska, sobre todo en las zonas rurales, también dependen de campos remotos de caza y pesca para producir alimentos; estos campamentos son vulnerables a los daños y alteraciones provocados por el clima.

Los edificios y otras infraestructuras de Alaska corren el riesgo de sufrir inundaciones, erosión y degradación del permafrost (Tabla 13.1; Figura 29.9)^{167,168,169,170}. Más de la mitad de las comunidades de Alaska se encuentran en el nivel más alto de amenaza según el informe estatal más reciente¹⁷¹. Por ejemplo, en las costas septentrionales y occidentales de Alaska, las comunidades se enfrentan a entre 1 y 72.8 pies de erosión al año (KM 9.2)^{172,173}. Recientemente, se ha avanzado en la comprensión de la vulnerabilidad local a las inundaciones y a la erosión de las comunidades de Alaska mediante la determinación de los índices de erosión¹⁷³ y las alturas históricas de las inundaciones (Figura 29.15); sin embargo, estos informes no están disponibles para todas las comunidades. Dado que el 80 % del territorio de Alaska está cubierto por permafrost (Figura 8.5)^{174,175}, se proyecta que los daños a las infraestructuras regionales sean altos¹⁷⁶. La modelación de la dependencia de la erosión respecto a la integridad y persistencia del permafrost ha sido uno de los temas centrales de las investigaciones recientes¹⁷⁷. Sin embargo, la falta generalizada de evaluaciones de la presencia de permafrost, y el grado en que la erosión local depende de las respuestas del permafrost, es una fuente clave de incertidumbre en las previsiones para comunidades específicas de Alaska¹⁷⁸. La extensa erosión costera y de las riberas de los ríos también ha dejado al descubierto antiguas tumbas en el oeste de Alaska^{179,180}, y el permafrost es parte integral del almacenamiento de frío en muchas comunidades y campamentos de nativos de Alaska.

Inundaciones y erosión



La erosión costera es una gran amenaza en Alaska.

Figura 29.9. La figura muestra los índices de erosión costera en comunidades seleccionadas (**arriba**) y los procesos de erosión costera en Alaska (**abajo**). No se dispone de datos de muchas partes de la extensa costa de Alaska, pero el riesgo de erosión es alto en gran parte del estado (Figura 29.14). Los procesos de erosión costera se ven afectados por muchos aspectos del cambio climático (abajo), lo que agrava el problema. (arriba) Adaptado con permiso de Overbeck *et al.* 2020;¹⁷³ (abajo) adaptado con permiso de Universidad de Alaska, Fairbanks, Observatorio Ártico de Alaska y Centro del Conocimiento.

Las comunidades nativas de Alaska se enfrentan a un costo estimado de \$4,800 millones (en dólares de 2022) en infraestructuras por amenazas medioambientales en los próximos 50 años¹⁸¹. Estos costos pueden estar muy infravalorados debido a las limitaciones de los actuales enfoques basados en modelos¹⁸², así como a la omisión de infraestructuras dispersas pero culturalmente vitales, como los campamentos de pescadores.

Se han realizado diversas evaluaciones para tratar de determinar el costo de los cambios medioambientales para las comunidades^{178,181}. Los costos de la respuesta al cambio climático se distribuyen de forma desigual: las áreas rurales afrontan mayores costos y pocos beneficios, en contraste con las áreas urbanas, que obtendrán algunos beneficios, como la reducción de los gastos de calefacción, y donde los costos de mantenimiento de las infraestructuras se repartirán entre una base de población mucho mayor (KM 11.3, 12.2)⁹⁷.

Las comunidades que se enfrentan a las inundaciones, la erosión y la degradación del permafrost están respondiendo de inmediato, así como planificando adaptaciones a largo plazo, que generalmente incluyen una combinación de protección de las infraestructuras existentes, la elevación de los edificios fuera de los terrenos inundables o su traslado fuera de las áreas vulnerables y la reubicación de toda la comunidad (como ha sido el caso del traslado de Newtok al nuevo emplazamiento de Metarvik) (KM 9.3; Figura 9.5)¹⁸³. Sin embargo, como ya se ha mencionado, las opciones de reubicación pueden verse limitadas por la disponibilidad de terrenos cultural, económica, política y medioambientalmente adecuados. Una complicación adicional es que ninguna agencia tiene la responsabilidad financiera de los costos de reubicación⁵².

Recuadro 29.4. El costo del deshielo para las industrias de Alaska

La industria de explotación y producción de petróleo en la Ladera Norte de Alaska también se enfrenta a los desafíos que plantea el deshielo del permafrost. Ahora es necesario realizar grandes esfuerzos para mantener el suelo frío y sólido para soportar carreteras, tuberías y edificios (KM 5.3)^{184,185}, y estas son de soluciones a corto plazo. El deshielo del permafrost aumentará los costos de las operaciones en la Ladera Norte¹⁸⁴. Se prevén problemas similares con las infraestructuras en otros lugares del estado, lo que podría reducir la viabilidad de algunas industrias.

El deshielo del suelo puede dañar las infraestructuras, lo que afecta muchos sectores económicos de Alaska. En 2021, un deslizamiento de tierras provocado por el deshielo de un glaciar de roca en el Parque Nacional de Denali cortó un tramo de la carretera de 92 millas que lleva a los visitantes a las profundidades del parque (Figura 29.2)^{186,187}. El ritmo de desprendimiento del terreno y los daños a la carretera se habían acelerado en el verano de 2022¹⁸⁸. El Servicio de Parques Nacionales calcula que un puente sobre la sección dañada de la carretera costará \$102 millones (en dólares de 2022). Otros tramos de la carretera también están en riesgo. El acceso al parque, que genera unos \$680 millones (en dólares de 2022) en gasto turístico cada año, se verá obstaculizado al menos hasta la temporada de 2024.

Deslizamiento de tierra de Pretty Rocks, carretera del Parque Denali



El deshielo del permafrost limitó el acceso al Parque Nacional de Denali.

Figura 29.10. Un desprendimiento en la carretera del Parque Denali en el lugar de Pretty Rocks fue causado por el movimiento del glaciar de roca bajo la carretera, 16 de septiembre de 2021. Créditos de la fotografía: NPS.

Mensaje clave 29.5

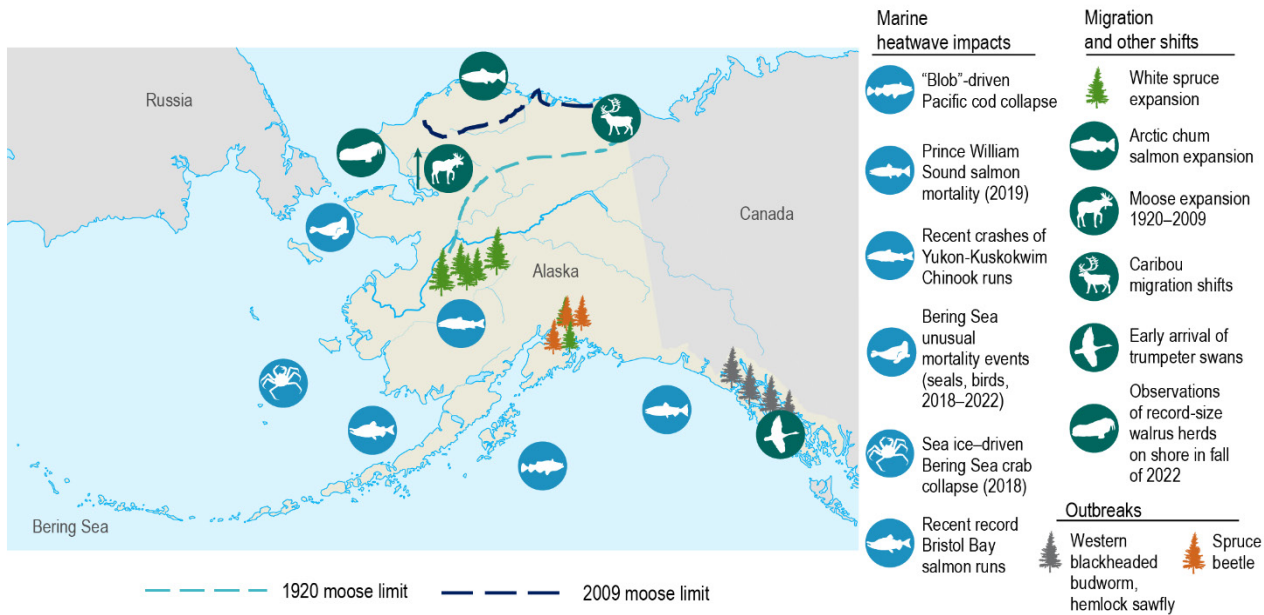
Nuestro entorno natural se transforma rápidamente

Los ecosistemas de Alaska están cambiando rápidamente debido al cambio climático (*confianza alta*). Se espera que muchos de los bienes y servicios de los ecosistemas de los que dependen los habitantes de Alaska disminuyan con nuevos cambios (*confianza media*). Una gestión cuidadosa de los recursos naturales de Alaska para evitar tensiones adicionales sobre los peces, la vida silvestre y los hábitats puede ayudar a evitar efectos agravantes sobre nuestros ecosistemas (*confianza media*).

Alaska disfruta de grandes ecosistemas marinos y terrestres no fragmentados. Esta abundancia hace posible la caza y la pesca para uso de sustento, el bienestar cultural, la recreación y las actividades comerciales. Al mismo tiempo, existen conflictos sobre el uso de la tierra y la asignación de oportunidades de caza y pesca debido a los diferentes regímenes de gestión de la tierra o a la distribución de las oportunidades de

cosecha, con reivindicaciones contrapuestas de grupos tradicionales, comerciales y recreativos¹⁸⁹. Se prevé que el cambio climático agrave los desafíos existentes al modificar la distribución y abundancia de los peces y la vida silvestre y aumentar las perturbaciones en tierras y aguas (Figura 29.11; KM 8.1, 8.2). Los esfuerzos de gestión respetuosa con el clima pueden ayudar a las personas y las comunidades a adaptarse, pero no pueden abordar por sí solos los cambios subyacentes que seguirán produciéndose.

Principales cambios ecológicos recientes



El cambio climático ha causado o contribuido a causar amplios efectos ecológicos en toda Alaska en los años recientes.

Figura 29.11. El calentamiento de las aguas marinas, los eventos de calor extremo y otros cambios, incluidos los que se muestran en la Figura 29.1, están afectando los ecosistemas de toda Alaska. Algunas especies están ampliando su área de distribución, como el salmón chum en los ríos árticos¹⁹⁰, los alces¹⁹¹ y el castor¹⁹² en el Ártico (no se muestra) y abeto blanco en el oeste de Alaska (KM 8.2)¹⁹³. La sincronización o patrones migratorios están cambiando, por ejemplo los cisnes trompeteros en el sureste de Alaska¹⁹⁴ y el caribú en el Ártico oriental. Las olas de calor marinas y la reducción de la capa de hielo marino están afectando las poblaciones de aves marinas, peces y focas: el "Blob" del Pacífico Norte (Figura 29.1) contribuyó al colapso del bacalao del Pacífico, la ola de calor del centro-sur de 2019 afectó la supervivencia del salmón real de Prince William Sound¹³⁹, y la escasez de hielo marino causó o contribuyó al colapso de la pesca de cangrejo y a eventos inusuales de mortalidad de aves marinas y focas de hielo en la región del mar de Bering (2018-2022) (KM 10.2; Figura 10.1). En 2022, las morsas del Pacífico salieron a la superficie en un número récord en el área del Estrecho de Bering¹⁹⁵, lo que sugiere que la estimación de la población mínima puede ser mayor de lo que se pensaba, aunque el área de distribución pueda estar reduciéndose. La distribución de los insectos y los brotes también han cambiado^{196,197}. En el sureste de Alaska, los brotes de gusanos de la yema del abeto de cabeza negra y de mosca de sierra han dañado los bosques a raíz de la sequía de 2017-2019¹⁹⁸. La ola de calor de 2019 en el centro-sur de Alaska contribuyó a la expansión del escarabajo del abeto en esa región y a la extrema actividad incendiaria en la península de Kenai (KM 7.1; Recuadro 7.1). La respuesta de las poblaciones de salmón fue variable: Las poblaciones de salmón real del río Yukon-Kuskokwim se han visto diezmadadas¹³⁹, mientras que en la Bahía de Bristol se han registrado récords de retorno del salmón rojo. Créditos de la figura: USGA, NOAA Fisheries y Ocean Conservancy.

El cambio climático ha afectado de manera negativa casi todos los aspectos del ciclo biológico de los peces de fondo, el salmón y el cangrejo (KM 10.2, 29.3). Las aves marinas y los mamíferos marinos del Ártico también han experimentado fallos reproductivos, una mortalidad sin precedentes y cambios en su comportamiento migratorio. El calentamiento marino extremo y la disminución récord del hielo marino en el mar de

Chukchi afectan toda la cadena alimentaria^{199,200,201} y posiblemente están transformando el ecosistema^{143,202}. Por ejemplo, en los años cálidos recientes (2017 y 2019) se observó la menor abundancia de zooplancton marino en una década, combinada con una disminución de las especies de zooplancton árticas grandes y grasas y un aumento de las especies subárticas más pequeñas y menos calóricas^{203,204}. A su vez, peces como el bacalao ártico y el bacalao azafrán, que se alimentan de zooplancton, no fueron tan robustos²⁰⁵. Posteriormente, las aves y los mamíferos marinos que se alimentaban de estos peces menos nutritivos experimentaron fallos reproductivos y mortalidad cada vez más frecuentes. Se encontraron cadáveres demacrados de aves marinas en las playas durante eventos de mortalidad extrema en los mares de Bering y Chukchi²⁰¹, y la condición física de las focas de hielo ha disminuido²⁰⁶. Además, las áreas de distribución de especies dependientes del hielo, como los osos polares²⁰⁷ y la morsa²⁰⁸, se están reduciendo.

La acidificación marina es perjudicial para algunos fitoplancton y zooplancton del Ártico^{209,210}. Estudios de laboratorio han demostrado que las primeras etapas de la vida de peces comerciales como el lenguado de roca del norte^{211,212}, el abadejo de Alaska, el bacalao del Pacífico^{213,214,215} y el salmón^{140,216} son sensibles a aguas más ácidas y a los cambios resultantes en las redes tróficas^{135,211}. Los experimentos de laboratorio sugieren que las especies de cangrejos comerciales de Alaska también son muy vulnerables^{141,217,218,219,220,221}. Aunque no se han realizado estudios sobre el impacto de la acidificación marina en los cangrejos de Alaska, un estudio sobre el cangrejo Dungeness frente a las costas de California demostró que se observaba la disolución del caparazón en zonas de alta acidificación, lo que reducía su crecimiento²¹⁰. Por último, las focas, las morsas y las aves marinas pueden verse afectadas por la vulnerabilidad de sus presas²²².

Los cambios climáticos y los eventos extremos también contribuyen a los cambios terrestres, lo que afecta la distribución de las especies, los hábitats, la disponibilidad de recursos y el acceso humano (KM 2.2, 29.4; Enfoque en Eventos Compuestos). Alces y castores colonizan áreas Árticas antes inhóspitas^{191,192}, en parte debido al aumento de los arbustos provocado por la temperatura, y hay evidencia de que el salmón está colonizando arroyos donde antes era escaso o inexistente¹⁹⁰, presumiblemente debido a aguas más cálidas. El calentamiento continuo también está asociado a rápidos cambios en la vegetación. Los habitantes de Alaska también observan plantas inusuales²²³. Las comunidades de Alaska han observado disminuciones en la producción de bayas, relacionadas con múltiples factores climáticos (p. ej., Herman-Mercer *et al.* 2020¹⁶⁰). Se ha observado una productividad excepcionalmente alta de la tundra en pleno verano (“reverdecimiento”) en la Ladera Norte de Alaska, pero en el suroeste de Alaska ha continuado la baja productividad (“pardeamiento”) debido a la desecación²²⁴. En 2019, la rápida expansión de un brote de escarabajo del abeto en el Valle de Susitna (en curso desde 2016) causó una amplia mortalidad de abetos en 1.6 millones de acres (Recuadro 7.1)¹⁹⁸, debido en parte a que las temperaturas más cálidas aumentaron las tasas de desarrollo del escarabajo. En el sureste de Alaska, los brotes de la mosca de sierra causaron defoliación y mortalidad en más de 500,000 acres de bosque, y un brote de gusano de la yema del abeto cabeza negra está afectando al abeto de Sitka¹⁹⁸. Ambos están relacionados²²⁵ de manera probable con la sequía sin precedentes de 2017-2019 en la región.

Los cambios en el paisaje debido a los incendios, el permafrost y sus efectos en otros procesos están impulsados por el clima y van en aumento. Transiciones proyectadas impulsadas por incendios de bosques boreales dominados por coníferas a bosques dominados por caducifolios²²⁶ parecen manifestarse a escala regional. Los incendios forestales en 2019 (centro-sur de Alaska)³⁹ y 2022 (suroeste de Alaska)²²⁷ quemaron grandes áreas en lugares donde el fuego era poco frecuente o con una severidad atípica, como se ha visto en otras partes del oeste de los EE. UU. (Enfoque en los Incendios Forestales del Occidente)⁴⁰. Los incendios invernales, o incendios “zombis”, que se producen cuando una quema inusualmente severa en veranos calurosos y secos provoca la quema en la siguiente temporada de incendios, también pueden estar aumentando en el Ártico²²⁸ y Alaska⁴⁰. El deshielo del permafrost, incluidos el termokarst (derrumbes o hundimientos del suelo)^{229,230} y drenaje de lagos^{231,232,233,234}, se está acelerando debido al calentamiento (p. ej., Douglas *et al.* 2021⁴⁹), en particular con los recientes incendios forestales^{235,236} y precipitaciones inusualmen-

te cálidas²³⁷. Se proyecta que estos cambios afecten de manera importante los ecosistemas y la hidrología del Ártico²³⁸. En el centro y el norte de Alaska, los cambios en las perturbaciones, la productividad de la vegetación y el permafrost afectarán el papel de la región en el ciclo global del carbono^{239,240}. La evidencia actual sugiere que las emisiones de carbono procedentes del deshielo del permafrost²⁴¹ superarán al carbono capturado por el aumento de la productividad de la vegetación.

Recuadro 29.5. Una nueva era para la investigación del salmón del Pacífico en Alaska

Cuando la ecóloga acuática Vanessa von Biela inició su carrera en 2007, aún era una época de “más calor es mejor” para el salmón de Alaska en su zona de distribución septentrional, más fría. Sin embargo, en la última década ha formado parte de un grupo de científicos y habitantes locales que han descubierto que el salmón está alcanzando puntos de inflexión provocados por el clima. Las condiciones de estrés para el salmón incluyen años cálidos con escasa alimentación marina^{21,242}, estrés térmico o sequía durante las migraciones de desove en agua dulce^{23,139} y fuertes lluvias otoñales durante la incubación de los huevos²⁴³. Los factores de estrés se reducen al mínimo en los océanos y lagos profundos donde la mezcla mantiene las aguas más frías, los nutrientes elevados y la alimentación productiva, así como en lugares donde los glaciares y las aguas subterráneas mantienen fríos los lagos y ríos^{29,244}. Los cambios positivos incluyen nuevos hábitats para el salmón con el retroceso de los glaciares y el hielo marino^{143,245}, aunque los inviernos árticos siguen limitando los grandes desplazamientos hacia el norte²⁴⁶. El salmón puede ser capaz de tolerar y adaptarse a hábitats estresantes o podría desplazarse para encontrar una mejor zona de hábitat. Estas opciones tienen importantes implicaciones para las personas que dependen del salmón. La inversión en investigación por parte de Vanessa, sus colegas y los residentes locales en relación con los factores de estrés nuevos y emergentes puede ayudar a fundamentar estrategias de gestión que tengan en cuenta el clima y cuyo objetivo sea mejorar los resultados para la población.

Investigación sobre el salmón Chinook



La investigación sobre los efectos del calor en el salmón puede ayudar a los científicos a comprender los efectos de un calentamiento continuado.

Figura 29.12. Aquí se muestra un salmón Chinook (rey) capturado para la investigación no letal sobre el estrés térmico en una rueda de peces en el río Yukon, julio de 2017. Créditos de la fotografía: Shannon Waters-Dynes, USGS.

Mensaje clave 29.6

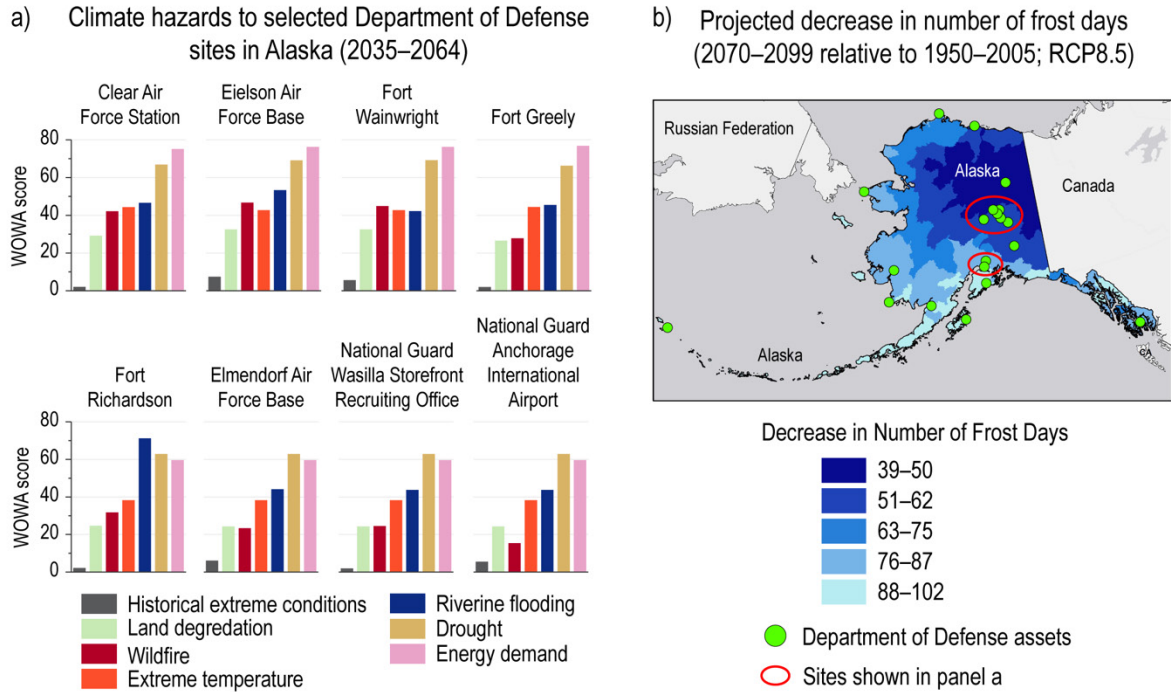
Nuestra seguridad se enfrenta a mayores amenazas

El rápido cambio climático en Alaska socava muchos de los supuestos de previsibilidad en los que se basan la seguridad comunitaria, estatal y nacional (*confianza alta*). Nuevos cambios, especialmente en el entorno marino con la pérdida de hielo marino, crearán nuevas vulnerabilidades y requisitos de seguridad desde múltiples perspectivas y a múltiples escalas (*confianza alta*). Una mayor capacidad para identificar y responder a las amenazas puede contribuir a reducir los riesgos de seguridad en la región de Alaska (*confianza media*).

La seguridad implica una sensación de bienestar y seguridad que está protegida de las alteraciones o es resiliente a ellas. Esto es una combinación de muchos intereses y perspectivas y refleja valores como la soberanía y la integridad de una nación (KM 17.1) o la dependencia de una comunidad en los medios de subsistencia y las fuentes de alimentos que permiten a su población prosperar (KM 29.3; Recuadro 11.1). Se da prioridad a diferentes intereses a niveles nacional, estatal y comunitario. Los agentes de seguridad a niveles nacional, estatal y comunitario pueden enfrentarse a una creciente demanda de servicios de seguridad al tiempo que afrontan los costos adicionales del cambio climático sobre las infraestructuras físicas y las operaciones, lo que crea una doble carga y hace que las decisiones sean aún más difíciles.

El Departamento de Defensa (Department of Defense, DoD) y el Departamento de Seguridad Nacional se ven impactados por el cambio climático²⁴⁷. Por ejemplo, la erosión costera, la degradación del permafrost, los incendios forestales y otros efectos climáticos seguirán impactando las instalaciones del DoD en Alaska (Figura 29.13)^{248,249}. A nivel estatal, el aumento del riesgo de incendios forestales y los impactos climáticos sobre las infraestructuras incrementan los costos de gestión para el estado¹⁷⁶. La erosión costera y el deshielo del permafrost están afectando muchos pueblos costeros, lo que reduce la seguridad de las comunidades (KM 9.2, 16.1, 21.3, 22.1, 29.4). Más allá de Alaska, las respuestas políticas nacionales al cambio climático, como la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, pueden impactar las fuentes de energía, los precios y la industria de Alaska, con posibles efectos en el empleo, los presupuestos familiares y el medioambiente.

Riesgos del cambio climático para las instalaciones militares



El cambio climático plantea riesgos para los activos militares en Alaska.

Figura 29.13. (a) Los gráficos de barras muestran el riesgo climático para determinados sitios del Departamento de Defensa (DoD) en Alaska, con base en el escenario de emisiones más altas para datos de 2035-2064 de la Herramienta de Evaluación Climática del DoD. El eje Y es la puntuación promedio ponderada por orden (weighted order-weighted average, WOWA) de la exposición de cada lugar a los peligros climáticos agregados. En las áreas del interior y del centro-sur de Alaska, la sequía y la demanda energética son los principales peligros climáticos. En Fort Richardson, la exposición al peligro climático de inundaciones fluviales es notablemente mayor. En general, las puntuaciones son más bajas en la región centro-sur, lo que indica una menor exposición a los peligros climáticos. **(b)** Lugares seleccionados del DoD en Alaska y reducción proyectada de los días de helada, que ilustra la escala del riesgo en todo el estado (los días de helada se definen aquí como días con una temperatura mínima igual o inferior a 32 °F). El número promedio anual de días de heladas durante la línea de referencia modelada (1950-2005) oscila entre 140-180 días en las Islas Aleutianas y 260-290 días en la Cordillera Brooks. En un escenario de mayores emisiones de gases de efecto invernadero (RCP8.5), esto se reducirá aproximadamente un 20 % en la Cordillera Brooks y más de la mitad en las Aleutianas en 2070-2099. El resultado será una temporada más larga sin hielo en la costa, lo que dejará a las comunidades costeras vulnerables a las mareas meteorológicas durante más tiempo al año. Partes de esta figura incluyen propiedad intelectual de Esri y sus licenciantes y se utilizan bajo licencia. Derechos de autor © 2020 Esri y sus licenciantes. Todos los derechos reservados. Créditos de la figura: USACE y DoD.

A nivel nacional, las instalaciones del DoD se enfrentan a una serie de peligros asociados al clima. Por ejemplo, los incendios forestales son una preocupación constante para las instalaciones militares. La sequía, el viento y los incendios provocados por el clima pueden afectar de diversas maneras las operaciones, el entrenamiento, los activos y las actividades de extinción de incendios forestales de las instalaciones del DoD²⁴⁸. El Servicio de Incendios de Alaska y el Ejército de Estados Unidos se han asociado recientemente para llevar a cabo quemas controladas en primavera en terrenos de entrenamiento militar en Alaska para reducir el peligro de incendios alrededor de los objetivos de entrenamiento militar²⁵⁰.

Los impactos climáticos también generan preocupaciones de seguridad nacional al alterar el tráfico marítimo en Alaska. La reducción del hielo marino en aguas de Alaska permite una mayor actividad marítima. Sin embargo, las condiciones del hielo, cambiantes y difíciles de predecir, pueden requerir

actividades de búsqueda y rescate que afecten la presencia y las misiones de la Guardia Costera de Estados Unidos, así como las misiones militares y de apoyo civil del DoD. El aumento del tráfico marítimo en el Ártico²⁵¹ se cruza con el contexto geopolítico más amplio de la competencia con la República Popular China (People's Republic of China, PRC) y la tensión con Rusia. El gobierno ruso ha estado construyendo (y reconstruyendo) capacidad militar a lo largo de su frontera norte, incluidos sitios cerca de Alaska como la Isla de Wrangel²⁵². La PRC ha manifestado su interés por la gobernanza, los recursos, las rutas marítimas y la ciencia del clima del Ártico²⁵³. En Alaska, las preocupaciones recientes incluyen las operaciones navales de la PRC y Rusia en la zona económica exclusiva de los EE. UU., la pesca ilegal, no reportada y no reglamentada, especialmente en el mar de Bering y los desechos marinos²⁵⁴.

La creciente preocupación por el cambio climático y el aumento de la competencia geopolítica en el Ártico se refleja en recientes documentos de estrategia militar específicos para el Ártico (p. ej., DHS 2019;²⁵⁵ DOD 2019;²⁴⁸ USAF 2020²⁵⁶). En Alaska, el DoD está desarrollando nuevas capacidades en respuesta a estos cambios. Por ejemplo, a partir de la primavera de 2022, la Base Aérea de Eielson cuenta con 54 aviones F-35, la mayor concentración de la potencia aérea tecnológicamente más avanzada del mundo²⁵⁷.

El estado de Alaska se enfrenta a impactos directos e indirectos del cambio climático sobre la seguridad en lo que respecta al crimen, los impactos económicos (KM 19.1, 19.3, 29.3), los impactos medioambientales (KM 29.5) y la capacidad del estado para responder a tales desafíos de seguridad. El cambio climático también está aumentando los costos para el estado, desde la lucha contra los incendios hasta el mantenimiento de las infraestructuras (KM 29.4), con posibles ramificaciones adversas para la capacidad del estado de equilibrar su presupuesto y satisfacer las necesidades de sus ciudadanos¹⁷⁰.

A nivel comunitario, las preocupaciones se centran en la seguridad alimentaria y medioambiental (KM 29.2), así como en la seguridad de los operadores de pequeñas embarcaciones y cazadores que navegan por entornos marinos y fluviales cada vez más impredecibles y abarrotados (KM 15.1)⁸⁷. Las condiciones cambiantes del hielo marino y fluvial están aumentando los riesgos físicos para cazadores y viajeros. El cambio climático también puede impulsar la intensificación de las actividades humanas mar adentro, como el aumento de la navegación comercial, que generan riesgos adicionales como accidentes o vertidos²⁵⁸. Las prácticas culturales son vitales para el bienestar y la seguridad en toda Alaska (Recuadro 29.3), pero a menudo se pasan por alto o se minimizan en la gestión de los negocios pesqueros y en la investigación sobre el cambio climático y los ecosistemas⁷⁵.

Recuadro 29.6. Perspectivas tribales sobre la “seguridad”

Para las tribus de Alaska, el cambio climático es una razón más para ejercer el liderazgo y la soberanía en su propio nombre (KM 16.3). En la Bahía de Bristol, por ejemplo, el pueblo nativo de Port Heiden ha creado la Granja Meshik para mejorar la seguridad alimentaria y quiere construir también una planta de procesamiento de pescado. Jaclyn Christensen, coordinadora de Brownfield para la tribu dice: “Me preocupa que mi esposo haga largos viajes en aguas peligrosas cuando pesca y necesitamos una base económica para la comunidad”²⁵⁹.

La Tribu Knik, en el centro-sur de Alaska, está muy involucrada en la gestión de la tierra. Como explica Theo Garcia, director de medioambiente y recursos naturales de la tribu: “Cultivamos papas para suministrar alimentos, estamos cultivando plantas nativas para apoyar la restauración de las riberas de los arroyos y estamos explorando formas de utilizar el calor residual para cultivar forraje más barato para el ganado”²⁶⁰.

Dado que las condiciones siguen cambiando, la capacidad de adaptación es esencial para la seguridad, a través de los propios esfuerzos de las tribus y en asociación con otros entes.

Conservas de salmón rojo en Port Heiden



El salmón es vital para la seguridad alimentaria en gran parte de Alaska.

Figura 29.14. Un tarro de salmón rojo procesado localmente al sol en Port Heiden, Alaska, 28 de julio de 2022. Créditos de la fotografía: ©Jaclyn Christensen.

Mensaje clave 29.7

Nuestro futuro justo y próspero empieza por la adaptación

En Alaska se están realizando esfuerzos locales y regionales para prepararse y adaptarse a un clima cambiante (*confianza alta*). La amplitud de la adaptación necesaria en todo el estado requerirá una inversión sustancial de recursos financieros y una estrecha coordinación entre las agencias, incluidos los gobiernos tribales (*confianza alta*). La efectividad de la planificación y las actividades de adaptación puede reforzarse al abordar la intersección de factores de estrés no climáticos, dar prioridad a las necesidades de las comunidades y poblaciones que sufren los mayores impactos, crear capacidad local y conectar los esfuerzos de adaptación con el desarrollo económico y de la mano de obra (*confianza media*).

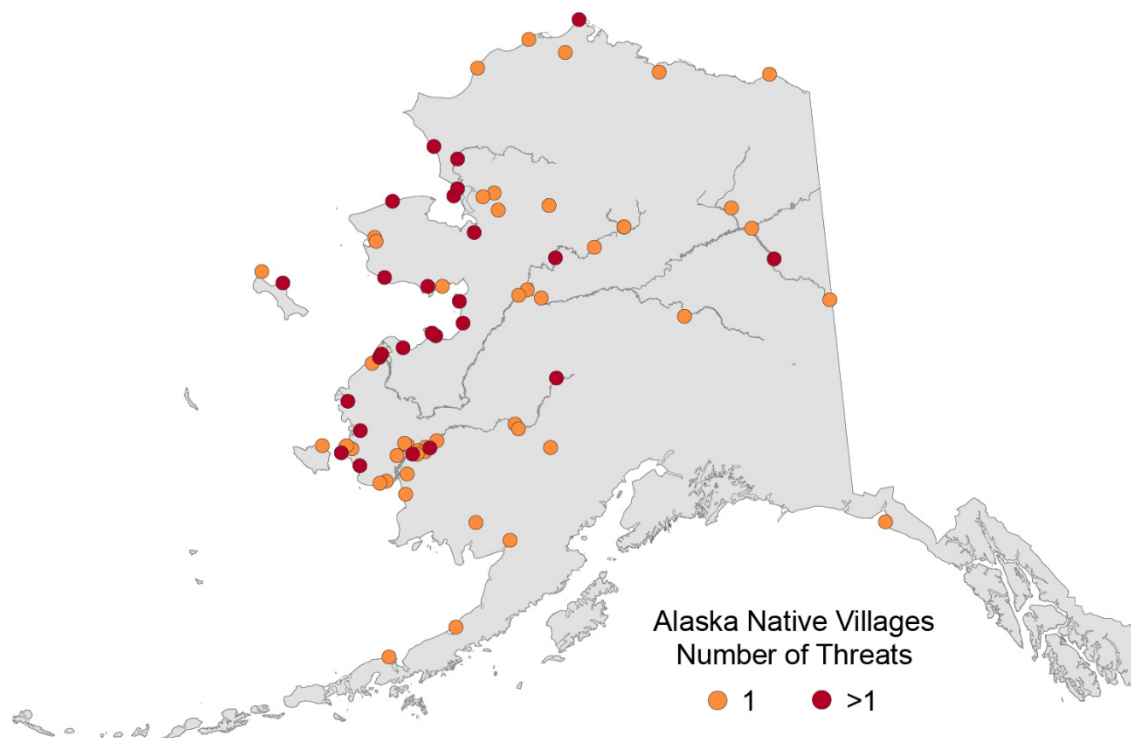
En años recientes, Alaska se ha erigido como un líder de las iniciativas de adaptación climática en el Ártico²⁶¹, muchas de las cuales han sido implementadas por entidades regionales y gobiernos municipales, comuni-

tarios y tribales^{262,263}. Juntos, estos esfuerzos abordan el cambio climático y los desafíos sociales interrelacionados de manera que empiezan a sentar las bases de una Alaska justa y próspera. Se ha emprendido una amplia variedad de esfuerzos de adaptación en todo el estado, desde cursos de entrenamiento y talleres hasta la implementación de planes de mitigación de peligros y de acción climática^{262,263,264}. A pesar de los impactos generalizados (Figura 29.15), el apoyo a la adaptación climática varía según las comunidades^{263,265,266}, y la adaptación no ha sido una prioridad consistente para el gobierno estatal (KM 31.1)^{263,267,268}. Para muchos habitantes de Alaska, la capacidad de adaptación a los impactos climáticos actuales y proyectados depende de factores sociales y políticos como la seguridad alimentaria y del agua, las oportunidades económicas y la capacidad de los sistemas de gobernanza (KM 31.4)^{45,269,270,271}.

Muchas de las tribus de Alaska han realizado o están realizando esfuerzos que aumentan su capacidad de adaptación a un clima cambiante (KM 16.3). Entre ellas se incluye la solicitud de financiamiento federal para la resiliencia climática²⁷², realizar evaluaciones de riesgos,²⁷³ colaborar con investigadores para tender puentes entre la ciencia climática occidental y el conocimiento indígena²⁷⁴ y elaborar e implementar planes de adaptación a escala comunitaria y regional^{76,275,276}. Estas actividades se ven reforzadas por los conocimientos acumulados que han permitido a los pueblos indígenas de Alaska y el Ártico innovar y adaptarse a su entorno cambiante durante milenios^{270,277,278}. Los valores y prácticas tradicionales de las culturas nativas de Alaska se centran en el bienestar, la continuidad cultural y una visión holística e integrada del mundo (Figura 16.3)^{75,270,279}. A menudo, están vinculados a los componentes de la capacidad de adaptación, como administración ambiental, puesta en común de los recursos de sustento y movilidad^{280,281,282,283,284}. Es importante destacar, sin embargo, que la capacidad de adaptación de los pueblos indígenas de Alaska no mitiga los impactos de los peligros medioambientales sin precedentes ni reduce la necesidad de abordar las causas del cambio climático.

Para lograr una adaptación climática ampliamente necesaria, las comunidades deben desenvolverse por un complejo sistema de agencias federales aisladas (Figura 29.16)^{285,286,287}. La superposición de jurisdicciones locales, municipales, estatales y federales puede crear directrices políticas confusas o contradictorias y obstaculizar los esfuerzos locales de adaptación (KM 31.4)^{277,288}. Los complejos sistemas de gobernanza y gestión de recursos, muchos de los cuales se imponen a las tribus a través de la colonización, plantean desafíos a los esfuerzos de adaptación, que son más efectivos si son oportunos, equitativos y dirigidos por la comunidad. Además, la gran capacidad de adaptación y autosuficiencia de los pueblos indígenas sigue viéndose mermada por los continuos impactos de la colonización, como las barreras a las redes sociales y la transferencia de conocimientos indígenas^{277,279,289,290}. Las tribus son naciones soberanas que requieren consultas de gobierno a gobierno. Las comunidades con una sólida colaboración entre las entidades gobernantes, incluso mediante la coproducción de conocimientos (investigación basada en asociaciones equitativas y respetuosas), pueden estar en mejores condiciones de responder a los impactos adversos del cambio climático mediante la asociación y la gestión flexible de los recursos naturales^{279,281,285}. La coordinación específica entre las entidades federales, estatales y tribales ayudaría a aumentar la resiliencia ante las amenazas medioambientales²⁸⁶.

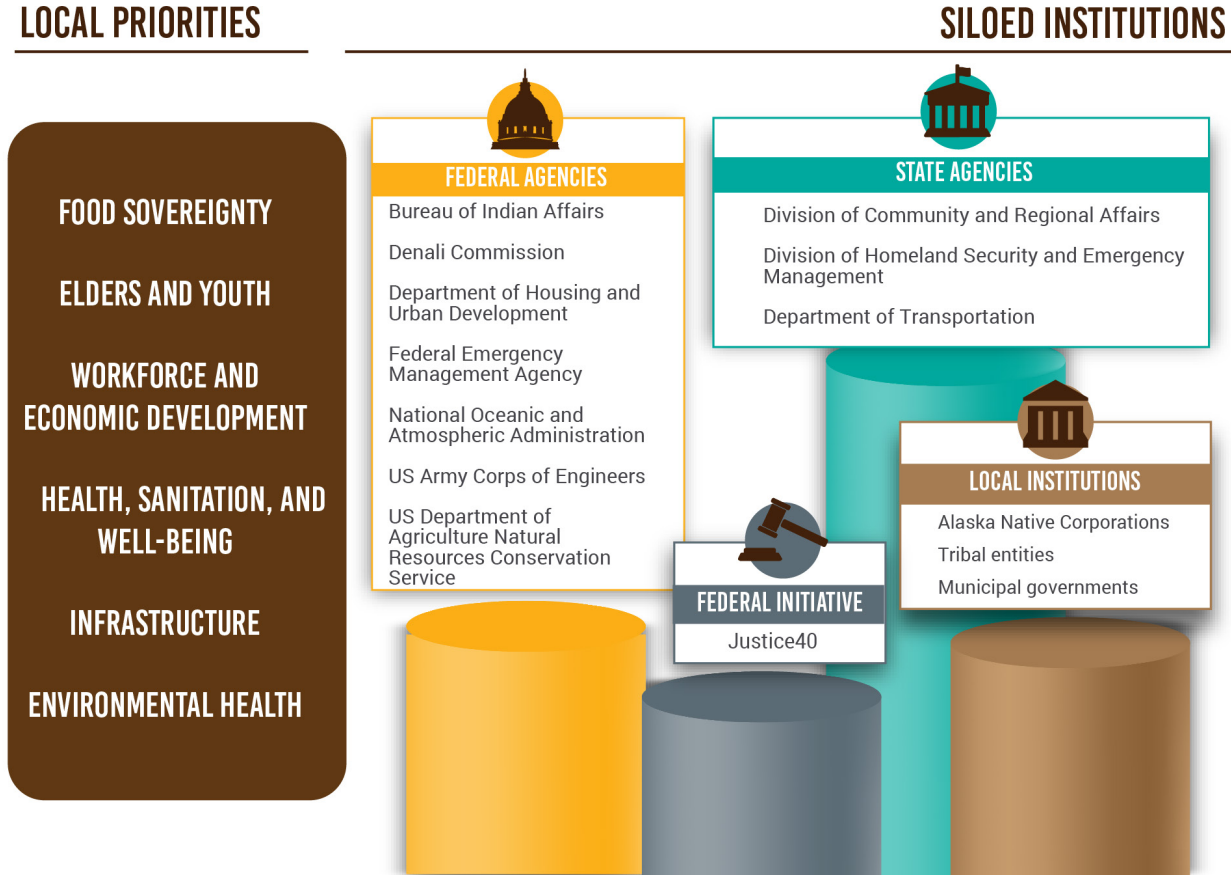
Amenazas climáticas en Alaska



Las evaluaciones a escala estatal muestran amplias amenazas relacionadas con el clima en toda Alaska.

Figura 29.15. El mapa muestra las amenazas que el deshielo del permafrost, las inundaciones y la erosión representan para las aldeas de nativos de Alaska. Muchas comunidades se enfrentan a múltiples amenazas, lo que agrava los desafíos a los que se enfrentan. Adaptado de GAO 2022²⁸⁶.

Desenvolverse por diversas instituciones para satisfacer las prioridades locales y regionales



La adaptación es un proceso complejo que requiere conocimientos especializados y la participación de múltiples entidades.

Figura 29.16. La adaptación al clima suele requerir una amplia gama de conocimientos especializados, así como la participación de los afectados junto con otras entidades, incluidas, entre otras, las enumeradas en esta figura²⁸⁶. Las corporaciones de nativos de Alaska fueron creadas por la Ley de Conciliación de Reclamaciones de los Nativos de Alaska de 1971²⁹¹. Las prioridades locales son holísticas e involucran asuntos medioambientales y sociales integrados. Sin embargo, las instituciones a múltiples niveles suelen estar aisladas con prioridades específicas, lo que puede conducir a la duplicación de esfuerzos y obstaculizar los esfuerzos locales. Créditos de la figura: University of Alaska Fairbanks y Ocean Conservancy.

Aunque hay varias fuentes de financiamiento y asistencia técnica estatales y federales disponibles para apoyar la adaptación climática municipal y tribal en Alaska, la efectividad de tales esfuerzos se ve obstaculizada por barreras institucionales y una capacidad limitada en los distintos niveles de gobierno (KM 31.4, 31.6)^{261,292}. En las comunidades rurales y no rurales, algunos residentes han reportado que la adaptación al clima se ha visto obstaculizada por la falta de liderazgo local o de voluntad política^{265,266,293}. Muchas comunidades y organizaciones han dado un paso al frente para liderar los esfuerzos de mitigación y abordar las desigualdades agravadas por el cambio climático en ausencia de una acción municipal y estatal consistente. Al menos cuatro municipios (Anchorage, Homer, Sitka y Juneau) han adoptado planes de acción climática²⁶⁴, Fairbanks también está trabajando en el suyo. Siete gobiernos tribales, desde la Comunidad Esquimal de Nome hasta el Consejo Central de T'lingit y Haida, han adoptado planes de acción o adaptación climática²⁶⁴.

Iniciativas comunitarias de energías renovables como Thermalize Juneau y las iniciativas Solarize en Anchorage, Fairbanks, Kenai, Mat-Su y Palmer ayudan a los propietarios de viviendas y locales comerciales a instalar capacidad solar^{294,295,296}. Compañías de servicios públicos locales, como Golden Valley Electric Association, Alaska Energy Light and Power y Chugach Electric Association, han trabajado en varios proyectos de energías renovables^{297,298,299}. La Asociación de Vehículos Eléctricos de Juneau ha trabajado específicamente para electrificar el transporte público y personal en la región³⁰⁰. Muchas comunidades de todo el estado están creando mercados locales de agricultura apoyada por la comunidad, huertos compartidos y cajas de suministros para complementar a los vecindarios más alejados de las tiendas de comestibles urbanas³⁰¹. Los gobiernos tribales del interior y el suroeste de Alaska distribuyeron salmón a los residentes impactados por la crisis del salmón del Yukon-Kuskokwim³⁰².

El cambio climático puede conducir a metas divergentes. Aunque el calentamiento del Ártico puede ofrecer oportunidades económicas, como el aumento del tráfico marítimo, el crecimiento del turismo y la extracción de recursos, los procesos de regulación y planificación no incorporan consistentemente consideraciones sobre los riesgos climáticos^{266,269}. Por ejemplo, en toda la costa de Alaska, las comunidades dependen cada vez más de estructuras duras, como los diques y el refuerzo del litoral. Estas adaptaciones estructurales pueden ofrecer una sensación de seguridad, pero carecen de la flexibilidad, la sostenibilidad a largo plazo y la rentabilidad de los enfoques reguladores y basados en los ecosistemas³⁰³.

Los impactos climáticos se experimentan en el contexto más amplio del cambio social, político y económico en el Ártico (KM 20.2)²⁸¹. Los factores de estrés no climáticos, como la inseguridad alimentaria (KM 29.1, 29.3, 29.5), la escasez de empleo (KM 29.3), la vivienda precaria (KM 29.1), el envejecimiento de las infraestructuras (KM 29.4), el acceso limitado a la atención médica (KM 29.1), el alto costo de la vida en áreas remotas (KM 29.2) y la limitada capacidad de búsqueda y rescate (KM 29.6), pueden afectar a la capacidad y habilidad de una comunidad para llevar a cabo la adaptación al clima^{269,304,305}. Al identificar y abordar las intersecciones entre el riesgo climático y la vulnerabilidad social y económica, los tomadores de decisiones pueden desarrollar e implementar iniciativas de adaptación que sean escalables, innovadoras o transformadoras²⁶⁶.

La necesidad de centrar las acciones de adaptación en torno a los valores, conocimientos y prioridades indígenas y locales, y de apoyarlos, ha sido ampliamente identificada como un componente crítico de la adaptación basada en la comunidad (KM 16.2)^{45,269,270,285,289,306,307,308}. Además de integrar múltiples sistemas de conocimiento y desarrollar la mano de obra y la capacidad tribal para la resiliencia climática³⁰⁹, los esfuerzos de adaptación al clima pueden reforzarse al fomentar las asociaciones entre diversos grupos y apoyar el liderazgo y el monitoreo basados en la comunidad^{45,267,285}. Esta necesidad se reconoce en las orientaciones de la Casa Blanca a las agencias federales³¹⁰.

La educación para muchos públicos ha sido durante mucho tiempo un componente esencial de la adaptación en Alaska. En Alaska se están llevando a cabo numerosas iniciativas educativas para informar sobre el cambio climático a estudiantes de kínder a 12.º grado (K-12), estudiantes universitarios y de posgrado, educadores y miembros de la comunidad. Desde 1996, el programa Aprendizaje Global y Observaciones en Beneficio del Medioambiente (Global Learning and Observations to Benefit the Environment, GLOBE) ha involucrado a más de 1,400 maestros en áreas rurales y urbanas de Alaska y a más de 20,000 estudiantes en el aprendizaje sobre el cambio climático y la ciencia ciudadana de una forma culturalmente sostenible^{311,312,313}. Los científicos han utilizado los datos del GLOBE de los estudiantes de Alaska^{314,315}. El proyecto de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Science, Technology, Engineering, and Mathematics, STEM) sobre el Ártico y la Tierra en Integración del GLOBE y la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (National Aeronautics and Space Administration, NASA) entrelaza la ciencia indígena y la occidental para involucrar a educadores formales e informales, miembros de la comunidad y jóvenes en proyectos relevantes para sus comunidades³¹⁶ en colaboración con la Asociación de Educadores Nativos del Interior. Otros proyectos científicos comunitarios/ciudadanos relacionados con el cambio

climático se centran en las bayas de Alaska, el hielo de agua dulce, la profundidad de la nieve y las observaciones y conocimientos de las comunidades costeras³¹⁷. Los esfuerzos de educación climática para adultos incluyen un curso en línea que explora el cambio climático en los entornos árticos, el entrenamiento comunitario en la Red de Aprendizaje de Resiliencia Tribal de Alaska a través del Centro Científico de Adaptación Climática de Alaska y el aprendizaje entre iguales y el intercambio de conocimientos en la cohorte de coordinadores de reubicación dirigida por la comunidad, retiro gestionado y protección en el lugar. La Red de Escenarios para la Planificación de Alaska y el Ártico ofrece datos climáticos a escala reducida, mientras que el Centro de Evaluación y Política Climática de Alaska ofrece seminarios web sobre el clima y las condiciones meteorológicas, gráficos y herramientas. También se están desarrollando nuevas iniciativas³¹⁸.

Recuadro 29.7. Adaptación tribal al cambio climático

Las amenazas a los alimentos tradicionales son preocupaciones existenciales para las comunidades tribales:

Estamos en un punto de inflexión en el que la gente tiene que aprender a deletrear soberanía alimentaria. —Dune Lankard, Eyak Athabaskan, delta del Río Copper (entrevista con Willow Hetrick, 16 de diciembre de 2020)³¹⁹.

La soberanía alimentaria incluye la capacidad de las comunidades para determinar la cantidad y calidad de los alimentos que consumen controlando cómo se producen y distribuyen sus alimentos. Para satisfacer esta necesidad, la Comisión de Recursos Regionales de Chugach (Chugach Regional Resources Commission, CRRC) y una de sus divisiones, el Instituto Marino de Orgullo Alutiiq (Alutiiq Pride Marine Institute, APMI), incorporan conocimientos indígenas, perspectivas tribales y métodos científicos occidentales. Para hacer frente a los problemas de salud, el programa de florecimiento de algas nocivas analiza muestras semanales de agua y advierte a los gobiernos tribales de cualquier problema sanitario. Para reforzar las fuentes de alimentos de importancia regional, colocan almejas jóvenes en playas con poblaciones menguantes de almejas y están ampliando esta iniciativa a los *bidarkis* (nombre local para los quitones de cuero negro, *Katharina tunicata*). Para ayudar a reducir los efectos de las emisiones de dióxido de carbono, la CRRC y el APMI están desarrollando el cultivo de algas como mitigador de los efectos de la acidificación marina, sumidero de carbono y fuente potencial de ingresos. Estos esfuerzos demuestran lo que puede lograrse con dedicación y colaboración.

Recolección de algas en Prince William Sound



El cultivo de algas es una medida de adaptación que puede reducir los impactos de la acidificación marina, absorber dióxido de carbono y generar ingresos.

Figura 29.17. Un barco recoge algas en Prince William Sound, Alaska, el 15 de mayo de 2022. Créditos de la fotografía: ©Emily Mailman.

Cuentas trazables

Descripción del proceso

El equipo de autores revisó los capítulos sobre Alaska de anteriores Evaluaciones Nacionales del Clima (National Climate Assessment, NCA) y tuvo en cuenta las orientaciones de la dirección de la NCA para que la Quinta Evaluación Nacional del Clima (Fifth National Climate Assessment, NCA5) estuviera “centrada en las personas”. El equipo reconoció tres grandes temas: el rápido cambio biofísico, los efectos sociales acumulativos y los esfuerzos de adaptación. A partir de ellos, el equipo desarrolló siete áreas para los mensajes clave e identificó una serie de temas a destacar a lo largo del capítulo, uniendo el material de cada mensaje clave. A continuación, el equipo revisó la información disponible (como se detalla más adelante para cada mensaje clave) para redactar el capítulo. Cuando ha sido necesario, el equipo ha citado informes y otras fuentes no revisadas por expertos para obtener información específica que no está disponible en ningún otro sitio. El equipo de autores estuvo de acuerdo en que las fuentes eran creíbles y apropiadas para los fines para los que se citaban. El equipo no ha incluido declaraciones de probabilidad (*muy probable, poco probable* etc.) porque no había una base cuantitativa para hacerlo (Guía del informe).

Los mensajes clave de las NCA anteriores y la orientación general de la dirección de la NCA ayudaron a identificar las principales áreas en las que se necesitarían conocimientos especializados. En la selección del equipo de autores también se tuvo en cuenta la diversidad de edad, raza, sexo, disciplina y perspectiva, junto con la capacidad de pensar ampliamente sobre las conexiones entre los aspectos del cambio climático. El autor principal del capítulo, el autor principal de coordinación federal y los autores principales del capítulo de la agencia elaboraron una lista de candidatos y pidieron a otras organizaciones que sugirieran nombres para ampliar la búsqueda. Una vez contratadas varias personas como autores de los capítulos, también se les preguntó por las brechas en los conocimientos colectivos del equipo y se identificaron necesidades adicionales junto con los candidatos para cubrirlas.

El equipo de autores se reunió dos veces al mes para debatir el contenido de los capítulos y el proceso de redacción. A través de estas reuniones, el equipo alcanzó un consenso sobre el enfoque a adoptar y, posteriormente, sobre los contenidos a medida que el equipo redactaba y revisaba. El equipo organizó un taller de participación pública en línea el 12 de enero de 2022, con aproximadamente 175 personas inscritas y un máximo de unos 90 participantes en todo momento. El taller contó con una amplia gama de participantes, entre ellos dirigentes de comunidades indígenas, investigadores académicos, personal de agencias gubernamentales, particulares del sector privado y miembros del público. El equipo también llevó a cabo otras reuniones y talleres de divulgación para llegar a públicos específicos, por ejemplo a través del Foro de Alaska sobre el Medioambiente y el Comité Interinstitucional de Política de Investigación Ártica.

Mensaje clave 29.1

Nuestra salud y atención médica están en riesgo

Descripción de la base de evidencia

Se han realizado numerosas investigaciones sobre el estado de salud, el acceso a la atención médica y otros aspectos de la salud en Alaska (p. ej., Hennessey *et al.* 2008;⁶⁷ Thomas *et al.* 2015;⁶⁰ Eichelberger 2010;⁵⁹ Hahn *et al.* 2021⁸²). Así pues, el contexto en el que el cambio climático afecta la salud está, en general, bien establecido (KM 15.1)⁶¹. La atención a la salud mental y a la salud comunitaria ha ido en aumento en los años recientes, lo que ofrece una base cada vez más firme para este mensaje clave (KM 15.1)^{74,75,76}. La investigación específica sobre las implicaciones del cambio climático para la salud y la salud mental ha sido más limitada en Alaska. Los resultados de esa investigación son generalmente consistentes.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Gran parte de la literatura sobre el cambio climático y la salud en Alaska se ha centrado en lo que cabe esperar a medida que el clima siga calentándose. La evidencia de los efectos reales sobre la salud que se están produciendo en la actualidad es menos sólida, aunque la que existe es consistente en todos los estudios. También faltan estudios que documenten los efectos sobre la salud, sobre todo mental y comunitaria, específicamente ligados a factores relacionados con el cambio climático, y que determinen respuestas efectivas en materia de salud pública. Se puede trabajar más para documentar el conocimiento indígena con respecto a la salud y la salud mental en Alaska.

Descripción de confianza y probabilidad

Las disparidades de salud en Alaska están demasiado bien documentadas (p. ej., Cochran *et al.* 2013;⁵⁵ Thomas *et al.* 2015;⁶⁰ Eichelberger 2010;⁵⁹ Sohns *et al.* 2021⁵⁶). Nuevos desafíos para la salud y el acceso a la atención médica agravarán esas disparidades; esto puede decirse con *confianza alta*. Existe alguna evidencia de los efectos esperados de los peligros provocados por el clima y las enfermedades emergentes (p. ej., Witmer *et al.* 2022;⁸⁴ Hahn *et al.* 2020,⁸³ Yoder 2018;⁵⁷ Huntington *et al.* 2021⁸⁷), y la experiencia del estado con el COVID-19 ha ilustrado ampliamente lo que puede hacer una nueva enfermedad (p. ej., Wong *et al.* 2022;⁶⁴ Eichelberger *et al.* 2021⁶²). Sin embargo, la evolución del cambio climático en relación con la salud presenta muchas incertidumbres, por lo que el equipo tiene *confianza media* en la segunda declaración del mensaje clave. Del mismo modo, cabe esperar que la mejora de la vigilancia de la salud y del acceso a la atención médica contribuya a la resiliencia en todo el estado, pero se necesitan más experiencia y evidencia para demostrar que es así. Por lo tanto, el equipo tiene *confianza media* en el enunciado final del mensaje clave.

Mensaje clave 29.2

Nuestras comunidades se enfrentan a factores de estrés agravados

Descripción de la base de evidencia

Se ha realizado un trabajo considerable para documentar muchos aspectos de las comunidades de Alaska, lo que incluye investigaciones sociales, económicas, culturales, físicas y de otro tipo^{96,97,107,108,109}. Se han realizado algunos trabajos, especialmente en las comunidades nativas de Alaska, para documentar las observaciones y los efectos del cambio climático. Las conclusiones coinciden ampliamente en que muchas cosas están cambiando rápidamente, con efectos de gran alcance en las comunidades. Los detalles varían de un lugar a otro y de un estudio a otro. Hay poco desacuerdo en la base de literatura consultada. Se dispone de muchos menos trabajos sobre otros segmentos de la población de Alaska, lo que dificulta determinar si existen disparidades raciales y étnicas en la exposición al cambio climático y sus efectos entre grupos distintos de los nativos de Alaska.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Poco se sabe sobre la efectividad de las respuestas y adaptaciones al cambio climático entre las comunidades nativas de Alaska. Para otros grupos demográficos, y para los nativos de Alaska en entornos urbanos, se necesitaría más investigación en general para evaluar mejor cómo el cambio climático está afectando y se espera que afecte a estas comunidades. Se puede trabajar más para documentar el conocimiento indígena con respecto al bienestar de la comunidad en Alaska.

Descripción de confianza y probabilidad

La evidencia demográfica detallada y de otro tipo disponible sobre el bienestar de la comunidad en Alaska es consistente y se ha documentado repetidamente en la literatura científica y en informes de agencias tribales y federales, lo que da al equipo *confianza alta* en las declaraciones del mensaje clave. Los riesgos para las

infraestructuras son bien conocidos y no se discuten. Los beneficios de la adaptación se abordan con más detalle en el mensaje clave 29.7 y se han establecido repetidamente en todo el estado.

Mensaje clave 29.3

Nuestros medios de subsistencia son vulnerables sin diversificación

Descripción de la base de evidencia

Los gobiernos estatal y federal recopilan de manera periódica datos económicos relevantes, lo que brinda una base firme para comprender los medios de subsistencia y el empleo de Alaska^{96,120,121,122,123}; del mismo modo, se ha trabajado mucho para documentar las cosechas de sustento, aportando cifras fiables y consistentes sobre la producción y la participación en este sector vital de la economía de la Alaska rural. Los efectos del cambio climático se han tenido en cuenta en muchos sectores económicos, aunque en grados diferentes. No es de extrañar que sectores como la pesca, que se perciben como los más amenazados por el cambio climático, sean los que más atención han recibido. Los resultados obtenidos hasta la fecha son en general consistentes, teniendo en cuenta las diferencias en la exposición al cambio climático entre los distintos sectores.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Gran parte del trabajo realizado hasta la fecha se ha centrado en sectores percibidos como vulnerables al cambio climático, entre ellos la pesca y el sustento. Se ha hecho menos para examinar las áreas de nuevas oportunidades potenciales (p. ej., en la agricultura), y una mayor investigación podría mejorar la comprensión de la efectividad de las diversas respuestas y adaptaciones al cambio climático.

Existe incertidumbre acerca de las consecuencias económicas de los descensos de las capturas comerciales y de sustento provocados por el clima, ya que los impactos del cambio climático pueden verse moderados por la dinámica económica y las oportunidades de capturas alternativas^{125,126,143}.

Una de las principales incertidumbres en relación con el impacto del clima sobre los peces de fondo, el salmón y el cangrejo es la influencia desconocida de los procesos y parámetros que interactúan, como la competencia, la depredación, la dependencia de la densidad, la estructura de la red trófica, la disponibilidad de hábitats y las capturas^{18,131,142,144}. Así pues, la investigación futura sobre los impactos del clima en los peces de fondo, el salmón y el cangrejo debería ser interdisciplinar.

Otro tema importante que podría beneficiarse de futuras investigaciones son los mecanismos que relacionan los factores climáticos con los efectos biológicos sobre el salmón, los peces de fondo y el cangrejo^{134,137,320}. La elucidación de los detalles de estos mecanismos podría ayudar a mejorar las predicciones de los cambios en los ecosistemas en el contexto del futuro cambio climático. Además, la variación espacial de la respuesta de los ecosistemas al cambio climático genera incertidumbre al predecir los impactos locales^{21,23}.

Se puede trabajar más para documentar el conocimiento indígena con respecto a los medios de subsistencia y los factores que los afectan en Alaska.

Descripción de confianza y probabilidad

La documentación sobre los riesgos que plantea el cambio climático para los medios de subsistencia dependientes de los recursos es amplia y consistente en la literatura científica y en los informes gubernamentales, lo que da al equipo de autores *confianza alta* en la primera declaración del mensaje clave. Mirar al futuro implica una mayor incertidumbre, por lo que el equipo tiene *confianza media* en la segunda declaración

del mensaje clave. La tercera declaración está respaldada por la literatura disponible, pero no es muy abundante, lo que da al equipo *confianza media*.

Mensaje clave 29.4

Nuestro entorno construido será más costoso

Descripción de la base de evidencia

Se han realizado muchas evaluaciones importantes sobre el entorno construido de Alaska, incluidos estudios económicos sobre los costos asociados al cambio climático y los riesgos de la erosión costera y de las riberas de los ríos de todo el estado^{170,171,173,174,181}. Las conclusiones coinciden en que los costos serán altos y que muchas comunidades se enfrentan a grandes riesgos. La sincronización de la erosión y otros daños es menos seguro, al igual que la efectividad de las diversas medidas para retrasar o detener los efectos provocados por el clima.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Un mayor trabajo podría mejorar la comprensión de la efectividad de las diversas respuestas a los daños causados por el clima en las infraestructuras. Cómo se puede crear u ofrecer capacidad de respuesta, especialmente a las comunidades remotas, es una pregunta abierta. El hecho de que los modelos probablemente subestimen los costos y daños reales sugiere otro ámbito en el que seguir trabajando. Estas brechas contribuyen a la incertidumbre en las estimaciones de los costos asociados a la degradación, destrucción y colapso de las infraestructuras. Se puede trabajar más para documentar el conocimiento indígena con respecto al entorno construido en Alaska. Además de las brechas en la investigación, la fragmentación de los conocimientos es un obstáculo importante para la adopción de medidas efectivas. Reducir esta fragmentación exigiría un mayor esfuerzo para reunir a científicos, miembros de la comunidad y poseedores de conocimientos, y empresas privadas, especialmente consultoras de ingeniería que ya están implementando soluciones prácticas.

Descripción de confianza y probabilidad

Hay pocas dudas sobre los daños que está sufriendo la infraestructura de Alaska debido al cambio climático y pocas dudas de que se producirán más daños. Así, con base en experiencias bien documentadas en todo el estado (p. ej., algunos de los principales informes universitarios y gubernamentales citados en el texto del mensaje clave, que son consistentes entre sí), el equipo de autores tiene *confianza alta* en las dos primeras declaraciones del mensaje clave sobre los efectos del cambio climático en las infraestructuras y los efectos futuros que se esperan. La tercera frase, sobre planificación y adaptación, es de *confianza alta* debido a la evidencia de que la planificación puede funcionar. El equipo señala aquí que sigue pendiente la pregunta sobre qué se necesita para poner en práctica diseños e ideas de protección de las infraestructuras para resistir los efectos del cambio climático.

Mensaje clave 29.5

Nuestro entorno natural se transforma rápidamente

Descripción de la base de evidencia

Los cambios en los ecosistemas marinos, terrestres y de agua dulce de Alaska, lo que incluye los efectos del clima sobre el área de distribución de las especies, la viabilidad de las especies, la estructura de

las comunidades, la estructura y función de los ecosistemas y los paisajes terrestres y fluviales, están ampliamente documentados en la literatura científica^{1,39,143,192,198}.

Los fuertes controles climáticos implicados en muchos de estos cambios, aunque no en todos, pueden afectar de manera negativa la abundancia o calidad de los bienes y servicios de los ecosistemas, como el transporte de hielo o muchas especies marinas y anádromas, pero las proyecciones de estos impactos son más fáciles para algunos bienes y servicios que para otros. La confianza es mayor en el caso de los impactos directamente mediados por factores físicos (p. ej., los efectos de la temperatura en el hielo marino)⁴⁵ o la capa de nieve⁴⁶) que los que tienen factores complejos (múltiples factores climáticos e interacciones ecológicas, como la producción de bayas)¹⁶⁰.

El hecho de que algunos de los factores de estrés no sean climáticos y puedan responder a opciones o estrategias de gestión indica la posibilidad de evitar algunos impactos potenciales mediante la gestión. La literatura sobre estrategias alternativas es limitada; aquí es donde se pueden presentar argumentos sintéticos y lógicos sobre la información científica que describe los impactos y el futuro plausible. Pero aún no se sabe con certeza qué opciones de gestión serían potencialmente efectivas, cómo se implementarían y si serían suficientes para disminuir los impactos.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Como ocurre con muchos impactos del cambio climático, la atribución de la fracción de la respuesta debido directamente al cambio climático es un desafío. Gran parte del trabajo es correlativo más que determinista, y en Alaska, los conjuntos de datos que existen para el trabajo de atribución son muy limitados en comparación con los lugares en los EE. UU. contiguos (Contiguous United States, CONUS) debido a la escasez de conjuntos de datos de observación a largo plazo que se pueden utilizar para el entrenamiento en métodos de reducción de escala. Por lo tanto, los conjuntos de datos redimensionados a partir de los modelos CMIP6 no estaban disponibles para Alaska cuando sí lo estaban para los CONUS. La metodología de reducción de escala que aceleraría la investigación de la atribución también es limitada. Sin embargo, ni siquiera climatologías históricas y futuras perfectas eliminarían la incertidumbre: la atribución y las proyecciones útiles dependen de una sólida modelación de los impactos y de una adecuada vinculación con la gestión de los recursos, y comprender los impactos sobre los bienes y servicios no es lo mismo que modelar directamente los impactos sobre las especies, las comunidades, el paisaje y los océanos. Una de las principales brechas en la investigación son los datos adecuados de monitoreo físico y biológico a largo plazo, necesarios para apoyar y mejorar las previsiones de los modelos. Se puede seguir trabajando para documentar el conocimiento indígena sobre el entorno natural de Alaska, teniendo en cuenta preguntas importantes como quién documenta, cómo y con qué fin. Las consideraciones tienen implicaciones para la justicia climática y los derechos de los indígenas. Además, es necesario coordinar mejor y mejorar la accesibilidad de los datos existentes para ayudar a identificar las necesidades de datos, así como hacer un uso más efectivo de lo que ya se conoce.

Descripción de confianza y probabilidad

Una gran cantidad de investigaciones científicas, ampliamente difundidas en la literatura académica, han examinado en detalle el cambio ecológico en torno a Alaska. La confianza en el cambio ecológico es *alta* y no *muy alta* porque otros factores no climáticos (como el desarrollo y otros cambios en el uso de la tierra) también contribuyen al cambio de los ecosistemas o todavía no se ha documentado el cambio provocado por el clima en algunos cambios observados.

La confianza en los bienes y servicios de los ecosistemas es *media* porque 1) aunque la modelación de impactos para muchas especies y procesos indica que esto es probablemente cierto, la modelación de impactos para bienes y servicios es limitada en comparación con los impactos físicos y ecológicos directos; y 2) la incertidumbre tanto en los futuros climáticos como en las respuestas de los ecosistemas es lo suficientemente grande como para que las predicciones específicas sean difíciles de alcanzar. Aunque el razonamiento es sólido, la evidencia publicada revisada por expertos es limitada.

La confianza en la capacidad de una gestión cuidadosa para ayudar a abordar los problemas climáticos en el contexto de otras necesidades y objetivos es *media* porque hay poca literatura revisada por expertos que documente que se adoptarían prácticas de gestión relevantes para el clima; sin embargo, existen ejemplos.

Mensaje clave 29.6

Nuestra seguridad se enfrenta a mayores amenazas

Descripción de la base de evidencia

Las fuerzas armadas han llevado a cabo algunas investigaciones y planificaciones para evaluar los peligros del cambio climático en Alaska²⁴⁸. Además, se han realizado algunos trabajos para evaluar los peligros para las formas civiles de seguridad, incluida la seguridad alimentaria^{75,87,251,254}. La literatura es consistente al identificar múltiples peligros y grandes incertidumbres, que agravan los riesgos para la seguridad al impedir la capacidad de planificar con efectividad y eficiencia.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Los riesgos evidentes, como la erosión costera y los daños provocados por el deshielo del permafrost, están bien documentados. Se han reconocido otros riesgos, como la posibilidad de que los incendios forestales y el humo asociado alteren las operaciones aéreas; sin embargo, la evaluación de muchos otros riesgos sigue siendo especulativa y convendría estudiarla más a fondo. Cabe destacar aquí el grado desconocido en que el cambio climático alterará las preocupaciones geopolíticas y las amenazas a la seguridad nacional, en vez de limitarse a influir modestamente en ellas. Se puede trabajar más para documentar el conocimiento indígena con respecto a los diversos aspectos de la seguridad en Alaska.

Descripción de confianza y probabilidad

Debido al alcance y la naturaleza del cambio climático, documentado en numerosos estudios académicos y gubernamentales, existe *confianza alta* de que un clima cambiante puede alterar la seguridad de Alaska a escala local y nacional. Del mismo modo, hay pocas dudas, y por lo tanto *confianza alta*, de que los nuevos cambios seguirán creando este peligro. El modo exacto en que los riesgos evaluados se convertirán en efectos reales no está tan claro en la literatura disponible, por lo que se da *confianza media* a la capacidad de desarrollar e implementar estrategias de respuesta efectivas.

Mensaje clave 29.7

Nuestro futuro justo y próspero empieza por la adaptación

Descripción de la base de evidencia

La investigación académica revisada por expertos que analiza o documenta los éxitos y desafíos de la adaptación al clima es menos frecuente que otras fuentes como portales en línea, literatura no oficial y formal, planes de adaptación publicados y otras fuentes fiables de información. Sin embargo, la literatura es cada vez mayor y todas estas fuentes son relativamente consistentes en su contenido. En la literatura revisada por expertos se han identificado varios factores de estrés no climáticos que pueden afectar a la capacidad de una población para adaptarse al cambio climático^{270,304,305,321}. La creación de capacidad local y la conexión de los esfuerzos de adaptación con el desarrollo económico y de la mano de obra son temas emergentes que tienen menos base de evidencia en las publicaciones existentes^{322,323}, pero los autores consideraron importante incluir estas asuntos basándose en observaciones y experiencias vividas.

Principales incertidumbres y brechas en la investigación

Como se ha señalado anteriormente, existen brechas en la investigación relacionada con la adaptación al clima y la planificación en la literatura académica; sin embargo, hay varias áreas de acuerdo entre la literatura formal y la no oficial y la experiencia vivida, como se documenta en otras fuentes creíbles. La investigación centrada en los valores, las prioridades y las necesidades de la comunidad, incluido el desarrollo de la mano de obra, apenas está empezando. Se ha investigado muy poco sobre la evaluación de la implementación de los esfuerzos de adaptación, especialmente a través de metodologías de evaluación indígenas³²⁴. Se puede trabajar más para documentar el conocimiento indígena con respecto a la resiliencia y la respuesta climática en Alaska. También puede realizarse un trabajo adicional para aprender de lo que funciona y lo que no en las actividades de adaptación en curso.

Descripción de confianza y probabilidad

Existe evidencia sólida procedente de muchos informes y estudios (consulte las citas en el texto del mensaje clave), y por lo tanto una *confianza alta* en que se están realizando esfuerzos locales y regionales de adaptación y de que se han financiado más. Se espera que la nueva afluencia de oportunidades de financiamiento federal brinde un apoyo muy necesario, con base en inversiones anteriores en las zonas rurales de Alaska, que en conjunto dan *confianza alta* en que la demanda de inversión es sustancial. Sin embargo, al momento de redactar este documento, se ha trabajado poco para establecer parámetros y planes de evaluación aceptables a nivel local para evaluar el impacto real de la afluencia de fondos. Dado que la investigación centrada en los valores, las prioridades y las necesidades de la comunidad, incluido el desarrollo de la mano de obra, apenas está surgiendo, se ha asignado a la frase final del mensaje clave *confianza media*.

Referencias

1. Ballinger, T.J., U.S. Bhatt, P.A. Bieniek, B. Brettschneider, R.T. Lader, J.S. Littell, R.L. Thoman, C.F. Waigl, J.E. Walsh, and M.A. Webster, 2023: Alaska terrestrial and marine climate trends, 1957–2021. *Journal of Climate*, **36**, 4375–4391. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-22-0434.1>
2. Markon, C., S. Gray, M. Berman, L. Eerkes-Medrano, T. Hennessy, H. Huntington, J. Littell, M. McCammon, R. Thoman, and S. Trainor, 2018: Ch. 26. Alaska. 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, 1185–1241. <https://doi.org/10.7930/nca4.2018.ch26>
3. Stabeno, P.J. and S.W. Bell, 2019: Extreme conditions in the Bering Sea (2017–2018): Record-breaking low sea-ice extent. *Geophysical Research Letters*, **46** (15), 8952–8959. <https://doi.org/10.1029/2019gl083816>
4. 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>
5. Bond, N.A., M.F. Cronin, H. Freeland, and N. Mantua, 2015: Causes and impacts of the 2014 warm anomaly in the NE Pacific. *Geophysical Research Letters*, **42** (9), 3414–3420. <https://doi.org/10.1002/2015gl063306>
6. Qi, D., L. Chen, B. Chen, Z. Gao, W. Zhong, Richard A. Feely, Leif G. Anderson, H. Sun, J. Chen, M. Chen, L. Zhan, Y. Zhang, and W.-J. Cai, 2017: Increase in acidifying water in the western Arctic Ocean. *Nature Climate Change*, **7** (3), 195–199. <https://doi.org/10.1038/nclimate3228>
7. Bathke, D.J., H.R. Prendeville, A. Jacobs, R. Heim, R. Thoman, and B. Fuchs, 2019: Defining drought in a temperate rainforest. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **100** (12), 2665–2668. <https://doi.org/10.1175/bams-d-19-0223.1>
8. NWS, n.d.: Historic Drought in a Rainforest: Southeast Alaska (2017–2019). National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service, Juneau, AK. <https://noaa.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=8ce2db39efde4e589ec66692be45f90a>
9. Yates, S., 2020: Extreme Rain Brings Flurry of Landslides. LEO Network. <https://www.leonetnetwork.org/en/posts/show/09e0b101-1489-44e1-8fea-221308a9661a>
10. Glomsrod, S., T. Wei, R. Macdonald, L. Lindholt, S. Goldsmith, and T. Matthiasson, 2021: Ch. 4. Arctic economies within the Arctic nations. In: *The Economy of the North–ECONOR 2020*. Glomsrød, S., G. Duhaime, and I. Aslaksen, Eds. Arctic Council Secretariat, Tromsø, Norway, 51–100. <http://hdl.handle.net/11374/2611>
11. Danielson, S.L., O. Ahkinga, C. Ashjian, E. Basyuk, L.W. Cooper, L. Eisner, E. Farley, K.B. Iken, J.M. Grebmeier, L. Juranek, G. Khen, S.R. Jayne, T. Kikuchi, C. Ladd, K. Lu, R.M. McCabe, G.W.K. Moore, S. Nishino, F. Ozenna, R.S. Pickart, I. Polyakov, P.J. Stabeno, R. Thoman, W.J. Williams, K. Wood, and T.J. Weingartner, 2020: Manifestation and consequences of warming and altered heat fluxes over the Bering and Chukchi Sea continental shelves. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, **177**, 104781. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104781>
12. Walsh, J.E., R.L. Thoman, U.S. Bhatt, P.A. Bieniek, B. Brettschneider, M. Brubaker, S. Danielson, R. Lader, F. Fetterer, K. Holderied, K. Iken, A. Mahoney, M. McCammon, and J. Partain, 2018: The high latitude marine heat wave of 2016 and its impacts on Alaska. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **99** (1), S39–S43. <https://doi.org/10.1175/bams-d-17-0105.1>
13. Pilcher, D.J., D.M. Naiman, J.N. Cross, A.J. Hermann, S.A. Siedlecki, G.A. Gibson, and J.T. Mathis, 2019: Modeled effect of coastal biogeochemical processes, climate variability, and ocean acidification on aragonite saturation state in the Bering Sea. *Frontiers in Marine Science*, **5**, 508. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00508>
14. Carvalho, K.S., T.E. Smith, and S. Wang, 2021: Bering Sea marine heatwaves: Patterns, trends and connections with the Arctic. *Journal of Hydrology*, **600**, 126462. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126462>
15. Cheung, W.W.L., T.L. Frölicher, V.W.Y. Lam, M.A. Oyínlola, G. Reygondeau, U. Rashid Sumaila, T.C. Tai, L.C.L. Teh, and C.C.C. Wabnitz, 2021: Marine high temperature extremes amplify the impacts of climate change on fish and fisheries. *Science Advances*, **7** (40), 1–16. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abh0895>

16. Bachand, C.L. and J.E. Walsh, 2022: Extreme precipitation events in Alaska: Historical trends and projected changes. *Atmosphere*, **13** (3), 388. <https://doi.org/10.3390/atmos13030388>
17. Lader, R., U.S. Bhatt, J.E. Walsh, and P.A. Bieniek, 2022: Projections of hydroclimatic extremes in southeast Alaska under the RCP8.5 scenario. *Earth Interactions*, **26** (1), 180–194. <https://doi.org/10.1175/ei-d-21-0023.1>
18. Hunt Jr., G.L., E.M. Yasumiishi, L.B. Eisner, P.J. Stabeno, and M.B. Decker, 2020: Climate warming and the loss of sea ice: The impact of sea-ice variability on the southeastern Bering Sea pelagic ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, **79** (3), 937–953. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa206>
19. SeaBank, 2020: SeaBank Annual Report 2020. Alaska Sustainable Fisheries Trust, Sitka, AK, 129 pp. <https://www.seabank.ph/info/annual-report>
20. Siddon, E., 2021: Ecosystem Status Report 2021: Eastern Bering Sea, Stock Assessment and Fishery Evaluation Report. North Pacific Fishery Management Council, Anchorage, AK, 249 pp. <https://apps-afsc.fisheries.noaa.gov/refm/docs/2021/ebsecosys.pdf>
21. Suryan, R.M., M.L. Arimitsu, H.A. Coletti, R.R. Hopcroft, M.R. Lindeberg, S.J. Barbeaux, S.D. Batten, W.J. Burt, M.A. Bishop, J.L. Bodkin, R. Brenner, R.W. Campbell, D.A. Cushing, S.L. Danielson, M.W. Dorn, B. Drummond, D. Esler, T. Gelatt, D.H. Hanselman, S.A. Hatch, S. Haught, K. Holderied, K. Iken, D.B. Irons, A.B. Kettle, D.G. Kimmel, B. Konar, K.J. Kuletz, B.J. Laurel, J.M. Maniscalco, C. Matkin, C.A.E. McKinstry, D.H. Monson, J.R. Moran, D. Olsen, W.A. Palsson, W.S. Pegau, J.F. Piatt, L.A. Rogers, N.A. Rojek, A. Schaefer, I.B. Spies, J.M. Straley, S.L. Strom, K.L. Sweeney, M. Szymkowiak, B.P. Weitzman, E.M. Yasumiishi, and S.G. Zador, 2021: Ecosystem response persists after a prolonged marine heatwave. *Scientific Reports*, **11** (1), 6235. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83818-5>
22. ACRC, 2020: 2019 Alaska Climate Review. Alaska Climate Research Center, 27 pp. <https://akclimate.org/annual-report/2019-annual-report/>
23. von Biela, V.R., C.J. Sergeant, M.P. Carey, Z. Liller, C. Russell, S. Quinn-Davidson, P.S. Rand, P.A.H. Westley, and C.E. Zimmerman, 2022: Premature mortality observations among Alaska's Pacific salmon during record heat and drought in 2019. *Fisheries*, **47** (4), 157–168. <https://doi.org/10.1002/fsh.10705>
24. AMAP, 2018: AMAP Assessment 2018: Arctic Ocean Acidification. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Tromsø, Norway, 187 pp. <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2018-arctic-ocean-acidification/1659>
25. Cheng, W., A.J. Hermann, A.B. Hollowed, K.K. Holsman, K.A. Kearney, D.J. Pilcher, C.A. Stock, and K.Y. Aydin, 2021: Eastern Bering Sea shelf environmental and lower trophic level responses to climate forcing: Results of dynamical downscaling from CMIP6. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, **193**, 104975. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2021.104975>
26. Frölicher, T.L., E.M. Fischer, and N. Gruber, 2018: Marine heatwaves under global warming. *Nature*, **560** (7718), 360–364. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0383-9>
27. Hermann, A.J., K. Kearney, W. Cheng, D. Pilcher, K. Aydin, K.K. Holsman, and A.B. Hollowed, 2021: Coupled modes of projected regional change in the Bering Sea from a dynamically downscaling model under CMIP6 forcing. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, **194**, 104974. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2021.104974>
28. IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2391 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
29. Shaftel, R., S. Mauger, J. Falke, D. Rinella, J. Davis, and L. Jones, 2020: Thermal diversity of salmon streams in the Matanuska-Susitna Basin, Alaska. *Journal of the American Water Resources Association*, **56** (4), 630–646. <https://doi.org/10.1111/1752-1688.12839>
30. O'Neel, S., C. McNeil, L.C. Sass, C. Florentine, E.H. Baker, E. Peitzsch, D. McGrath, A.G. Fountain, and D. Fagre, 2019: Reanalysis of the US Geological Survey benchmark glaciers: Long-term insight into climate forcing of glacier mass balance. *Journal of Glaciology*, **65** (253), 850–866. <https://doi.org/10.1017/jog.2019.66>
31. Wolken, G.J., B. Wouters, M. Sharp, L.M. Andreassen, D. Burgess, J. Kohler, and B. Luks, 2020: NOAA Arctic Report Card 2020: Glaciers and Ice Caps Outside Greenland. National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Oceanic and Atmospheric Research, 8 pp. <https://doi.org/10.25923/nwqq-8736>

32. Romanovsky, V.E., S.L. Smith, K. Isaksen, K.E. Nyland, A.L. Kholodov, N.I. Shiklomanov, D.A. Streletskiy, L.M. Farquharson, D.S. Drozdov, G.V. Malkova, and H.H. Christiansen, 2020: [The Arctic] terrestrial permafrost [in “State of the Climate in 2019”]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **101** (8), S265–S271. <https://doi.org/10.1175/bams-d-20-0086.1>
33. Sweet, W.V., B.D. Hamlington, R.E. Kopp, C.P. Weaver, P.L. Barnard, D. Bekaert, W. Brooks, M. Craghan, G. Dusek, T. Frederikse, G. Garner, A.S. Genz, J.P. Krasting, E. Larour, D. Marcy, J.J. Marra, J. Obeysekera, M. Osler, M. Pendleton, D. Roman, L. Schmied, W. Veatch, K.D. White, and C. Zuzak, 2022: Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States: Updated Mean Projections and Extreme Water Level Probabilities Along U.S. Coastlines. NOAA Technical Report NOS 01. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Silver Spring, MD, 111 pp. <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/sealevelrise/sealevelrise-tech-report-sections.html>
34. Grabinski, Z. and H.R. McFarland, 2020: Alaska’s Changing Wildfire Environment [Outreach Booklet]. University of Alaska Fairbanks, International Arctic Research Center, Alaska Fire Science Consortium. <https://www.frames.gov/afsc/acwe>
35. Redilla, K., S. Pearl, P. Bieniek, and J. Walsh, 2019: Wind climatology for Alaska: Historical and future. *Atmospheric and Climate Sciences*, **9**, 683–702. <https://doi.org/10.4236/acs.2019.94042>
36. Hartmann, B. and G. Wendler, 2005: The significance of the 1976 Pacific climate shift in the climatology of Alaska. *Journal of Climate*, **18** (22), 4824–4839. <https://doi.org/10.1175/jcli3532.1>
37. Walsh, J.E. and B. Brettschneider, 2019: Attribution of recent warming in Alaska. *Polar Science*, **21**, 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2018.09.002>
38. Dobricic, S., S. Russo, L. Pozzoli, J. Wilson, and E. Vignati, 2020: Increasing occurrence of heat waves in the terrestrial Arctic. *Environmental Research Letters*, **15** (2), 024022. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6398>
39. Bhatt, U.S., R.T. Lader, J.E. Walsh, P.A. Bieniek, R. Thoman, M. Berman, C. Borries-Strigle, K. Bulock, J. Chriest, M. Hahn, A.S. Hendricks, R. Jandt, J. Little, D. McEvoy, C. Moore, T.S. Rupp, J. Schmidt, E. Stevens, H. Strader, C. Waigl, J. White, A. York, and R. Ziel, 2021: Emerging anthropogenic influences on the Southcentral Alaska temperature and precipitation extremes and related fires in 2019. *Land*, **10** (1), 82. <https://doi.org/10.3390/land10010082>
40. Jandt, R. and A. York, 2021: Wildfire is transforming Alaska and amplifying climate change. *Scientific American*, **325** (4), 42–49. <https://www.scientificamerican.com/article/wildfire-is-transforming-alaska-and-amplifying-climate-change/>
41. Gutiérrez, J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon, 2021: Atlas. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 1927–2058. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.021>
42. Iturbide, M., J. Fernández, J.M. Gutiérrez, J. Bedia, E. Cimadevilla, J. Díez-Sierra, R. Manzananas, A. Casanueva, J. Baño-Medina, J. Milovac, S. Herrera, A.S. Cofiño, D. San Martín, M. García-Díez, M. Hauser, D. Huard, and Ö. Yelekci. 2021: Repository Supporting the Implementation of Fair Principles in the IPCC WG1 Atlas. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3691645>
43. Parding, K.M., A. Dobler, C.F. McSweeney, O.A. Landgren, R. Benestad, H.B. Erlandsen, A. Mezghani, H. Gregow, O. Råty, E. Viktor, J. El Zohbi, O.B. Christensen, and H. Loukos, 2020: GCMeval—An interactive tool for evaluation and selection of climate model ensembles. *Climate Services*, **18**, 100167. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2020.100167>
44. Bieniek, P.A., J.E. Walsh, R.L. Thoman, and U.S. Bhatt, 2014: Using climate divisions to analyze variations and trends in Alaska temperature and precipitation. *Journal of Climate*, **27** (8), 2800–2818. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-13-00342.1>
45. Meredith, M., M. Sommerkorn, S. Cassotta, C. Derksen, A. Ekaykin, A. Hollowed, G. Kofinas, A. Mackintosh, J. Melbourne-Thomas, M.M.C. Muelbert, H. Ottersen, H. Pritchard, and E.A.G. Schuur, 2022: Ch. 3. Polar Regions. In: *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Pörtner, H.O., D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, and N.M. Weyer, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 203–320. <https://doi.org/10.1017/9781009157964.005>

46. Littell, J.S., S.A. McAfee, and G.D. Hayward, 2018: Alaska snowpack response to climate change: Statewide snowfall equivalent and snowpack water scenarios. *Water*, **10** (5), 668. <https://doi.org/10.3390/w10050668>
47. Mudryk, L., M. Santolaria-Otín, G. Krinner, M. Ménégos, C. Derksen, C. Brutel-Vuilmet, M. Brady, and R. Essery, 2020: Historical Northern Hemisphere snow cover trends and projected changes in the CMIP6 multi-model ensemble. *Cryosphere*, **14** (7), 2495–2514. <https://doi.org/10.5194/tc-14-2495-2020>
48. Thoman, R.L., U.S. Bhatt, P.A. Bieniek, B.R. Brettschneider, M. Brubaker, S.L. Danielson, Z. Labe, R. Lader, W.N. Meier, G. Sheffield, and J.E. Walsh, 2020: The record low Bering Sea ice extent in 2018: Context, impacts, and an assessment of the role of anthropogenic climate change. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **101** (1), S53–S58. <https://doi.org/10.1175/bams-d-19-0175.1>
49. Douglas, T.A., C.A. Hiemstra, J.E. Anderson, R.A. Barbato, K.L. Bjella, E.J. Deeb, A.B. Gelvin, P.E. Nelsen, S.D. Newman, S.P. Saari, and A.M. Wagner, 2021: Recent degradation of interior Alaska permafrost mapped with ground surveys, geophysics, deep drilling, and repeat airborne lidar. *Cryosphere*, **15** (8), 3555–3575. <https://doi.org/10.5194/tc-15-3555-2021>
50. Osterkamp, T.E., M.T. Jorgenson, E.A.G. Schuur, Y.L. Shur, M.Z. Kanevskiy, J.G. Vogel, and V.E. Tumskoy, 2009: Physical and ecological changes associated with warming permafrost and thermokarst in interior Alaska. *Permafrost and Periglacial Processes*, **20** (3), 235–256. <https://doi.org/10.1002/ppp.656>
51. Farquharson, L.M., V.E. Romanovsky, A. Kholodov, and D. Nicolsky, 2022: Sub-aerial talik formation observed across the discontinuous permafrost zone of Alaska. *Nature Geoscience*, **15** (6), 475–481. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-00952-z>
52. Marino, E., 2015: *Fierce Climate, Sacred Ground: An Ethnography of Climate Change in Shishmaref, Alaska*. University of Alaska Press, Fairbanks, AK, 122 pp. <https://upcolorado.com/university-of-alaska-press/item/5674-fierce-climate-sacred-ground>
53. KTOO, 2018: Major earthquake damages buildings and roads in Anchorage. *KTOO Public Media*, November 30, 2018. <https://www.ktoo.org/2018/11/30/6-7-magnitude-earthquake-rocks-buildings-in-anchorage/>
54. Balbus, J., A. Crimmins, J.L. Gamble, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, S. Saha, and M.C. Sarofim, 2016: Ch. 1. Introduction: Climate change and human health. In: *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, 25–42. <https://doi.org/10.7930/j0vx0dfw>
55. Cochran, P., O.H. Huntington, C. Pungowiyi, S. Tom, F.S. Chapin, III, H.P. Huntington, N.G. Maynard, and S.F. Trainor, 2013: Indigenous frameworks for observing and responding to climate change in Alaska. *Climatic Change*, **120** (3), 557–567. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0735-2>
56. Sohns, A., J.D. Ford, J. Adamowski, and B.E. Robinson, 2021: Participatory modeling of water vulnerability in remote Alaskan households using causal loop diagrams. *Environmental Management*, **67** (1), 26–42. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01387-1>
57. Yoder, S., 2018: Assessment of the potential health impacts of climate change in Alaska. *State of Alaska Epidemiology Bulletin*, **20** (1). <https://arctichealth.org/en/permalink/ahliterature287905>
58. Driscoll, D.L., E. Mitchell, R. Barker, J.M. Johnston, and S. Renes, 2016: Assessing the health effects of climate change in Alaska with community-based surveillance. *Climatic Change*, **137** (3), 455–466. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1687-0>
59. Eichelberger, L.P., 2010: Living in utility scarcity: Energy and water insecurity in northwest Alaska. *American Journal of Public Health*, **100** (6), 1010–1018. <https://doi.org/10.2105/ajph.2009.160846>
60. Thomas, T.K., T. Ritter, D. Bruden, M. Bruce, K. Byrd, R. Goldberger, J. Dobson, K. Hickel, J. Smith, and T. Hennessy, 2015: Impact of providing in-home water service on the rates of infectious diseases: Results from four communities in Western Alaska. *Journal of Water and Health*, **14** (1), 132–141. <https://doi.org/10.2166/wh.2015.110>
61. OCCHE, 2022: Climate Change and Health Equity. U.S. Department of Health and Human Services, Office of Climate Change and Health Equity. <https://www.hhs.gov/climate-change-health-equity-environmental-justice/climate-change-health-equity/index.html>

62. Eichelberger, L., S. Dev, T. Howe, D.L. Barnes, E. Bortz, B.R. Briggs, P. Cochran, A.D. Dotson, D.M. Drown, M.B. Hahn, K. Mattos, and S. Aggarwal, 2021: Implications of inadequate water and sanitation infrastructure for community spread of COVID-19 in remote Alaskan communities. *Science of The Total Environment*, **776**, 145842. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145842>
63. Rodriguez-Lonebear, D., N.E. Barceló, R. Akee, and S.R. Carroll, 2020: American Indian reservations and COVID-19: Correlates of early infection rates in the pandemic. *Journal of Public Health Management and Practice*, **26** (4), 371–377. <https://doi.org/10.1097/phh.0000000000001206>
64. Wong, M.S., D.M. Upchurch, W.N. Steers, T.P. Haderlein, A.T. Yuan, and D.L. Washington, 2022: The role of community-level factors on disparities in COVID-19 infection among American Indian/Alaska Native veterans. *Journal of Racial and Ethnic Health Disparities*, **9** (5), 1861–1872. <https://doi.org/10.1007/s40615-021-01123-3>
65. ADEC, 2013: Alaska Water and Sewer Challenge. Alaska Department of Environmental Conservation. <http://watersewerchallenge.alaska.gov/>
66. ANTHC, 2019: Portable Alternative Sanitation System Connects In-Home Sanitation Systems Where It Was Impossible Before. Alaska Native Tribal Health Consortium. <https://www.anthc.org/news/portable-alternative-sanitation-system-connects-in-home-sanitation-systems-where-it-was-impossible-before/>
67. Hennessy, T.W., T. Ritter, R.C. Holman, D.L. Bruden, K.L. Yorita, L. Bulkow, J.E. Cheek, R.J. Singleton, and J. Smith, 2008: The relationship between in-home water service and the risk of respiratory tract, skin, and gastrointestinal tract infections among rural Alaska natives. *American Journal of Public Health*, **98** (11), 2072–2078. <https://doi.org/10.2105/ajph.2007.115618>
68. Hicks, K.L., S.K. Robler, A. Platt, S.N. Morton, J.R. Egger, and S.D. Emmett, 2023: Environmental factors for hearing loss and middle ear disease in Alaska Native children and adolescents: A cross-sectional analysis from a cluster randomized trial. *Ear and Hearing*, **44** (1), 2–9. <https://doi.org/10.1097/aud.0000000000001265>
69. Mosites, E., B. Lefferts, S. Seeman, G. January, J. Dobson, D. Fuente, M. Bruce, T. Thomas, and T. Hennessy, 2020: Community water service and incidence of respiratory, skin, and gastrointestinal infections in rural Alaska, 2013–2015. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, **225**, 113475. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113475>
70. Brock, R.L., M.W. O'Hara, K.J. Hart, J.E. McCabe-Beane, J.A. Williamson, A. Brunet, D.P. Laplante, C. Yu, and S. King, 2015: Peritraumatic distress mediates the effect of severity of disaster exposure on perinatal depression: The Iowa flood study. *Journal of Traumatic Stress*, **28** (6), 515–522. <https://doi.org/10.1002/jts.22056>
71. Mallett, L.H. and R.A. Etzel, 2018: Flooding: What is the impact on pregnancy and child health? *Disasters*, **42** (3), 432–458. <https://doi.org/10.1111/disa.12256>
72. Thoman, R., 2022: Typhoon Merbok, fueled by unusually warm Pacific Ocean, pounded Alaska's vulnerable coastal communities at a critical time. *The Conversation*. <https://theconversation.com/typhoon-merbok-fueled-by-unusually-warm-pacific-ocean-pounded-alaskas-vulnerable-coastal-communities-at-a-critical-time-190898>
73. Cunsolo, A. and N.R. Ellis, 2018: Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss. *Nature Climate Change*, **8** (4), 275–281. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0092-2>
74. Cianconi, P., S. Betrò, and L. Janiri, 2020: The impact of climate change on mental health: A systematic descriptive review. *Frontiers in Psychiatry*, **11**, 74. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00074>
75. Donkersloot, R., J.C. Black, C. Carothers, D. Ringer, W. Justin, P.M. Clay, M.R. Poe, E.R. Gavenus, W. Voinot-Baron, C. Stevens, M. Williams, J. Raymond-Yakoubian, F. Christiansen, S.J. Breslow, S.J. Langdon, J.M. Coleman, and S.J. Clark, 2020: Assessing the sustainability and equity of Alaska salmon fisheries through a well-being framework. *Ecology and Society*, **25** (2). <https://doi.org/10.5751/es-11549-250218>
76. Oscarville Traditional Village, 2019: Pektayiinata = We Are Resilient: Oscarville Tribal Climate Adaptation Plan. U.S. Department of Interior, Bureau of Indian Affairs, Tribal Resilience Program, Oscarville, AK. <https://www.nna-co.org/index.php/resource/oscarville-tribal-climate-adaptation-plan>
77. Dannenberg, A.L., H. Frumkin, J.J. Hess, and K.L. Ebi, 2019: Managed retreat as a strategy for climate change adaptation in small communities: Public health implications. *Climatic Change*, **153** (1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02382-0>
78. Knodel, M., 2014: Conceptualizing climate justice in Kivalina. *Seattle University Law Review*, **37** (4). <https://digitalcommons.law.seattleu.edu/sulr/vol37/iss4/4>

79. Trombley, J., S. Chalupka, and L. Anderko, 2017: Climate change and mental health. *AJN The American Journal of Nursing*, **117** (4), 44–52. <https://doi.org/10.1097/01.naj.0000515232.51795.fa>
80. Allen, J., L. Wexler, and S. Rasmus, 2022: Protective factors as a unifying framework for strength-based intervention and culturally responsive American Indian and Alaska Native suicide prevention. *Prevention Science*, **23** (1), 59–72. <https://doi.org/10.1007/s1121-021-01265-0>
81. Cunsolo Willox, A., E. Stephenson, J. Allen, F. Bourque, A. Drossos, S. Elgarøy, M.J. Kral, I. Mauro, J. Moses, T. Pearce, J.P. MacDonald, and L. Wexler, 2015: Examining relationships between climate change and mental health in the circumpolar North. *Regional Environmental Change*, **15** (1), 169–182. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0630-z>
82. Hahn, M.B., G. Kuiper, K. O'Dell, E.V. Fischer, and S. Magzamen, 2021: Wildfire smoke is associated with an increased risk of cardiorespiratory emergency department visits in Alaska. *GeoHealth*, **5** (5), e2020GH000349. <https://doi.org/10.1029/2020gh000349>
83. Hahn, M.B., G. Disler, L.A. Durden, S. Coburn, F. Witmer, W. George, K. Beckmen, and R. Gerlach, 2020: Establishing a baseline for tick surveillance in Alaska: Tick collection records from 1909–2019. *Ticks and Tick-borne Diseases*, **11** (5), 101495. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101495>
84. Witmer, F.D.W., T.W. Nawrocki, and M. Hahn, 2022: Modeling geographic uncertainty in current and future habitat for potential populations of *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) in Alaska. *Journal of Medical Entomology*, **59** (3), 976–986. <https://doi.org/10.1093/jme/tjac001>
85. Beckmen, K., 2021: Rabies outbreak in western Alaska sparks team response. *Alaska Fish and Wildlife News*, June 2021. https://www.adfg.alaska.gov/index.cfm?adfg=wildlifeneews.view_article&articles_id=993
86. Kim, B.I., J.D. Blanton, A. Gilbert, L. Castrodale, K. Hueffer, D. Slate, and C.E. Rupprecht, 2014: A conceptual model for the impact of climate change on fox rabies in Alaska, 1980–2010. *Zoonoses and Public Health*, **61** (1), 72–80. <https://doi.org/10.1111/zph.12044>
87. Huntington, H.P., J. Raymond-Yakoubian, G. Noongwook, N. Naylor, C. Harris, Q. Harcharek, and B. Adams, 2021: “We never get stuck.” A collaborative analysis of change and coastal community subsistence practices in the Northern Bering and Chukchi Seas, Alaska. *Arctic*, **74** (2), 113–126. <https://doi.org/10.14430/arctic72446>
88. Christie, K.S., T.E. Hollmen, H.P. Huntington, and J.R. Lovvorn, 2018: Structured decision analysis informed by traditional ecological knowledge as a tool to strengthen subsistence systems in a changing Arctic. *Ecology and Society*, **23** (4), 42. <https://doi.org/10.5751/es-10596-230442>
89. Hendrix, A.M., K.A. Lefebvre, L. Quakenbush, A. Bryan, R. Stimmelmayer, G. Sheffield, G. Wisswaesser, M.L. Willis, E.K. Bowers, P. Kendrick, E. Frame, T. Burbacher, and D.J. Marcinek, 2021: Ice seals as sentinels for algal toxin presence in the Pacific Arctic and subarctic marine ecosystems. *Marine Mammal Science*, **37** (4), 1292–1308. <https://doi.org/10.1111/mms.12822>
90. Lefebvre, K.A., L. Quakenbush, E. Frame, K. Burek, G. Sheffield, R. Stimmelmayer, A. Bryan, P. Kendrick, H. Ziel, T. Goldstein, J.A. Snyder, T. Gelatt, F. Gulland, B. Dickerson, and V. Gill, 2016: Prevalence of algal toxins in Alaskan marine mammals foraging in a changing arctic and subarctic environment. *Harmful Algae*, **55**, 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.01.007>
91. Van Hemert, C., J.D. Robert, M.S. Matthew, K. Robert, S. Gay, M.D. Lauren, J.K. Kathy, K. Susan, S.L. Julia, D.R. Hardison, R.W. Litaker, J. Timothy, K.B. Hillary, and K.P. Julia, 2021: Investigation of algal toxins in a multispecies seabird die-off in the Bering and Chukchi seas. *Journal of Wildlife Diseases*, **57** (2), 399–407. <https://doi.org/10.7589/jwd-d-20-00057>
92. Van Hemert, C., S.K. Schoen, R.W. Litaker, M.M. Smith, M.L. Arimitsu, J.F. Piatt, W.C. Holland, D. Ransom Hardison, and J.M. Pearce, 2020: Algal toxins in Alaskan seabirds: Evaluating the role of saxitoxin and domoic acid in a large-scale die-off of common murre. *Harmful Algae*, **92**, 101730. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2019.101730>
93. Johnson-Agbakwu, C.E., N.S. Ali, C.M. Oxford, S. Wingo, E. Manin, and D.V. Coonrod, 2022: Racism, COVID-19, and health inequity in the USA: A call to action. *Journal of Racial and Ethnic Health Disparities*, **9** (1), 52–58. <https://doi.org/10.1007/s40615-020-00928-y>
94. van Dorn, A., R.E. Cooney, and M.L. Sabin, 2020: COVID-19 exacerbating inequalities in the US. *The Lancet*, **395** (10232), 1243–1244. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30893-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30893-x)
95. Cana Uluqaq Itchuaqiyaaq (Author), May 13, 2022: Email communication with Gladys I'yiiqpaq Pungowiyi (Iñupiaq), Kotzebue, Alaska.

96. ADLWD, 2020: Alaska Population Overview: 2019 Estimates. Alaska Department of Labor and Workforce Development, Research and Analysis Section. <https://live.laborstats.alaska.gov/pop/estimates/pub/19popover.pdf>
97. Berman, M. and J.I. Schmidt, 2019: Economic effects of climate change in Alaska. *Weather, Climate, and Society*, **11** (2), 245–258. <https://doi.org/10.1175/wcas-d-18-0056.1>
98. NTIA, 2020: Indicators of Broadband Need Map. U.S. Department of Commerce, National Telecommunications and Information Administration. <https://broadbandusa.ntia.doc.gov/resources/data-and-mapping>
99. Tracie Curry (Author), March 10, 2023: Telephone and email communication with Thomas Lochner, director of the Alaska broadband office, Alaska Department of Commerce, Community, and Economic Development.
100. Hudson, H.E., V. Hanna, A. Hill, K. Parker, S. Sharp, K. Spiers, and K. Wark, 2021: Toward Universal Broadband in Rural Alaska: Final Report. State of Alaska, Governor’s Task Force on Broadband. <https://indd.adobe.com/view/42ddcfe3-5ea9-4bcb-bd09-a71bcb63869a>
101. FNSB, 2021: Geographic Information Services (GIS). Fairbanks North Star Borough. <https://fnsb.gov/433/geographic-information-services-gis>
102. NRCS, 2019: Web Soil Survey. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. <https://websoilsurvey.nrcs.usda.gov/app/>
103. U.S. Census Bureau, 2021: American Community Survey (ACS). U.S. Department of Commerce, U.S. Census Bureau. <https://www.census.gov/programs-surveys/acs>
104. Hartman, I.C., 2020: *Black History in the Last Frontier*. Johnson, K., Ed. National Park Service. https://www.nps.gov/articles/upload/black-history-in-the-last-frontier_reader_compressed.pdf
105. ADLWD, 2021: 2021 Population Estimates by Borough, Census Area, and Economic Region. Alaska Department of Labor and Workforce Development, Juneau, AK. <https://live.laborstats.alaska.gov/pop/index.cfm>
106. State of Alaska, 2022: Administrative Order No. 331: Alaska Food Security and Independence Task Force. State of Alaska, Office of the Governor. <https://gov.alaska.gov/admin-orders/administrative-order-no-331/>
107. Fried, N., 2019: The Cost of Living: 2018 and Early 2019. State of Alaska, Department of Labor and Workforce Development. <https://live.laborstats.alaska.gov/trends-articles/2019/07/the-cost-of-living-in-alaska>
108. SNAP, 2022: State Activity Report: Fiscal Year 2020. Food and Nutrition Service, Supplemental Nutrition Assistance Program. <https://www.fns.usda.gov/pd/snap-state-activity-reports>
109. Fall, J.A., 2018: Subsistence in Alaska: A Year 2017 Update. Alaska Department of Fish and Game, Division of Subsistence, Anchorage, AK, 4 pp. http://www.adfg.alaska.gov/static/home/subsistence/pdfs/subsistence_update_2017.pdf
110. Cheng, M., M. Zhang, R.M. Van Veldhuizen, and C.W. Knight, 2021: Growing season and phenological stages of small grain crops in response to climate change in Alaska. *American Journal of Climate Change*, **10** (4), 490–511. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2021.104025>
111. Fresco, N., A. Bennett, P. Bieniek, and C. Rosner, 2021: Climate change, farming, and gardening in Alaska: Cultivating opportunities. *Sustainability*, **13** (22), 12713. <https://doi.org/10.3390/su132212713>
112. Lader, R., J.E. Walsh, U.S. Bhatt, and P.A. Bieniek, 2018: Agro-climate projections for a warming Alaska. *Earth Interactions*, **22** (18), 1–24. <https://doi.org/10.1175/ei-d-17-0036.1>
113. Clifford, L., 2022: North Pole man killed in head-on collision on the Richardson Highway. *Fairbanks Daily News-Miner*, March 2, 2022. https://www.newsminer.com/news/alaska_news/north-pole-man-killed-in-head-on-collision-on-the-richardson-highway/article_f25008e0-9a9b-11ec-bfef-6f7855147b3b.html
114. Williams, T., 2021: Interior Alaska storm wreaks havoc as highways temporarily close and thousands remain without power. *Anchorage Daily News*, December 27, 2021. <https://www.adn.com/alaska-news/weather/2021/12/27/interior-alaska-storm-wreaks-havoc-as-highways-temporarily-close-and-thousands-remain-without-power/>
115. Kitchenman, A., 2022: Gov. Dunleavy issues disaster declaration for Interior Alaska and Mat-Su storms. *KTOO Public Media*, January 3, 2022. <https://www.ktoo.org/2022/01/03/dunleavy-disaster-declaration-alaska-storms/>

116. The White House, 2022: President Joseph R. Biden, Jr. Approves Alaska Disaster Declaration. The White House. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/03/24/president-joseph-r-biden-jr-approves-alaska-disaster-declaration-4/>
117. Alyssa Quintyne (Author), May 4, 2022: Email communication with Marjorie Casort, Fairbanks, Alaska.
118. Watson, E., 2022: I hope people talk about this storm for a long time. *Anchorage Daily News*, January 4, 2022. <https://www.adn.com/opinions/2022/01/04/i-hope-people-talk-about-this-storm-for-a-long-time/>
119. AMAP, 2021: Arctic Climate Change Update 2021: Key Trends and Impacts. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Tromsø, Norway. <https://www.amap.no/documents/download/6759/inline>
120. NASS, 2019: Census of Agriculture: 2017 State and Area Profiles—Alaska. U.S. Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service. https://www.nass.usda.gov/publications/agcensus/2017/online_resources/county_profiles/alaska/index.php
121. McDowell Group, 2018: Economic Impact of Alaska’s Visitor Industry 2017. State of Alaska, Department of Commerce, Community, and Economic Development. <https://www.mcdowellgroup.net/wp-content/uploads/2018/11/visitor-impacts-2016-17-report.pdf>
122. McKinley Research Group, 2022: The Economic Value of Alaska’s Seafood Industry. The Alaska Seafood Marketing Institute. https://www.alaskaseafood.org/wp-content/uploads/MRG_ASMI-Economic-Impacts-Report_final.pdf
123. Barbeaux, S.J., K. Holsman, and S. Zador, 2020: Marine heatwave stress test of ecosystem-based fisheries management in the Gulf of Alaska Pacific cod fishery. *Frontiers in Marine Science*, 7, 703. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00703>
124. Conrad, S. and D. Gray, 2018: Overview of the 2017 Southeast Alaska and Yakutat Commercial, Personal Use, and Subsistence Salmon Fisheries. Fishery Management Report No. 18-01. Alaska Department of Fish and Game, Division of Sport Fish, Research and Technical Services, Anchorage, AK. <https://www.adfg.alaska.gov/fedaidpdfs/fmr18-01.pdf>
125. Garber-Yonts, B. and J. Lee, 2020: Stock Assessment and Fishery Evaluation Report for the King and Tanner Crab Fisheries of the Gulf of Alaska and Bering Sea/Aleutian Islands Area: Economic Status of the BSAI King and Tanner Crab Fisheries off Alaska, 2019. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Seattle, WA. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/23002>
126. Oke, K.B., C.J. Cunningham, P.A.H. Westley, M.L. Baskett, S.M. Carlson, J. Clark, A.P. Hendry, V.A. Karatayev, N.W. Kendall, J. Kibele, H.K. Kindsvater, K.M. Kobayashi, B. Lewis, S. Munch, J.D. Reynolds, G.K. Vick, and E.P. Palkovacs, 2020: Recent declines in salmon body size impact ecosystems and fisheries. *Nature Communications*, 11 (1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17726-z>
127. NMFS, 2022: Fisheries of the United States, 2020. NOAA Current Fishery Statistics No. 2020. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/document/fisheries-united-states-2020>
128. Alaska Department of Fish and Game, 2021: 2021 Upper Cook Inlet Commercial Salmon Fishery Season Summary. Alaska Department of Fish and Game, Division of Commercial Fisheries, 15 pp. <https://www.adfg.alaska.gov/static/applications/DCFnewsrelease/1346668657.pdf>
129. Barbeaux, S., K. Aydin, B. Fissel, K. Holsman, W. Palsson, K. Shotwell, Q. Yang, and S. Zador, 2017: Assessment of the Pacific cod stock in the Gulf of Alaska. In: NPFMC *Gulf of Alaska SAFE*. North Pacific Fishery Management Council, 183–326. <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/17515>
130. Dorn, M., K. Aydin, B. Fissel, W. Palsson, K. Spalinger, S. Stienessen, K. Williams, and S. Zador, 2018: Ch. 1. Assessment of the walleye pollock stock in the Gulf of Alaska. In: NPFMC *Gulf of Alaska SAFE*. North Pacific Fishery Management Council, 130. <https://apps-afsc.fisheries.noaa.gov/refm/docs/2018/goa/goapollock.pdf>
131. Szuwalski, C., W. Cheng, R. Foy, A.J. Hermann, A. Hollowed, K. Holsman, J. Lee, W. Stockhausen, and J. Zheng, 2021: Climate change and the future productivity and distribution of crab in the Bering Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 78 (2), 502–515. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa140>
132. MacArthur, A.R., 2022: Federal disasters declared for 14 Alaska fisheries. *Alaska Public Media*, January 25, 2022. <https://alaskapublic.org/2022/01/25/federal-disasters-declared-for-kuskokwim-and-yukon-salmon-fisheries/>

133. NCEI, 2022: Climate at a Glance: Global Mapping. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite, Data, and Information Service, National Centers for Environmental Information. <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global>
134. Hunt, G.L., L. Eisner, and N.M. Call, 2021: How will diminishing sea ice impact commercial fishing in the Bering Sea? *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, **53** (1), 269–270. <https://doi.org/10.1080/15230430.2021.1974668>
135. Hurst, T.P., L.A. Copeman, S.A. Haines, S.D. Meredith, K. Daniels, and K.M. Hubbard, 2019: Elevated CO₂ alters behavior, growth, and lipid composition of Pacific cod larvae. *Marine Environmental Research*, **145**, 52–65. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.02.004>
136. Rogers, L.A., M.T. Wilson, J.T. Duffy-Anderson, D.G. Kimmel, and J.F. Lamb, 2021: Pollock and “the blob”: Impacts of a marine heatwave on walleye pollock early life stages. *Fisheries Oceanography*, **30** (2), 142–158. <https://doi.org/10.1111/fog.12508>
137. Carey, M.P., V.R. von Biela, A. Dunker, K.D. Keith, M. Schelske, C. Lean, and C.E. Zimmerman, 2021: Egg retention of high-latitude sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in the Pilgrim River, Alaska, during the Pacific marine heatwave of 2014–2016. *Polar Biology*, **44** (8), 1643–1654. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02902-8>
138. Shanley, C.S., S. Pyare, M.I. Goldstein, P.B. Alaback, D.M. Albert, C.M. Beier, T.J. Brinkman, R.T. Edwards, E. Hood, A. MacKinnon, M.V. McPhee, T.M. Patterson, L.H. Suring, D.A. Tallmon, and M.S. Wipfli, 2015: Climate change implications in the northern coastal temperate rainforest of North America. *Climatic Change*, **130** (2), 155–170. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1355-9>
139. von Biela, V.R., L. Bowen, S.D. McCormick, M.P. Carey, D.S. Donnelly, S. Waters, A.M. Regish, S.M. Laske, R.J. Brown, S. Larson, S. Zuray, and C.E. Zimmerman, 2020: Evidence of prevalent heat stress in Yukon River Chinook salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **77** (12), 1878–1892. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2020-0209>
140. Williams, C.R., A.H. Dittman, P. McElhany, D.S. Busch, M.T. Maher, T.K. Bammler, J.W. MacDonald, and E.P. Gallagher, 2019: Elevated CO₂ impairs olfactory-mediated neural and behavioral responses and gene expression in ocean-phase coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Global Change Biology*, **25** (3), 963–977. <https://doi.org/10.1111/gcb.14532>
141. Dickinson, G.H., S. Bejerano, T. Salvador, C. Makdisi, S. Patel, W.C. Long, K.M. Swiney, R.J. Foy, B.V. Steffel, K.E. Smith, and R.B. Aronson, 2021: Ocean acidification alters properties of the exoskeleton in adult Tanner crabs, *Chionoecetes bairdi*. *Journal of Experimental Biology*, **224** (3), 232819. <https://doi.org/10.1242/jeb.232819>
142. Alabia, I.D., J. García Molinos, S.I. Saitoh, T. Hirawake, T. Hirata, and F.J. Mueter, 2018: Distribution shifts of marine taxa in the Pacific Arctic under contemporary climate changes. *Diversity and Distributions*, **24** (11), 1583–1597. <https://doi.org/10.1111/ddi.12788>
143. Huntington, H.P., S.L. Danielson, F.K. Wiese, M. Baker, P. Boveng, J.J. Citta, A. De Robertis, D.M.S. Dickson, E. Farley, J.C. George, K. Iken, D.G. Kimmel, K. Kuletz, C. Ladd, R. Levine, L. Quakenbush, P. Stabeno, K.M. Stafford, D. Stockwell, and C. Wilson, 2020: Evidence suggests potential transformation of the Pacific Arctic ecosystem is underway. *Nature Climate Change*, **10** (4), 342–348. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0695-2>
144. Rogers, L.A. and A.B. Dougherty, 2019: Effects of climate and demography on reproductive phenology of a harvested marine fish population. *Global Change Biology*, **25** (2), 708–720. <https://doi.org/10.1111/gcb.14483>
145. Kovach, R.P., S.C. Ellison, S. Pyare, and D.A. Tallmon, 2015: Temporal patterns in adult salmon migration timing across southeast Alaska. *Global Change Biology*, **21** (5), 1821–1833. <https://doi.org/10.1111/gcb.12829>
146. Dorn, M.W., A.L. Deary, B.E. Fissel, D.T. Jones, M. Levine, A.L. McCarthy, W.A. Palsson, L.A. Rogers, S.K. Shotwell, K.A. Spalinger, K. Williams, and S.G. Zador, 2020: Ch. 1. Assessment of the walleye pollock stock in the Gulf of Alaska. In: NPFMC Gulf of Alaska SAFE. North Pacific Fishery Management Council, 135. <https://apps-afsc.fisheries.noaa.gov/refm/docs/2020/goapollock.pdf>
147. Nichol, D.G., S. Kotwicki, T.K. Wilderbuer, R.R. Lauth, and J.N. Ianelli, 2019: Availability of yellowfin sole *Limanda aspera* to the eastern Bering Sea trawl survey and its effect on estimates of survey biomass. *Fisheries Research*, **211**, 319–330. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.11.017>
148. Logerwell, E.A., M. Wang, L.L. Jörgensen, and K. Rand, 2022: Winners and losers in a warming Arctic: Potential habitat gain and loss for epibenthic invertebrates of the Chukchi and Bering Seas, 2008–2100. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, **206**, 105210. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2022.105210>

149. Rooper, C.N., I. Ortiz, A.J. Hermann, N. Laman, W. Cheng, K. Kearney, and K. Aydin, 2021: Predicted shifts of groundfish distribution in the eastern Bering Sea under climate change, with implications for fish populations and fisheries management. *ICES Journal of Marine Science*, **78** (1), 220–234. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa215>
150. Huntington, H.P., A. Begossi, S.F. Gearheard, B. Kersey, P.A. Loring, T. Mustonen, P.K. Paudel, R.A.M. Silvano, and R. Vave, 2017: How small communities respond to environmental change: Patterns from tropical to polar ecosystems. *Ecology and Society*, **22** (3), 9. <https://doi.org/10.5751/es-09171-220309>
151. Kasperski, S. and D.S. Holland, 2013: Income diversification and risk for fishermen. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **110** (6), 2076–2081. <https://doi.org/10.1073/pnas.1212278110>
152. Halofsky, J.E., J.S. Littell, D.L. Peterson, G.D. Hayward, and R. Gravenmier, 2019: Ch. 3. Managing effects of drought and other water resource challenges in Alaska and the Pacific Northwest. In: *Effects of Drought on Forests and Rangelands in the United States: Translating Science Into Management Responses*. Vose, J.M., D.L. Peterson, C.H. Luce, and T. Patel-Weynand, Eds. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington Office, Washington, DC, 41–69. <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/59162>
153. Hasbrouck, T.R., T.J. Brinkman, G. Stout, E. Trochim, and K. Kielland, 2020: Quantifying effects of environmental factors on moose harvest in Interior Alaska. *Wildlife Biology*, **2020** (2). <https://doi.org/10.2981/wlb.00631>
154. Green, K.M., A.H. Beaudreau, M.H. Lukin, and L.B. Crowder, 2021: Climate change stressors and social-ecological factors mediating access to subsistence resources in Arctic Alaska. *Ecology and Society*, **26** (4). <https://doi.org/10.5751/es-12783-260415>
155. Huntington, H.P., L.T. Quakenbush, and M. Nelson, 2017: Evaluating the effects of climate change on indigenous marine mammal hunting in northern and western Alaska using traditional knowledge. *Frontiers in Marine Science*, **4**, 319. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00319>
156. Bieniek, P.A., U.S. Bhatt, J.E. Walsh, R. Lader, B. Griffith, J.K. Roach, and R.L. Thoman, 2018: Assessment of Alaska rain-on-snow events using dynamical downscaling. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, **57** (8), 1847–1863. <https://doi.org/10.1175/jamc-d-17-0276.1>
157. Joly, K., A. Gunn, S.D. Côté, M. Panzacchi, J. Adamczewski, M.J. Sutor, and E. Gurarie, 2021: Caribou and reindeer migrations in the changing Arctic. *Animal Migration*, **8** (1), 156–167. <https://doi.org/10.1515/ami-2020-0110>
158. Mulder, C.P.H., K.V. Spellman, and J. Shaw, 2021: Berries in winter: A natural history of fruit retention in four species across Alaska. *Madroño*, **68** (4), 487–510. <https://doi.org/10.3120/0024-9637-68.4.487>
159. Hupp, J., M. Brubaker, K. Wilkinson, and J. Williamson, 2015: How are your berries? Perspectives of Alaska’s environmental managers on trends in wild berry abundance. *International Journal of Circumpolar Health*, **74** (1), 28704. <https://doi.org/10.3402/ijch.v74.28704>
160. Herman-Mercer, N.M., R.A. Loehman, R.C. Toohey, and C. Paniyak, 2020: Climate- and disturbance-driven changes in subsistence berries in coastal Alaska: Indigenous Knowledge to inform ecological inference. *Human Ecology*, **48** (1), 85–99. <https://doi.org/10.1007/s10745-020-00138-4>
161. Alaska Native Renewable Industries, 2022: Alaska Native Renewable Industries [Webpage], accessed April 3, 2023. <https://anr-industries.com/>
162. Goddard, E., 2023: Solar Professionals Installation Training. University of Alaska Fairbanks, Bristol Bay Campus, accessed April 3, 2023. <https://uaf.edu/bbc/academics/sustainable-energy/solarprofessionalstraining.php>
163. Alutiiq Pride Marine Institute, 2021: Welcome to the Alutiiq Pride Marine Institute [Website], accessed April 3, 2023. <https://www.alutiiqprideak.org/>
164. Calypso Farm and Ecology Center, 2022: Calypso Farm & Ecology Center [Website]. <https://calypsofarm.org/>
165. City of Fairbanks, 2022: Mobile Crisis Team. City of Fairbanks, Alaska. <https://www.fairbanksalaska.us/crisis/page/mobile-crisis-team-call-911-access-mobile-crisis-team>
166. Ross, I., 2021: As low Chignik salmon runs continue, people worry their communities will disappear. *KTOO Public Media*, September 13, 2021. <https://www.ktoo.org/2021/09/13/as-low-chignik-salmon-runs-continue-people-worry-their-communities-will-disappear/>
167. Fang, Z., P.T. Freeman, C.B. Field, and K.J. Mach, 2018: Reduced sea ice protection period increases storm exposure in Kivalina, Alaska. *Arctic Science*, **4** (4), 525–537. <https://doi.org/10.1139/as-2017-0024>

168. Gibbs, A.E., A. Ohman, Karen, and B.M. Richmond, 2015: National Assessment of Shoreline Change: A GIS Compilation of Vector Shorelines and Associated Shoreline Change Data for the North Coast of Alaska, U.S.-Canadian Border to Icy Cape. USGS Open-File Report 2015-1030. U.S. Geological Survey, Reston, VA. <https://doi.org/10.3133/ofr20151030>
169. Irrgang, A.M., M. Bendixen, L.M. Farquharson, A.V. Baranskaya, L.H. Erikson, A.E. Gibbs, S.A. Ogorodov, P.P. Overduin, H. Lantuit, M.N. Grigoriev, and B.M. Jones, 2022: Drivers, dynamics and impacts of changing Arctic coasts. *Nature Reviews Earth & Environment*, **3** (1), 39–54. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00232-1>
170. Melvin, A.M., P. Larsen, B. Boehlert, J.E. Neumann, P. Chinowsky, X. Espinet, J. Martinich, M.S. Baumann, L. Rennels, A. Bothner, D.J. Nicolsky, and S.S. Marchenko, 2017: Climate change damages to Alaska public infrastructure and the economics of proactive adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **114** (2), E122–E131. <https://doi.org/10.1073/pnas.1611056113>
171. UAFINE, 2019: Statewide Threat Assessment: Identification of Threats from Erosion, Flooding, and Thawing Permafrost in Remote Alaska Communities. Report #INE 19.03. University of Alaska Fairbanks, Institute of Northern Engineering. <https://www.denali.gov/wp-content/uploads/2019/11/Statewide-Threat-Assessment-Final-Report-20-November-2019.pdf>
172. Gorokhovich, Y. and A. Leiserowiz, 2012: Historical and future coastal changes in Northwest Alaska. *Journal of Coastal Research*, **28** (1A), 174–186. <https://doi.org/10.2112/jcoastres-d-11-00031.1>
173. Overbeck, J.R., R.M. Buzard, M.M. Turner, K.Y. Miller, and R.J. Glenn, 2020: Shoreline Change at Alaska Coastal Communities. Report of Investigation 2020-10. Alaska Division of Geological and Geophysical Surveys, 29 pp. <https://doi.org/10.14509/30552>
174. Jorgenson, M.T., G.V. Frost, and D. Dissing, 2018: Drivers of landscape changes in coastal ecosystems on the Yukon-Kuskokwim Delta, Alaska. *Remote Sensing*, **10** (8), 1280. <https://doi.org/10.3390/rs10081280>
175. Jorgenson, T., K. Yoshikawa, M. Kanevskiy, Y. Shur, V. Romanovsky, S. Marchenko, G. Grosse, J. Brown, and B. Jones, 2008: Permafrost characteristics of Alaska. In: *Proceedings of the Ninth International Conference on Permafrost*. Kane, D.L. and K.M. Hinkel, Eds. Institute of Northern Engineering, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK. https://permafrost.gi.alaska.edu/sites/default/files/AlaskaPermafrostMap_Back_Jun2008_Jorgenson_etal_2008.pdf
176. Streletskiy, D.A., S. Clemens, J.-P. Lanckman, and N.I. Shiklomanov, 2023: The costs of Arctic infrastructure damages due to permafrost degradation. *Environmental Research Letters*, **18** (1), 015006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acab18>
177. Bull, D.L., E.M. Bristol, E. Brown, R.C. Choens, C.T. Connolly, C. Flanary, J.M. Frederick, B.M. Jones, C.A. Jones, M. Ward Jones, J.W. McClelland, A. Mota, and I.K. Tezaur, 2020: Arctic Coastal Erosion: Modeling and Experimentation. U.S. Department of Energy, Office of Scientific and Technical Information. <https://doi.org/10.2172/1670531>
178. Buzard, R.M., M.M. Turner, K.Y. Miller, D.C. Antrobus, and J.R. Overbeck, 2021: Erosion Exposure Assessment of Infrastructure in Alaska Coastal Communities. DGGs RI 2021-3. Alaska Division of Geological and Geophysical Surveys, 29 pp. <https://doi.org/10.14509/30672>
179. Chiskok, D., 2019: Erosion of Russian Era Graves. LEO Network. <https://www.leonetwork.org/en/posts/show/db77d295-6d87-4741-9c93-d626c8a38108>
180. Seetook, D., M. Brubaker, and M. Neale, 2019: Erosion Threatening Burial Site. LEO Network. <https://www.leonetwork.org/en/posts/show/0aaffcaf-13b0-4017-80b6-7e628d7ca21e>
181. BIA, 2020: The Unmet Infrastructure Needs of Tribal Communities and Alaska Native Villages in Process of Relocating to Higher Ground as a Result of Climate Change. Department of Interior, Bureau of Indian Affairs, Albuquerque, NM. <https://www.bia.gov/news/unmet-infrastructure-needs-tribal-communities-and-alaska-native-villages-process-relocation>
182. Schneider von Deimling, T., H. Lee, T. Ingeman-Nielsen, S. Westermann, V. Romanovsky, S. Lamoureux, D.A. Walker, S. Chadburn, E. Trochim, L. Cai, J. Nitzbon, S. Jacobi, and M. Langer, 2021: Consequences of permafrost degradation for Arctic infrastructure—Bridging the model gap between regional and engineering scales. *Cryosphere*, **15** (5), 2451–2471. <https://doi.org/10.5194/tc-15-2451-2021>

183. Albert, S., R. Bronen, N. Tooler, J. Leon, D. Yee, J. Ash, D. Boseto, and A. Grinham, 2018: Heading for the hills: Climate-driven community relocations in the Solomon Islands and Alaska provide insight for a 1.5 °C future. *Regional Environmental Change*, **18** (8), 2261–2272. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1256-8>
184. BLM, 2020: Appendix I.2 ConocoPhillips road optimization memorandum. In: *Willow Master Development Plan*. Bureau of Land Management, U.S. Department of the Interior, 9. <https://eplanning.blm.gov/eplanning-ui/project/109410/570>
185. Herz, N., 2020: Big oil's answer to melting Arctic: Cooling the ground so it can keep drilling. *The Guardian*, October 19, 2020. <https://www.theguardian.com/environment/2020/oct/19/oil-alaska-arctic-global-heating-local-cooling>
186. Herz, N., 2021: At Denali National Park, climate change threatens the only road in and out. *Anchorage Daily News*, October 16, 2021. <https://www.adn.com/alaska-news/2021/10/16/at-denali-national-park-in-alaska-climate-change-threatens-the-only-road-in-and-out/>
187. NPS, 2022: Pretty Rocks Landslide. U.S. Department of Interior, National Park Service. <https://www.nps.gov/dena/learn/nature/pretty-rocks.htm>
188. Krakow, M., 2022: The Denali Park Road landslide made 'shocking' progress this winter, reinforcing the need for a fix. *Anchorage Daily News*, April 20, 2022. <https://www.adn.com/outdoors-adventure/2022/04/20/the-denali-park-road-landslide-made-shocking-progress-this-winter-reinforcing-the-need-for-a-fix/>
189. Fullman, T.J., K. Joly, and A. Ackerman, 2017: Effects of environmental features and sport hunting on caribou migration in northwestern Alaska. *Movement Ecology*, **5** (1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40462-017-0095-z>
190. Dunmall, K.M., D.G. McNicholl, C.E. Zimmerman, S.E. Gilk-Baumer, S. Burril, and V.R. von Biela, 2022: First juvenile chum salmon confirms successful reproduction for Pacific salmon in the North American Arctic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **79** (5), 703–707. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2022-0006>
191. Tape, K.D., D.D. Gustine, R.W. Ruess, L.G. Adams, and J.A. Clark, 2016: Range expansion of Moose in Arctic Alaska linked to warming and increased shrub habitat. *PLoS ONE*, **11** (4), e0152636. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152636>
192. Tape, K.D., B.M. Jones, C.D. Arp, I. Nitze, and G. Grosse, 2018: Tundra be dammed: Beaver colonization of the Arctic. *Global Change Biology*, **24** (10), 4478–4488. <https://doi.org/10.1111/gcb.14332>
193. Juday, G.P., C. Alix, and T.A. Grant, 2015: Spatial coherence and change of opposite white spruce temperature sensitivities on floodplains in Alaska confirms early-stage boreal biome shift. *Forest Ecology and Management*, **350**, 46–61. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.04.016>
194. Cohen, J., 2019: Trumpeter Swan (*Cygnus buccinator*) Entering Breeding Grounds Early. LEO Network. <https://www.leonetwork.org/en/posts/show/eaed8cdb-8b11-4972-8ad3-6bf195ed8610>
195. Fischbach, A.S. and D.C. Douglas, 2022: Pacific Walrus Coastal Haulout Occurrences Interpreted from Satellite Imagery (ver. 2.0, December 2022), Data Release. U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.5066/p9csm0kn>
196. Ahtuanguaruak, R., 2019: Dragon Flies Reach the Colville Nigliq Channel. LEO Network. <https://www.leonetwork.org/en/posts/show/22ea9fc9-5540-4700-9de6-98f4f7599dca>
197. White, R., 2019: Burying Beetle (Genus *Nicrophorus*) in Southwest Alaska. LEO Network. <https://www.leonetwork.org/en/posts/show/cf977f4d-1283-4754-b145-b214f10721b8>
198. USFS, 2020: Forest Health Conditions in Alaska 2020. R10-PR-46. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Alaska Region, Anchorage, AK, 76 pp. https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fseprd903361.pdf
199. Citta, J.J., L.T. Quakenbush, S.R. Okkonen, M.L. Druckenmiller, W. Maslowski, J. Clement-kinney, J.C. George, H. Brower, R.J. Small, C.J. Ashjian, L.A. Harwood, and M.P. Heide-Jørgensen, 2015: Ecological characteristics of core-use areas used by Bering-Chukchi-Beaufort (BCB) bowhead whales, 2006–2012. *Progress in Oceanography*, **136**, 201–222. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.08.012>
200. Quakenbush, L.T. and J.J. Citta, 2019: Satellite Tracking of Bowhead Whales: Habitat Use, Passive Acoustics and Environmental Monitoring. OCS Study BOEM 2019-076. U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management, Alaska Outer Continental Shelf Region, Anchorage, AK. https://epis.boem.gov/final%20reports/BOEM_2019-076.pdf

201. Romano, M.D., H.M. Renner, K.J. Kuletz, J.K. Parrish, T. Jones, H.K. Burgess, D.A. Cushing, and D. Causey, 2020: Die-offs, reproductive failure, and changing at-sea abundance of murrens in the Bering and Chukchi Seas in 2018. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, **181-182**, 104877. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104877>
202. Wiese, F.K. and R.J. Nelson, 2022: Pathways between climate, fish, fisheries, and management: A conceptual integrated ecosystem management approach. *Journal of Marine Science and Engineering*, **10** (3), 338. <https://doi.org/10.3390/jmse10030338>
203. Ershova, E.A., J.M. Questel, K. Kosobokova, and R.R. Hopcroft, 2017: Population structure and production of four sibling species of *Pseudocalanus* spp. in the Chukchi Sea. *Journal of Plankton Research*, **39** (1), 48–64. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbw078>
204. Mordy, C.W., K. Axler, L. Copeman, A. Deary, J.T. Duffy-Anderson, L. Eisner, E. Goldstein, H. Tabisola, J.W. Krause, D. Kimmel, C. Ladd, M.W. Lomas, R.M. McCabe, J.M. Nielsen, A. Schnetzer, A. Spear, and P. Stabeno, 2022: Arctic Integrated Ecosystem Research Program Final Report for Arctic Integrated Ecosystem Survey (IES) Phase II: Oceanography and Lower Trophic Level Productivity (A92) and Microzooplankton Biomass and Grazing Rates on the Arctic Program Cruises (A70). North Pacific Research Board, Arctic Program. https://nprb-public-website.s3.us-west-2.amazonaws.com/arctic-program/A92_Arctic+IES+Oceanography+%26+Lower+Trophic+Levels.pdf
205. Copeman, L.A., C.D. Salant, M.A. Stowell, M.L. Spencer, D.G. Kimmel, A.I. Pinchuk, and B.J. Laurel, 2022: Annual and spatial variation in the condition and lipid storage of juvenile Chukchi Sea gadids during a recent period of environmental warming (2012 to 2019). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, **205**, 105180. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2022.105180>
206. Boveng, P.L., H.L. Ziel, B.T. McClintock, and M.F. Cameron, 2020: Body condition of phocid seals during a period of rapid environmental change in the Bering Sea and Aleutian Islands, Alaska. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, **181-182**, 104904–104904. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104904>
207. Pagano, A.M., G.M. Durner, T.C. Atwood, and D.C. Douglas, 2021: Effects of sea ice decline and summer land use on polar bear home range size in the Beaufort Sea. *Ecosphere*, **12** (10), 03768. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3768>
208. Taylor, P.C., W. Maslowski, J. Perlwitz, and D.J. Wuebbles, 2017: Ch. 11. Arctic changes and their effects on Alaska and the rest of the United States. In: *Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I*. Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock, Eds. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 303–332. <https://doi.org/10.7930/j00863gk>
209. Ardyna, M. and K.R. Arrigo, 2020: Phytoplankton dynamics in a changing Arctic Ocean. *Nature Climate Change*, **10** (10), 892–903. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0905-y>
210. Bednaršek, N., K.A. Naish, R.A. Feely, C. Hauri, K. Kimoto, A.J. Hermann, C. Michel, A. Niemi, and D. Pilcher, 2021: Integrated assessment of ocean acidification risks to pteropods in the northern high latitudes: Regional comparison of exposure, sensitivity and adaptive capacity. *Frontiers in Marine Science*, **8**, 671497. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.671497>
211. Hurst, T.P., B.J. Laurel, E. Hanneman, S.A. Haines, and M.L. Ottmar, 2017: Elevated CO₂ does not exacerbate nutritional stress in larvae of a Pacific flatfish. *Fisheries Oceanography*, **26** (3), 336–349. <https://doi.org/10.1111/fog.12195>
212. Hurst, T.P., B.J. Laurel, J.T. Mathis, and L.R. Tobosa, 2016: Effects of elevated CO₂ levels on eggs and larvae of a North Pacific flatfish. *ICES Journal of Marine Science*, **73** (3), 981–990. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv050>
213. Hurst, T.P., L.A. Copeman, J.F. Andrade, M.A. Stowell, C.E. Al-Samarrie, J.L. Sanders, and M.L. Kent, 2021: Expanding evaluation of ocean acidification responses in a marine gadid: Elevated CO₂ impacts development, but not size of larval walleye pollock. *Marine Biology*, **168** (8), 119. <https://doi.org/10.1007/s00227-021-03924-w>
214. Hurst, T.P., E.R. Fernandez, and J.T. Mathis, 2013: Effects of ocean acidification on hatch size and larval growth of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*). *ICES Journal of Marine Science*, **70** (4), 812–822. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst053>
215. Hurst, T.P., E.R. Fernandez, J.T. Mathis, J.A. Miller, C.M. Stinson, and E.F. Ahgeak, 2012: Resiliency of juvenile walleye pollock to projected levels of ocean acidification. *Aquatic Biology*, **17** (3), 247–259. <https://doi.org/10.3354/ab00483>

216. Ou, M., T.J. Hamilton, J. Eom, E.M. Lyall, J. Gallup, A. Jiang, J. Lee, D.A. Close, S.-S. Yun, and C.J. Brauner, 2015: Responses of pink salmon to CO₂-induced aquatic acidification. *Nature Climate Change*, **5** (10), 950–955. <https://doi.org/10.1038/nclimate2694>
217. Long, W.C., S.B. Van Sant, K.M. Swiney, R.J. Foy, W.C. Long, V. Sant, S.B. Swiney, and K.M. Foy, 2017: Survival, growth, and morphology of blue king crabs: Effect of ocean acidification decreases with exposure time. *ICES Journal of Marine Science*, **74** (4), 1033–1041. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw197>
218. Long, W.C., K.M. Swiney, and R.J. Foy, 2013: Effects of ocean acidification on the embryos and larvae of red king crab, *Paralithodes camtschaticus*. *Marine Pollution Bulletin*, **69** (1-2), 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.01.011>
219. Long, W.C., K.M. Swiney, C. Harris, H.N. Page, and R.J. Foy, 2013: Effects of ocean acidification on juvenile red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) and Tanner crab (*Chionoecetes bairdi*) growth, condition, calcification, and survival. *PLoS ONE*, **8** (4), e60959. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060959>
220. Meseck, S.L., J.H. Alix, K.M. Swiney, W.C. Long, G.H. Wikfors, and R.J. Foy, 2016: Ocean acidification affects hemocyte physiology in the tanner crab (*Chionoecetes bairdi*). *PLoS ONE*, **11** (2), 0148477. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148477>
221. Swiney, K.M., W.C. Long, and R.J. Foy, 2016: Effects of high pCO₂ on Tanner crab reproduction and early life history—Part I: Long-term exposure reduces hatching success and female calcification, and alters embryonic development. *ICES Journal of Marine Science*, **73** (3), 825–835. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv201>
222. Tai, T.C., U.R. Sumaila, and W.W.L. Cheung, 2021: Ocean acidification amplifies multi-stressor impacts on global marine invertebrate fisheries. *Frontiers in Marine Science*, **8**, 596644. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.596644>
223. Hoffman II, H., 2021: Strange Plant Found Below Oskawalik on the Kuskokwim River. LEO Network. <https://www.leonetnetwork.org/en/posts/show/d54b385c-ae44-45a7-82a4-550ced699500>
224. Frost, G.V., M.J. Macander, U.S. Bhatt, L.T. Berner, J.W. Bjerke, H.E. Epstein, B.C. Forbes, S.J. Goetz, M.J. Lara, T. Park, G.K. Phoenix, S.P. Serbin, H. Tømmervik, D.A. Walker, and D. Yang, 2021: Arctic Report Card 2021: Tundra Greenness. NOAA Technical Report OAR ARC; 21-08. National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Oceanic and Atmospheric Research, 8 pp. <https://doi.org/10.25923/8n78-wp73>
225. Hard, J.S., 1976: Natural control of hemlock sawfly, *Neodiprion tsugae* (Hymenoptera: Diprionidae), populations in Southeast Alaska. *The Canadian Entomologist*, **108** (5), 485–498. <https://doi.org/10.4039/ent108485-5>
226. Mann, D.H., T.S. Rupp, M.A. Olson, and P.A. Duffy, 2012: Is Alaska's boreal forest now crossing a major ecological threshold? *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, **44** (3), 319–331. <https://doi.org/10.1657/1938-4246-44.3.319>
227. Thoman, R., 2022: Alaska on fire: Thousands of lightning strikes and a warming climate put Alaska on pace for another historic fire season. *The Conversation*, July 6, 2022. <https://theconversation.com/alaska-on-fire-thousands-of-lightning-strikes-and-a-warming-climate-put-alaska-on-pace-for-another-historic-fire-season-186453>
228. Scholten, R.C., R. Jandt, E.A. Miller, B.M. Rogers, and S. Veraverbeke, 2021: Overwintering fires in boreal forests. *Nature*, **593** (7859), 399–404. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03437-y>
229. Chen, Y., M.J. Lara, B.M. Jones, G.V. Frost, and F.S. Hu, 2021: Thermokarst acceleration in Arctic tundra driven by climate change and fire disturbance. *One Earth*, **4** (12), 1718–1729. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.11.011>
230. Lara, M.J., H. Genet, A.D. McGuire, E.S. Euskirchen, Y. Zhang, D.R.N. Brown, M.T. Jorgenson, V. Romanovsky, A. Breen, and W.R. Bolton, 2016: Thermokarst rates intensify due to climate change and forest fragmentation in an Alaskan boreal forest lowland. *Global Change Biology*, **22** (2), 816–829. <https://doi.org/10.1111/gcb.13124>
231. Lara, M.J., Y. Chen, and B.M. Jones, 2021: Recent warming reverses forty-year decline in catastrophic lake drainage and hastens gradual lake drainage across northern Alaska. *Environmental Research Letters*, **16** (12). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac3602>
232. Lindgren, P.R., L.M. Farquharson, V.E. Romanovsky, and G. Grosse, 2021: Landsat-based lake distribution and changes in western Alaska permafrost regions between the 1970s and 2010s. *Environmental Research Letters*, **16** (2). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd270>

233. Nitze, I., S. W. Cooley, C. R. Duguay, B. M. Jones, and G. Grosse, 2020: The catastrophic thermokarst lake drainage events of 2018 in northwestern Alaska: Fast-forward into the future. *Cryosphere*, **14** (12), 4279–4297. <https://doi.org/10.5194/tc-14-4279-2020>
234. Webb, E.E., A.K. Liljedahl, J.A. Cordeiro, M.M. Loranty, C. Witharana, and J.W. Lichstein, 2022: Permafrost thaw drives surface water decline across lake-rich regions of the Arctic. *Nature Climate Change*, **12** (9), 841–846. <https://doi.org/10.1038/s41558-022-01455-w>
235. Chipman, M.L. and F.S. Hu, 2017: Linkages among climate, fire, and Thermoerosion in Alaskan tundra over the past three millennia. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, **122** (12), 3362–3377. <https://doi.org/10.1002/2017jg004027>
236. Rey, D.M., M.A. Walvoord, B.J. Minsley, B.A. Ebel, C.I. Voss, and K. Singha, 2020: Wildfire-initiated talik development exceeds current thaw projections: Observations and models from Alaska's continuous permafrost zone. *Geophysical Research Letters*, **47** (15). <https://doi.org/10.1029/2020gl087565>
237. Mekonnen, Z.A., W.J. Riley, R.F. Grant, and V.E. Romanovsky, 2021: Changes in precipitation and air temperature contribute comparably to permafrost degradation in a warmer climate. *Environmental Research Letters*, **16** (2). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abc444>
238. Jones, B.M., G. Grosse, L.M. Farquharson, P. Roy-Léveillé, A. Veremeeva, M.Z. Kanevskiy, B.V. Gaglioti, A.L. Breen, A.D. Parsekian, M. Ulrich, and K.M. Hinkel, 2022: Lake and drained lake basin systems in lowland permafrost regions. *Nature Reviews Earth & Environment*, **3** (1), 85–98. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00238-9>
239. McGuire, A.D., H. Genet, Z. Lyu, N. Pastick, S. Stackpoole, R. Birdsey, D. D'Amore, Y. He, T.S. Rupp, R. Striegl, B.K. Wylie, X. Zhou, Q. Zhuang, and Z. Zhu, 2018: Assessing historical and projected carbon balance of Alaska: A synthesis of results and policy/management implications. *Ecological Applications*, **28** (6), 1396–1412. <https://doi.org/10.1002/eap.1768>
240. Miner, K.R., M.R. Turetsky, E. Malina, A. Bartsch, J. Tamminen, A.D. McGuire, A. Fix, C. Sweeney, C.D. Elder, and C.E. Miller, 2022: Permafrost carbon emissions in a changing Arctic. *Nature Reviews Earth and Environment*, **3** (1), 55–67. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00230-3>
241. Schuur, E.A.G., R. Bracho, G. Celis, E.F. Belshe, C. Ebert, J. Ledman, M. Mauritz, E.F. Pegoraro, C. Plaza, H. Rodenhizer, V. Romanovsky, C. Schädel, D. Schirokauer, M. Taylor, J.G. Vogel, and E.E. Webb, 2021: Tundra underlain by thawing permafrost persistently emits carbon to the atmosphere over 15 years of measurements. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, **126** (6), e2020JG006044. <https://doi.org/10.1029/2020jg006044>
242. Arimitsu, M.L., J.F. Piatt, S. Hatch, R.M. Suryan, S. Batten, M.A. Bishop, R.W. Campbell, H. Coletti, D. Cushing, K. Gorman, R.R. Hopcroft, K.J. Kuletz, C. Marsteller, C. McKinstry, D. McGowan, J. Moran, S. Pegau, A. Schaefer, S. Schoen, J. Straley, and V.R. von Biela, 2021: Heatwave-induced synchrony within forage fish portfolio disrupts energy flow to top pelagic predators. *Global Change Biology*, **27** (9), 1859–1878. <https://doi.org/10.1111/gcb.15556>
243. Jones, L.A., E.R. Schoen, R. Shaftel, C.J. Cunningham, S. Mauger, D.J. Rinella, and A. St. Saviour, 2020: Watershed-scale climate influences productivity of Chinook salmon populations across southcentral Alaska. *Global Change Biology*, **26** (9), 4919–4936. <https://doi.org/10.1111/gcb.15155>
244. Armstrong, J.B., E.J. Ward, D.E. Schindler, and P.J. Lisi, 2016: Adaptive capacity at the northern front: Sockeye salmon behaviourally thermoregulate during novel exposure to warm temperatures. *Conservation Physiology*, **4** (1). <https://doi.org/10.1093/conphys/cow039>
245. Pitman, K.J., J.W. Moore, M. Huss, M.R. Sloat, D.C. Whited, T.J. Beechie, R. Brenner, E.W. Hood, A.M. Milner, G.R. Pess, G.H. Reeves, and D.E. Schindler, 2021: Glacier retreat creating new Pacific salmon habitat in western North America. *Nature Communications*, **12** (1), 6816. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26897-2>
246. Carey, M.P., V.R. von Biela, R.J. Brown, and C.E. Zimmerman, 2021: Migration strategies supporting salmonids in Arctic Rivers: A case study of Arctic Cisco and Dolly Varden. *Animal Migration*, **8** (1), 132–143. <https://doi.org/10.1515/ami-2020-0115>
247. DOD, 2021: Department of Defense Climate Risk Analysis. Report Submitted to National Security Council. U.S. Department of Defense, Office of the Undersecretary for Policy, 18 pp. <https://media.defense.gov/2021/oct/21/2002877353/-1/-1/0/dod-climate-risk-analysis-final.pdf>

248. DOD, 2019: Report to Congress on Military Structure in Permafrost Areas. U.S. Department of Defense, Office of The Under Secretary of Defense. <https://www.acq.osd.mil/eie/downloads/fim/2019%20report%20to%20congress%20on%20military%20structures%20in%20permafrost%20areas.pdf>
249. Hjort, J., O. Karjalainen, J. Aalto, S. Westermann, V.E. Romanovsky, F.E. Nelson, B. Etzelmüller, and M. Luoto, 2018: Degrading permafrost puts Arctic infrastructure at risk by mid-century. *Nature Communications*, **9** (1), 5147. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07557-4>
250. BLM AFS, 2022: Prescribed Burn Operations Planned on Military Training Lands in the Fairbanks North Star Borough to Reduce Wildfire Threat. U.S. Department of Interior, Bureau of Land Management, Alaska Fire Service, Fairbanks, AK. https://akfireinfo.files.wordpress.com/2022/05/afs_fwa-yta_2022newrelease.pdf
251. CMTS, 2019: A Ten-Year Projection of Maritime Activity in the U.S. Arctic Region, 2020–2030. U.S. Committee on the Marine Transportation System, Washington, DC, 118 pp. https://www.cmts.gov/assets/uploads/documents/cmts_2019_arctic_vessel_projection_report.pdf
252. Boulègue, M., 2019: *Russia's Military Posture in the Arctic*. Chatham House. <https://www.chathamhouse.org/2019/06/russias-military-posture-arctic>
253. Pezard, S., S.J. Flanagan, S.W. Harold, I.A. Chindea, B.J. Sacks, A. Tingstad, T. Finazzo, and S. Kim, 2022: China's Strategy and Activities in the Arctic: Implications for North American and Transatlantic Security. RAND Corporation, Santa Monica, CA. <https://doi.org/10.7249/rra1282-1-v2>
254. NOAA Marine Debris Program, 2021: Bering Strait Marine Debris Event Report. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Office of Response and Restoration, Marine Debris Program, Silver Spring, MD. <https://marinedebris.noaa.gov/emergency-response/bering-strait-marine-debris-event-report>
255. DHS, 2019: Strategic Approach for Arctic Homeland Security. U.S. Department of Homeland Security, Office of Strategy, Policy, and Plans, 25 pp. https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/21_0113_plcy_dhs-arctic-strategy_0.pdf
256. USAF, 2020: The Department of the Air Force Arctic Strategy. U.S. Air Force. <https://www.af.mil/portals/1/documents/2020saf/july/arcticstrategy.pdf>
257. Hudson, A., 2022: Eielson days away from achieving full complement of F-35s. *Air & Space Forces Magazine*. <https://www.airforcemag.com/eielson-days-away-from-achieving-full-complement-of-f-35s/>
258. Bennett, M.M., S.R. Stephenson, K. Yang, M.T. Bravo, and B. De Jonghe, 2020: The opening of the Transpolar Sea Route: Logistical, geopolitical, environmental, and socioeconomic impacts. *Marine Policy*, **121**, 104178. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104178>
259. Henry Huntington (Chapter Lead), October 19, 2022: Email communication with Jacqueline Christensen, Native Village of Port Heiden (Alaska).
260. Henry Huntington (Chapter Lead), August 29, 2022: Email communication with Theo Garcia, Knik Tribal Council (Alaska).
261. Canosa, I.V., J.D. Ford, G. McDowell, J. Jones, and T. Pearce, 2020: Progress in climate change adaptation in the Arctic. *Environmental Research Letters*, **15** (9), 093009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9be1>
262. Adapt Alaska, 2022: Adapt Alaska: Resources. University of Alaska, Fairbanks. <https://adaptalaska.org/resources/>
263. Hahn, M.B., C. Kemp, C. Ward-Waller, S. Donovan, J.I. Schmidt, and S. Bauer, 2020: Collaborative climate mitigation and adaptation planning with university, community, and municipal partners: A case study in Anchorage, Alaska. *Local Environment*, **25** (9), 648–665. <https://doi.org/10.1080/13549839.2020.1811655>
264. Steffen, A., S.A. Greenlaw, M. Biermann, and A.L. Lovecraft, 2021: Alaska's Climate Change Policy Development. University of Alaska, Center for Arctic Policy Studies, Fairbanks, AK, 59 pp. <https://www.uaf.edu/caps/our-work/CAPS-alaskas-climate-policy-development-March2021-corrected.pdf>
265. Birchall, J.S. and N. Bonnett, 2020: Thinning sea ice and thawing permafrost: Climate change adaptation planning in Nome, Alaska. *Environmental Hazards*, **19** (2), 152–170. <https://doi.org/10.1080/17477891.2019.1637331>
266. Birchall, S.J. and N. Bonnett, 2019: Local-scale climate change stressors and policy response: The case of Homer, Alaska. *Journal of Environmental Planning and Management*, **62** (13), 2238–2254. <https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1537975>

267. Bronen, R., D. Pollock, J. Overbeck, D. Stevens, S. Natali, and C. Maio, 2020: Usteq: Integrating indigenous knowledge and social and physical sciences to coproduce knowledge and support community-based adaptation. *Polar Geography*, **43** (2-3), 188–205. <https://doi.org/10.1080/1088937x.2019.1679271>
268. DCRA, n.d.: Community Resilience and Climate Adaptation Programs. Alaska Department of Commerce, Community, and Economic Development, Division of Community and Regional Affairs. <https://www.commerce.alaska.gov/web/dcra/CommunityResilienceandClimateAdaptationPrograms.aspx>
269. AMAP, 2017: Adaptation Actions for a Changing Arctic: Perspectives From the Beringchukchi-Beaufort Region. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway. <https://www.amap.no/documents/download/2993>
270. ICC Alaska, 2020: Food Sovereignty and Self-Governance: Inuit Role in Managing Arctic Marine Resources. Inuit Circumpolar Council Alaska, Anchorage, AK. <https://www.inuitcircumpolar.com/project/food-sovereignty-and-self-governance-inuit-role-in-managing-arctic-marine-resources/>
271. Loring, P.A., S.C. Gerlach, and H.J. Penn, 2016: “Community work” in a climate of adaptation: Responding to change in rural Alaska. *Human Ecology*, **44** (1), 119–128. <https://doi.org/10.1007/s10745-015-9800-y>
272. BIA, n.d.: Tribal Climate Resilience Program Awards. Bureau of Indian Affairs. <https://biamaps.doi.gov/portal/apps/webappviewer/index.html?id=19ad66da24704639b09ae64a81154eb4>
273. ANTHC, 2023: Assessment Reports Archive. Alaska Native Tribal Health Consortium. <https://www.anthc.org/what-we-do/community-environment-and-health/center-for-climate-and-health/climate-health-3/>
274. Chase, M., K. Heeringa, J. Littell, R. Toohey, and M. Tankersley, 2020: Looking Forward, Looking Back: Building Resilience Today: Training Two Report. Aleutian Pribilof Islands Association, Fairbanks, AK, 26 pp. <https://pubs.er.usgs.gov/publication/70243265>
275. Beck, C.A., H.L. Stewart, and I. Dutton, 2019: Adapt Y-K Delta: Climate Adaptation Strategies for the Yukon-Kuskokwim (Y-K) Delta Region. Adapt Y-K Delta Steering Committee, Anchorage, AK. https://adaptalaska.org/wp-content/uploads/2020/01/ADAPT-YK_Strategies_FINAL_sm.pdf
276. CCTHITA, 2019: Climate Change Adaptation Plan. Central Council of the Tlingit and Haida Indian Tribes of Alaska. <http://www.ccthita.org/services/community/environmental/documents/t%26hclimatechangeadaptationplan.pdf>
277. Blair, B. and G.P. Kofinas, 2020: Cross-scale risk perception: Differences between tribal leaders and resource managers in Arctic Alaska. *Ecology and Society*, **25** (4). <https://doi.org/10.5751/es-11776-250409>
278. Ellam Yua, J. Raymond-Yakoubian, R. Aluaq Daniel, and C. Behe, 2022: A framework for co-production of knowledge in the context of Arctic research. *Ecology and Society*, **27** (1), 34. <https://doi.org/10.5751/es-12960-270134>
279. Carlo, N., 2020: Arctic Observing: Indigenous Peoples’ History, Perspectives, and Approaches for Partnership. University of Alaska, Center for Arctic Policy Studies, Fairbanks, AK. https://www.uaf.edu/caps/our-work/Carlo_Arctic-Observing_Indigenous-Peoples-History_CAPS_5MAR2020.pdf
280. ANKN, 2006: Alaska Native Values for the Curriculum. University of Alaska Fairbanks, Alaska Native Knowledge Network. <http://www.ankn.uaf.edu/ancr/values/>
281. Berman, M., J. Baztan, G. Kofinas, J.P. Vanderlinden, O. Chouinard, J.M. Huctin, A. Kane, C. Mazé, I. Nikulkina, and K. Thomson, 2020: Adaptation to climate change in coastal communities: Findings from seven sites on four continents. *Climatic Change*, **159** (1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02571-x>
282. CCTHITA, n.d.: Southeast Traditional Tribal Values. Central Council of the Tlingit and Haida Indian Tribes of Alaska. <http://www.ccthita.org/about/values/index.html>
283. Curry, T., C. Meek, and M. Berman, 2021: Informal institutions and adaptation: Patterns and pathways of influence in a remote Arctic community. *Local Environment*, **26** (9), 1070–1091. <https://doi.org/10.1080/13549839.2021.1962828>
284. Fauchald, P., V.H. Hausner, J.I. Schmidt, and D.A. Clark, 2017: Transitions of social-ecological subsistence systems in the Arctic. *International Journal of the Commons*, **11** (1), 275–329. <https://doi.org/10.18352/ijc.698/metrics/>
285. Figus, E., B.K.Y. Jackson, and S.F. Trainor, 2022: The Kake Climate Partnership: Implementing a knowledge co-production framework to provide climate services in Southeast Alaska. *Frontiers in Climate*, **4**, 885494. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.885494>

286. GAO, 2022: Alaska Native Issues: Federal Agencies Could Enhance Support for Native Village Efforts to Address Environmental Threats. GAO-22-104241. U.S. Government Accountability Office. <https://www.gao.gov/assets/gao-22-104241.pdf>
287. Ristroph, E.B., 2022: How Alaska Native corporations can better support Alaska Native villages. *American Indian Law Journal*, **10** (1), 5. <https://digitalcommons.law.seattleu.edu/ailj/vol10/iss1/5>
288. Adaptation Advisory Group, 2010: Alaska's Climate Change Strategy: Addressing Impacts in Alaska. Georgetown Climate Center. <https://www.adaptationclearinghouse.org/resources/alaska-s-climate-change-strategy-addressing-impacts-in-alaska.html>
289. Nakashima, D.J., K. Galloway McLean, H.D. Thulstrup, A. Ramos Castillo, and J.T. Rubis, 2012: *Weathering Uncertainty: Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation*. UNESCO, Paris and Darwin, UNU, 120 pp. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000216613>
290. Naylor, A., J. Ford, T. Pearce, and J. Van Alstine, 2020: Conceptualizing climate vulnerability in complex adaptive systems. *One Earth*, **2** (5), 444–454. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.04.011>
291. Alaska Native Claims Settlement Act. Pub. L. No. 92–203, 85 Stat. 688, December 18, 1971. <https://uscode.house.gov/view.xhtml?path=/prelim@title43/chapter33&edition=prelim>
292. Ristroph, E.B., 2021: Navigating climate change adaptation assistance for communities: A case study of Newtok Village, Alaska. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, **11** (3), 329–340. <https://doi.org/10.1007/s13412-021-00711-3>
293. Ristroph, E., 2019: Fulfilling climate justice and government obligations to Alaska Native villages: What is the government role? *William & Mary Environmental Law and Policy Review*, **43** (2). <https://scholarship.law.wm.edu/wmelpr/vol43/iss2/4>
294. The Alaska Center, 2017: Solarize Your Community [Website], accessed April 4, 2023. <https://akcenter.org/climate-clean-energy/solarize/>
295. Solarize the Kenai, 2021: Solarize the Kenai [Website], accessed April 4, 2023. <https://www.solarizethekenai.org/>
296. Alaska Heat Smart, n.d.: Thermalize Juneau [Webpage], accessed April 3, 2023. <https://akheatsmart.org/programs/thermalize-juneau/>
297. AEL&P, 2016: Alternative Energy. Alaska Electric Light and Power, Juneau, AK, accessed April 4, 2023. <https://www.aelp.com/energy-conservation/alternative-energy>
298. Chugach Electric Association, 2023: Energy Solutions: Net Metering and Buyback Generation [Webpage], accessed April 4, 2023. <https://www.chugachelectric.com/energy-solutions/net-metering-and-buyback-generation>
299. GVEA, 2018: GVEA's Solar Farm. Golden Valley Electric Association, accessed April 3, 2023. <https://www.gvea.com/services/energy/sources-of-power/gveas-solar-farm/>
300. Juneau Electric Vehicle Association, n.d.: Juneau EV [Website], accessed April 3, 2023. <https://juneau-ev.org/>
301. BuyAlaska, 2023: Community Supported Agriculture [Website], accessed April 5, 2023. <https://buyalaska.com/csa/>
302. Naiden, A., 2021: Donated salmon gets shipped to communities on the Yukon. *Fairbanks Daily News-Miner*, August 6, 2021. https://www.newsminer.com/news/alaska_news/donated-salmon-gets-shipped-to-communities-on-the-yukon/article_52d45244-f622-11eb-9bd2-7f6bc3fca171.html
303. Bonnett, N. and S.J. Birchall, 2020: Coastal communities in the Circumpolar North and the need for sustainable climate adaptation approaches. *Marine Policy*, **121**, 104175. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104175>
304. Ford, J.D., T. Pearce, I.V. Canosa, and S. Harper, 2021: The rapidly changing Arctic and its societal implications. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, **12** (6), e735–e735. <https://doi.org/10.1002/wcc.735>
305. Huntington, H.P., M. Carey, C. Apok, B.C. Forbes, S. Fox, L.K. Holm, A. Ivanova, J. Jaypoody, G. Noongwook, and F. Stammler, 2019: Climate change in context: Putting people first in the Arctic. *Regional Environmental Change*, **19** (4), 1217–1223. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01478-8>

306. Adger, W.N., J.M. Pulhin, J. Barnett, G.D. Dabelko, G.K. Hovelsrud, M. Levy, S. Ú. Oswald, and C.H. Vogel, 2014: Ch. 12. Human security. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*. Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755–791. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/human-security/>
307. David-Chavez, D.M. and M.C. Gavin, 2018: A global assessment of Indigenous community engagement in climate research. *Environmental Research Letters*, **13** (12), 123005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaf300>
308. Roy, J., P. Tschakert, H. Waisman, S. Abdul Halim, P. Antwi-Agyei, P. Dasgupta, B. Hayward, M. Kanninen, D. Liverman, C. Okereke, P.F. Pinho, K. Riahi, and A.G. Suarez Rodriguez, 2018: Ch. 5. Sustainable development, poverty eradication and reducing inequalities. In: *Global Warming of 1.5°C. an IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts To Eradicate Poverty*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Sheea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 445–538. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.007>
309. Morales, K., C. Avery, M. Chase, K. Cozzetto, P. Ezcurra, P. Hardison, A. Herrmann, H. Mullen, and K. Whyte, 2021: Ch. 12. Emerging topics. In: *Status of Tribes and Climate Change Report*. Marks-Marino, D., Ed. Institute for Tribal Environmental Professionals, 277–295. <http://nau.edu/stacc2021>
310. The White House, 2022: White House Releases First-of-a-Kind Indigenous Knowledge Guidance for Federal Agencies. The White House. <https://www.whitehouse.gov/ceq/news-updates/2022/12/01/white-house-releases-first-of-a-kind-indigenous-knowledge-guidance-for-federal-agencies/>
311. Sparrow, E., C. Keill, C. Breest, T. Clucas, and T. Moran, 2017: Innovative experiences in STEM education. In: *INTED2017 Proceedings: 11th International Technology, Education and Development Conference*, Chova, L.G., A.L. Martínez, and I.C. Torres, Eds. Valencia, Spain, 6–8 March 2017, 7619–7628. <https://doi.org/10.21125/inted.2017>
312. Sparrow, E.B. and S. Yule, 2010: Seasons and biomes and the GLOBE Program: Monitoring seasons through global learning communities. In: *Polar Science and Global Climate: An International Resource for Education & Outreach*, Kaiser, B., Ed. London, UK. Pearson, 152–153. <https://polareducator.org/resources/prb-2/>
313. Yoshikawa, K., E. Sparrow, and J. Stanilovskaya, 2014: Engaging Alaska communities and students in cryospheric research. In: *Geoscience Research and Outreach: Schools and Public Engagement*. Tong, V.C.H., Ed. Springer, Dordrecht, Netherlands, 19–45. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6943-4_3
314. Gazal, R., M.A. White, R. Gillies, E. Rodemaker, E. Sparrow, and L. Gordon, 2008: GLOBE students, teachers, and scientists demonstrate variable differences between urban and rural leaf phenology. *Global Change Biology*, **14** (7), 1568–1580. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01602.x>
315. Robin, J., R. Dubayah, E. Sparrow, and E. Levine, 2008: Monitoring start of season in Alaska with GLOBE, AVHRR, and MODIS data. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, **113** (G1). <https://doi.org/10.1029/2007jg000407>
316. Spellman, K.V., E.B. Sparrow, M.J. Chase, A. Larson, and K. Kealy, 2018: Connected climate change learning through citizen science: An assessment of priorities and needs of formal and informal educators and community members in Alaska. *Connected Science Learning*, **1** (6). <https://www.nsta.org/connected-science-learning/connected-science-learning-april-june-2018-0/connected-climate-change>
317. Hauser, D.D.W., R.T. Glenn, E.D. Lindley, K.K. Píkok, K. Heeringa, J. Jones, B. Adams, J.M. Leavitt, G.N. Omnik, R. Schaeffer, C. SimsKayotuk, E.B. Sparrow, A.M. Ravelo, O. Lee, and H. Eicken, 2023: Nunaaqqit Savaqatigivlugich—Working with communities: Evolving collaborations around an Alaska Arctic observatory and knowledge hub. *Arctic Science*, **9** (3), 635–656. <https://doi.org/10.1139/as-2022-0044>
318. Chase, M., F. Olin IV, and H. Stewart., 2021: Adaptation Planning Pathways Coordinated Pathways. Aleutian Pribilof Islands Association and Agnew, Anchorage, AK. [Print].
319. Willow Hetrick (Technical Contributor), December 16, 2020: Oral communication with Dune Lankard (Eyak Athabascan), Copper River Delta, Alaska.

320. Fedewa, E.J., T.M. Jackson, J.I. Richar, J.L. Gardner, and M.A. Litzow, 2020: Recent shifts in northern Bering Sea snow crab (*Chionoecetes opilio*) size structure and the potential role of climate-mediated range contraction. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, **181–182**, 104878. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2020.104878>
321. Ford, J.D., G. McDowell, and T. Pearce, 2015: The adaptation challenge in the Arctic. *Nature Climate Change*, **5** (12), 1046–1053. <https://doi.org/10.1038/nclimate2723>
322. *Solving the Climate Crisis: Key Accomplishments, Additional Opportunities, and the Need for Continued Action*, House Select Committee on the Climate Crisis, 2022: 117 Congress. <https://www.congress.gov/event/117th-congress/house-event/115211?s=1&r=70>
323. The White House, 2021: Executive Order on Catalyzing Clean Energy Industries and Jobs Through Federal Sustainability. The White House. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/12/08/executive-order-on-catalyzing-clean-energy-industries-and-jobs-through-federal-sustainability/>
324. LaFrance, J. and R. Nichols, 2008: Reframing evaluation: Defining an Indigenous evaluation framework. *Canadian Journal of Program Evaluation*, **23** (2), 13–31. <https://psycnet.apa.org/record/2010-10284-001>