

Nos están secando el oeste

Cómo las compañías de combustibles fósiles están empeorando la escasez de agua en el oeste de Estados Unidos

PUNTOS DESTACADOS

El cambio climático está perjudicando los escasos recursos de agua en el oeste de Estados Unidos. Una investigación realizada por la Unión de Científicos Conscientes y la Universidad de California en Merced reveló que el cambio climático ha provocado en el oeste de Estados Unidos reducciones de la capa de nieve del 36% y de caudal del 13%, además de aumentar la demanda de agua de riego de los cultivos en un 4,3%. Aproximadamente la mitad de estos efectos se puede atribuir a las emisiones de las mayores compañías de combustibles fósiles y fabricantes de cemento. En el Valle Central de California, las emisiones de estas compañías han llevado a la pérdida de una décima parte del agua subterránea hasta ahora.

Las consecuencias económicas de las perturbaciones en el ciclo del agua provocadas por el clima son enormes, y frecuentemente los estados y las ciudades tienen que gastar miles de millones de dólares para subsanar los costos. Estos hallazgos destacan la necesidad urgente de que la industria de los combustibles fósiles pague la parte que le corresponde, ya que las comunidades se ven obligadas a adaptarse a esta nueva realidad climática.

La escasez de agua ha sido una característica distintiva del oeste de Estados Unidos durante mucho tiempo. El clima seco y el incremento de uso de agua para riego en una región en la que la industria agrícola—que está valorada en miles de millones de dólares—genera elevada demanda de agua, han resultado en la insostenibilidad en el uso del agua (Figura 1, pág 2). El cambio climático está agravando esta crisis ya que reduce los suministros de agua y aumenta la demanda de riego simultáneamente (Figura 2, pág. 3). Las consecuencias incluyen disputas legales cada vez más intensas sobre los derechos del agua, amenazas a las economías agrícolas, reducciones en la generación de energía hidroeléctrica, el colapso de los ecosistemas y múltiples problemas de salud pública, entre ellos la mala calidad del aire y la falta de acceso al agua potable.

Estos cambios drásticos generan cuestiones de responsabilidad y rendición de cuentas en relación con el cambio climático y los perjuicios que crea, una idea que está siendo explorada por los científicos, abogados y oficiales electos. Mientras que los países ocupan un lugar central en este debate como parte de las negociaciones internacionales, las compañías responsables se han convertido en el blanco de las acciones legales emprendidas por los gobiernos estatales, municipales y tribales. Estas acciones se alinean con las prácticas legales históricas de exigir cuentas a las compañías responsables por los daños causados por sus productos, como por ejemplo el tabaco, los pesticidas y el asbesto.

En cuanto a la responsabilidad por el cambio climático, las compañías de combustibles fósiles han contribuido una parte desproporcionadamente grande de las emisiones que atrapan el calor. Las 122 compañías industriales que más dióxido de carbono emiten (compañías de combustibles fósiles y fabricantes de cemento, en lo sucesivo denominadas colectivamente las “Carbon Majors” o principales compañías generadoras de carbono) representan casi el 70% de las emisiones industriales de dióxido de carbono a nivel mundial desde 1854, mientras que el 97% de dichas emisiones se produjo después de 1950 (Heede 2014; InfluenceMap 2024).

Ya en 1959, algunas compañías de combustibles fósiles conocían los riesgos climáticos de sus productos (Franta 2018). En vez de informar al público, planear una transición energética y adaptarse a los impactos previstos, estas compañías y sus socios llevaron a cabo campañas coordinadas de desinformación y engaño para proteger sus ingresos (Merner et al. 2025). Estas compañías de combustibles fósiles deben ser responsabilizadas por los daños climáticos que han causado a través de sus elevadas emisiones de carbono a la atmósfera y por las décadas de engaños sobre el cambio climático.

Este análisis de la Unión de Científicos Conscientes (UCS, por sus siglas en inglés) y la Universidad de California en Merced utiliza datos observacionales y

FIGURA 1. Área de estudio del oeste de Estados Unidos



Este mapa muestra la región objeto del estudio: el territorio contiguo de Estados Unidos al oeste de la divisoria continental. Las cuencas "en estado crítico" que se identifican en este análisis (en rojo) son aquellas que presentan grandes reducciones en el suministro de agua junto con aumentos considerables en la demanda de riego. La importancia que tienen estas áreas para la agricultura resalta el gran impacto de las emisiones generadas por los Carbon Majors.

modelos del clima para medir cómo las emisiones atribuidas a los Carbon Majors desde 1950 (incluyendo compañías como BP, Chevron, ExxonMobil y Shell) han contribuido a las alteraciones del ciclo del agua en el oeste de Estados Unidos (E. L. Williams et al. 2026). Nuestras conclusiones indican que el cambio climático provocado por el ser humano ha reducido la capa de nieve de abril en aproximadamente un 36%, han disminuido el caudal durante la estación cálida en aproximadamente un 13% y han incrementado la demanda de agua de riego en un 4,3%. Aproximadamente la mitad de estos impactos son atribuibles a las

emisiones generadas por los Carbon Majors desde 1950, lo que representa una reducción de casi el 15% en la capa de nieve en las montañas, una disminución del 6,1% en el caudal y un aumento del 2,4% en la demanda de riego.

El impacto combinado de estos cambios es particularmente grave en las regiones agrícolas que dependen del agua para la producción de alimentos. Dos de estas regiones son el Valle Central de California y la cuenca media del río Columbia en los estados de Washington y Oregón. En el Valle Central de California, el cambio climático provocado por el ser humano es responsable por 20% de la pérdida de agua subterránea registrada, y aproximadamente la mitad de esa cifra (el 10% del total) es atribuible a las emisiones de los Carbon Majors. Además, la investigación indica que el caudal de los ríos está cambiando considerablemente debido a estas emisiones. Por ejemplo, el día en que se alcanza la mitad del volumen anual total del agua en un río ahora ocurre entre cinco y 30 días antes en las cuencas de toda la región.

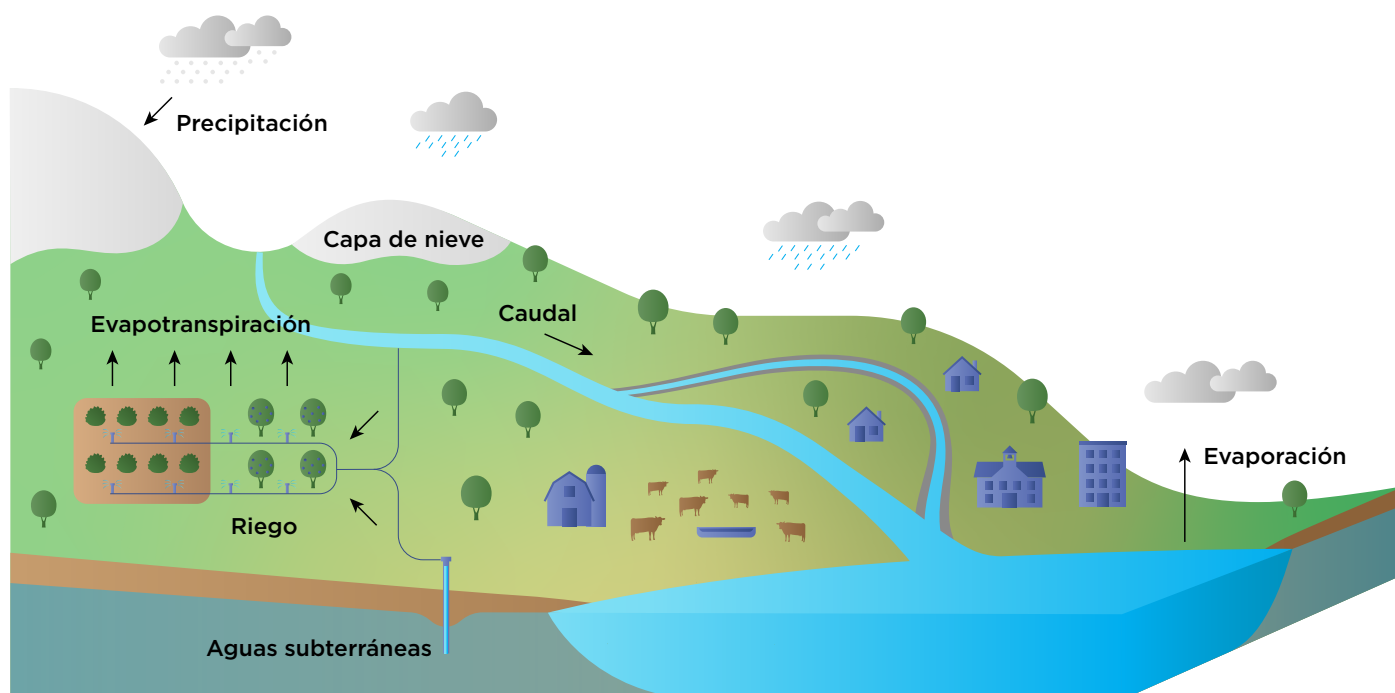
Problemas del ciclo del agua

Los recursos hídricos en el oeste de Estados Unidos están limitados por un desajuste estacional entre el suministro y la demanda. Las precipitaciones en forma de lluvia y nieve regulan el suministro, mientras que la evaporación y el riego determinan la demanda (Figura 2). La mayor parte de las precipitaciones ocurre en invierno y se almacena en forma de nieve, representando más del 50% de la escorrentía superficial en los meses de la primavera y el verano (Li et al. 2017; Qin et al. 2020). Durante estas estaciones cálidas, la demanda alcanza su nivel más alto debido a una mayor evapotranspiración (evaporación del suelo y cuerpos hídricos más transpiración de las plantas), impulsada por temperaturas más cálidas, así como por el aumento en el uso de agua para el riego de cultivos y las operaciones agrícolas industriales.

A pesar de los sistemas diseñados para almacenar y transportar el agua, como las presas y los canales, la demanda suele superar al suministro (Dettinger, Udall y Georgakakos 2015; Grantham y Viers 2014; Slaughter et al. 2010). Por ejemplo, la demanda de agua en la cuenca del Río Colorado ha sido consistentemente mayor al suministro desde principios de la década del 2000 (Wheeler et al. 2022; Womble et al. 2025). En el valle de San Joaquín, una región agrícola muy importante de California, los derechos de agua de superficie exceden el 100% del suministro disponible (Grantham y Viers 2014). Los acuíferos se están agotando rápidamente para compensar por este déficit (Liu et al. 2022), lo que ha provocado que miles de pozos se sequen (Jasechko y Perrone 2020; Perrone y Jasechko 2017; Rodríguez-Flores et al. 2023) y ha reducido la resiliencia general de toda la región (Fernández-Bou et al. 2021).

Además del uso históricamente insostenible del agua, los cambios observados en el suministro y la demanda de agua ponen de manifiesto cómo el cambio climático puede alterar aún

FIGURA 2. Ciclo del agua en el oeste de Estados Unidos



Las entradas y salidas del ciclo del agua se ilustran con flechas para indicar la dirección del movimiento. Los aspectos clave del ciclo del agua que se muestran aquí incluyen la capa de nieve como reserva de agua, el caudal como modo principal de transporte del agua, y el riego y la agricultura como áreas principales de evapotranspiración y pérdida de agua del sistema.

más los recursos hídricos. En lo que respecta al suministro, el aumento en las temperaturas está causando que haya menos nieve (Gottlieb y Mankin 2024; Mote et al. 2018) y que se derrita antes (Dudley et al. 2017), reduciendo la escorrentía al principio de la temporada (Xiao, Udall y Lettenmaier 2018). En cuanto a la demanda, la región presenta alta evapotranspiración de las plantas, el suelo y los cuerpos hídricos durante los meses de la primavera y el verano (Albano et al. 2022), lo que aumenta la demanda de riego y la extracción de aguas subterráneas para mantener la productividad agrícola (Moyers et al. 2024; E. L. Williams y Abatzoglou 2025). En conjunto, la demanda agrícola, la sobreexplotación de las aguas subterráneas y el cambio climático han precipitado una crisis de agua en toda la región.

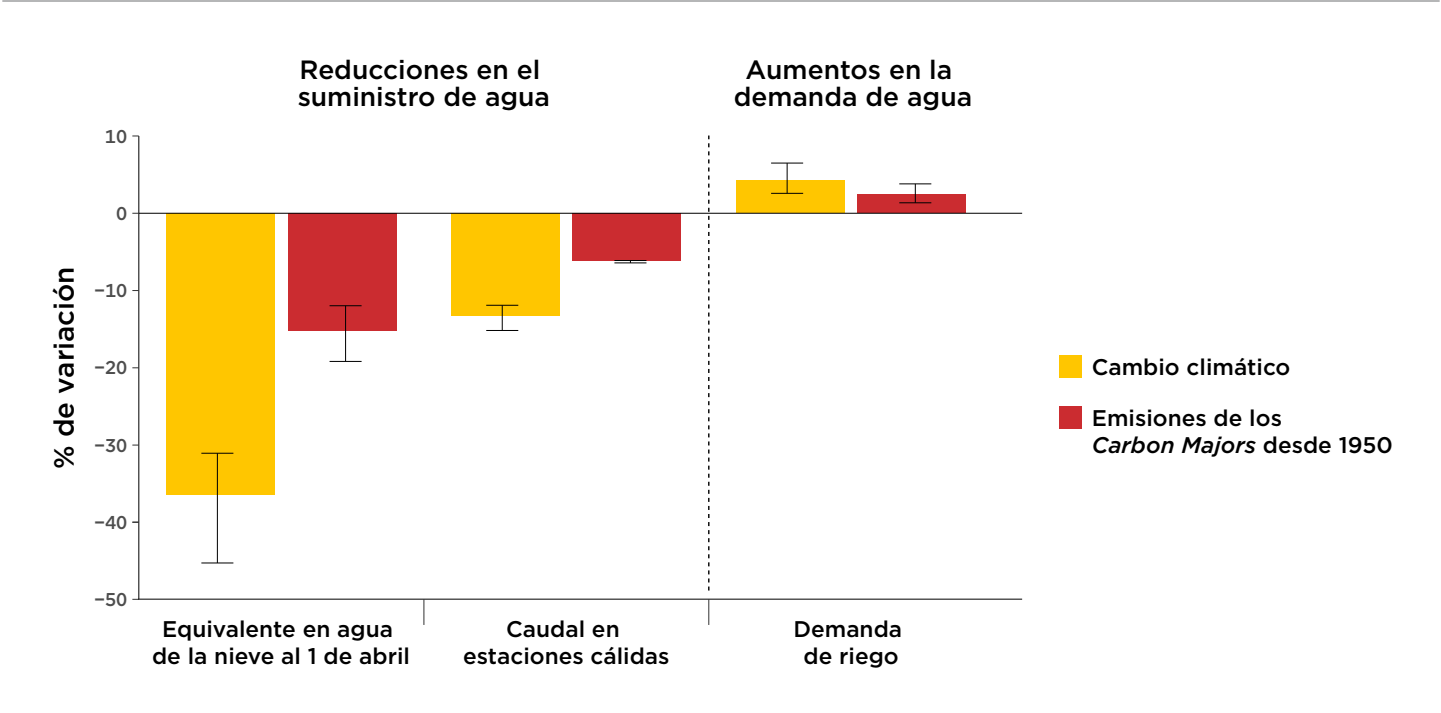
Resultados de la investigación

Nuestras observaciones demuestran que las emisiones atribuibles a los *Carbon Majors* desde 1950 han reducido sustancialmente la disponibilidad del agua y han incrementado la demanda de riego agrícola en todo el oeste de Estados Unidos, lo que

representa aproximadamente la mitad (entre el 40% y el 64%) de los impactos del cambio climático provocado por el ser humano (ver Figura 3). La mayor acumulación en la capa de nieve normalmente ocurre en abril, y los efectos de estas emisiones suponen una reducción anual del 15% en la capa de nieve de abril. Esta reducción en la capa de nieve equivale a un volumen de más de 28 millones de acres-pies ($34,5 \text{ km}^3$) de agua, aproximadamente la capacidad máxima del lago Mead, el embalse artificial más grande de Estados Unidos. Del mismo modo, observamos una reducción anual de unos 12 millones de acres-pies (15 km^3) de agua en el caudal durante las estaciones cálidas atribuible a las emisiones de los *Carbon Majors*, lo que equivale aproximadamente al volumen combinado de los cuatro embalses más grandes de California. Nuestros resultados también muestran un aumento en el caudal anual de octubre a marzo atribuible a los *Carbon Majors*, lo que representa más de la mitad de la reducción anual durante las estaciones cálidas.

Con respecto a la demanda, nuestras conclusiones indican que las emisiones de los *Carbon Majors* han provocado un

FIGURA 3. Variación porcentual en el equivalente en agua de la nieve, el caudal y la demanda de riego debido al cambio climático y a las emisiones de los Carbon Majors desde 1950



Esta figura representa la diferencia media anual durante la última década (2014-2024) en el suministro de agua (lado izquierdo) y la demanda de agua (lado derecho) en el oeste de los Estados Unidos, calculada como porcentaje de los datos observacionales. Teniendo en cuenta todas las variables, aproximadamente la mitad de todos los impactos atribuibles al clima pueden deberse a las emisiones de los Carbon Majors desde 1950.

Notas: El suministro de agua se modela utilizando el equivalente en agua de la nieve al 1 de abril y el caudal en las estaciones cálidas. La demanda de riego se utiliza como indicador de la demanda de agua. Las barras verdes indican las variaciones debidas al cambio climático provocado por el ser humano, mientras que las barras azules representan las variaciones debidas a las emisiones de los Carbon Majors desde 1950. Las barras laterales muestran los intervalos de confianza del percentil 10 y del percentil 90.

FUENTE: E. L. WILLIAMS ET AL. 2026.

incremento en la demanda anual de riego agrícola de 720.000 acres-pies desde 1950, lo que equivale a casi 1,6 veces la cantidad de agua que se consume anualmente en la ciudad de Los Ángeles (LADWP, s.f.). Más allá de los cambios en los volúmenes totales de agua, observamos que el suministro de agua inicia antes en el año. En muchas cuencas fluviales del oeste, el día en que se alcanza la mitad del volumen anual total del agua en los ríos ahora ocurre unos seis días antes de lo que ocurriría si los Carbon Majors no hubieran generado las emisiones atribuidas a dichas compañías. En algunas regiones montañosas, el punto medio se adelanta hasta 30 días, lo que crea una desconexión aún mayor entre los períodos de disponibilidad del agua y los períodos de máxima demanda.

Además de las tendencias generales en el ámbito de nuestro estudio, esta investigación también identificó “áreas críticas” en el noroeste del Pacífico y California, donde las consecuencias de las emisiones generadas por los Carbon Majors son particularmente pronunciadas si se consideran junto con la reducción de

la capa de nieve, la disminución del caudal y el aumento de la demanda de riego. Dada la importancia que tienen estas áreas críticas para la agricultura, incluyendo la cuenca media del río Columbia y las cuencas de los ríos San Joaquín y Sacramento, nuestras conclusiones destacan cómo las consecuencias de las emisiones generadas por los Carbon Majors en el oeste de Estados Unidos trascienden sus límites geográficos.

El Valle Central de California, la región agrícola más productiva de Estados Unidos, ilustra cómo se propagan estos cambios a través de los sistemas hídricos locales, afectando en última instancia a la resiliencia de los acuíferos y de las comunidades. Entre el 2003 y el 2024, la pérdida acumulada del agua subterránea en las tres cuencas subregionales del Valle Central (el río Sacramento, el río San Joaquín y el lago Tulare), ascendió a unos 34 millones de acres-pies (47 km³), aproximadamente 1,5 veces el volumen del lago Crater en Oregón (Liu et al. 2022; E. L. Williams et al. 2026). Basándonos en datos satelitales y modelos estadísticos, demostramos que un 20% de esta pérdida puede

atribuirse al cambio climático, y que el 10% puede atribuirse a las emisiones de los *Carbon Majors* desde 1950, lo que sugiere que la reducción del caudal y el aumento en la demanda de riego limitan la recarga natural de las aguas subterráneas y aumentan la dependencia en estas para satisfacer la demanda agrícola (E. L. Williams y Abatzoglou 2025; E. L. Williams et al. 2026). En pocas palabras: una parte de la crisis de agua del Valle Central puede atribuirse directamente a las emisiones de los mayores productores de combustibles fósiles del mundo.

Implicaciones

Los cambios en el ciclo del agua afectan a las comunidades y los ecosistemas y se agravan por otros efectos del cambio climático, como las sequías, la mala calidad del aire y el hundimiento de la tierra (subsistencia). Las comunidades rurales agrícolas de bajos ingresos sufren consecuencias severas, como disminución en la calidad del agua y pozos secos con alto costo para reemplazarlos, si es que pueden permitírselo (London et al. 2018). Incluso cuando los pozos siguen funcionando, la disminución de los niveles freáticos aumenta el consumo y el costo de la energía para el bombeo. En muchos sistemas comunitarios de agua, los proveedores transfieren a los consumidores el costo de la nueva infraestructura y los suministros adicionales de agua mediante el aumento de las tarifas y la aplicación de recargos (Rachunok y Fletcher 2023). Los perjuicios también afectan a las comunidades indígenas, cuyos medios de vida culturales y económicos dependen de ríos saludables. La reducción del caudal y el aumento de las temperaturas reducen las poblaciones de salmón y otros recursos tradicionales, una situación que pone en riesgo la soberanía alimentaria y las prácticas espirituales vinculadas a estas especies (OEHHA 2025). Adicionalmente, nuestros resultados revelan un aumento en el caudal durante las estaciones frías, lo que puede resultar en picos de caudal y en un mayor riesgo de inundaciones para las comunidades ubicadas aguas abajo, además de reducir la disponibilidad del agua durante los meses del verano (Persad et al. 2020).

Las consecuencias económicas de las alteraciones en el ciclo del agua provocadas por el cambio climático son profundas. La sequía que afectó a California entre el 2020 y el 2022 provocó pérdidas directas en los ingresos agrícolas por un total combinado de \$2.700 millones, con un aumento de aproximadamente el

10% en la superficie total de tierras de cultivo de regadío que quedaron sin producción en el 2021 y el 2022 (Rodríguez-Flores et al. 2026). Con el fin de preservar las aguas subterráneas, California ha invertido en programas destinados a ampliar las soluciones basadas en la naturaleza y a reusar las tierras previamente en regadío para proyectos con múltiples beneficios. Esto fomenta las oportunidades de empleo y genera beneficios ambientales adicionales (Fernández-Bou et al. 2023; Fernández-Bou et al. 2025). Además, actualmente se destinan miles de millones de dólares a medidas de respuesta a la sequía y programas de agua potable de emergencia, mientras que es necesario actualizar la infraestructura de suministro de agua a largo plazo para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas y lidiar con estos impactos agravantes (Ehlers 2022).

Las consecuencias de los cambios en el ciclo del agua en el oeste de Estados Unidos van más allá de la agricultura y de los incendios forestales. El hundimiento de la tierra provocado por la extracción excesiva del agua subterránea y la escasez de agua debido al nivel peligrosamente bajo de los embalses y al agotamiento de los acuíferos repercuten en la salud pública y la resiliencia de las comunidades. La escasez de agua en los ecosistemas aumenta la sequedad de la vegetación y los suelos, lo que contribuye a la sequía actual en el suroeste de Estados Unidos y aumenta el riesgo de incendios forestales en los bosques de la región (Abatzoglou y A. P. Williams 2016; A. P. Williams et al. 2020). Aunque las prácticas agrícolas insostenibles contribuyen a estas realidades, como por ejemplo la extracción excesiva del agua subterránea, este estudio destaca las reducciones en el suministro de agua y el aumento en la demanda atribuibles a las emisiones de los *Carbon Majors* desde 1950, así como el creciente desajuste entre la disponibilidad del agua y el momento en que necesita utilizarse.

Estas conclusiones se suman al creciente conjunto de evidencias que demuestran los impactos en el clima de las emisiones atribuibles a las principales compañías de combustibles fósiles y a los fabricantes de cemento. Estos impactos incluyen el aumento en el nivel del mar (Sadai et al. 2025), la superficie quemada por incendios forestales (Dahl et al. 2023) y la probabilidad y gravedad de las olas de calor extremas (Quilcaille et al. 2025). Mientras que países, industrias contaminantes e individuos contribuyen al cambio climático, los *Carbon Majors* tienen una

Este estudio destaca las reducciones en el suministro de agua y el aumento en la demanda atribuibles a las emisiones de los Carbon Majors desde 1950.

responsabilidad desproporcionada y evidente por los daños causados por sus productos, especialmente las compañías combustibles fósiles que han engañado al público y ejercieron presión política en contra de las medidas climáticas en todos los niveles de gobierno.

En todo el mundo, los gobiernos nacionales, locales y tribales recurren cada vez más a los tribunales para exigir responsabilidades (Merner et al. 2025). Más de una docena de estados (incluyendo California, Massachusetts y Minnesota) han demandado a Chevron, ExxonMobil, Shell y otras grandes compañías de combustibles fósiles por sus campañas de engaño sobre el cambio climático a lo largo de varias décadas. Algunas ciudades como Chicago y Boulder han presentado demandas bajo las leyes de perjuicio público, y tanto San Francisco como Oakland están solicitando una indemnización por los perjuicios causados por el aumento del nivel del mar. En Estados Unidos se presentaron más de 160 demandas en 2024 (Setzer y Higham 2025).

Las emisiones atribuidas a los *Carbon Majors* están agravando una crisis hídrica ya de por sí insostenible en el oeste de Estados Unidos. Aunque los estados, los municipios y las comunidades hasta la fecha han soportado la mayor parte de los costos relacionados con la adaptación a esta realidad cambiante, estas conclusiones proporcionan pruebas adicionales de que la industria de los combustibles fósiles debería pagar la parte justa que le corresponde.

Metodología

Este estudio utilizó una combinación de datos observacionales, datos satelitales y modelos del clima para cuantificar cómo las emisiones atribuibles a los *Carbon Majors* desde 1950 han contribuido a los cambios en la disponibilidad y la demanda de agua en el oeste de Estados Unidos. Primero recopilamos datos registrados sobre temperatura, precipitación, humedad relativa e hidrología, tanto de bases de datos observacionales como de modelos climáticos globales. Luego utilizamos un modelo climático de complejidad reducida para cuantificar la variación anual de la temperatura media global en la superficie entre 1854 y 2020 bajo tres casos hipotéticos de emisiones: el primero incluyó todas las emisiones, el segundo excluyó todas las emisiones antropogénicas y el tercero excluyó las emisiones atribuibles a los *Carbon Majors* después de 1950 (la década en que hay pruebas de que estas compañías comenzaron a comprender los riesgos que planteaba el uso de sus productos). Comparando estos escenarios y utilizando el escalado de patrones, calculamos qué parte de los cambios registrados en la capa de nieve, el caudal y la demanda de riego es atribuible al cambio climático y, específicamente, a las emisiones de los *Carbon Majors*. Los detalles técnicos completos se pueden consultar en E. L. Williams et al. (2026).

Los autores de esta hoja informativa forman parte de los Programas de Clima y Energía y de los Estados del Oeste de la Unión de Científicos Conscientes. **Carly A. Phillips, PhD**, es investigadora científica senior; **J. Pablo Ortiz-Partida, PhD**, es director de innovación y colaboración; **Angel S. Fernandez-Bou, PhD**, es científico senior bilingüe; y **L. Delta Merner, PhD**, es la científica principal del Centro Científico para Litigios Climáticos. El equipo de autores del estudio revisado por pares en el que se basa esta ficha informativa además incluye a **Emily L. Williams, PhD; John T. Abatzoglou, PhD; Mohammad Safeeq, PhD; Shaina Sadai, PhD; y Oriana S. Chegwiddden PhD**.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido posible gracias al generoso apoyo de la Fundación Grantham para la Protección del Medio Ambiente, el Fondo de la Familia Rockefeller y los miembros de UCS.

Este informe se benefició de las contribuciones, la revisión y el asesoramiento de muchos colegas de UCS, entre ellos Daela Taeoalii-Tipton, Eric Schulz, Nick Davis-Iannaco, Heather Tuttle, Pallavi Shrestha, Bryan Wadsworth, Chris Bliss y Kathy Mulvey. También agradecemos a Brenda Ekwurzel y Shradhdhanand Shukla sus aportaciones al estudio revisado por pares.

Las afiliaciones organizacionales se mencionan únicamente con fines de identificación. Las opiniones expresadas en este documento no reflejan necesariamente aquellas de las organizaciones que financiaron el trabajo ni las de las personas que lo asesoraron o revisaron. La Unión de Científicos Conscientes asume la responsabilidad exclusiva del contenido de esta hoja informativa.

Referencias

- Abatzoglou, John T. y A. Park Williams. 2016. "Impact of Anthropogenic Climate Change on Wildfire Across Western US Forests." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (42): 11770–75. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607171113>.
- Albano, Christine M., John T. Abatzoglou, Daniel J. McEvoy, Justin L. Huntington, Charles G. Morton, Michael D. Dettinger y Thomas J. Ott. 2022. "A Multidataset Assessment of Climatic Drivers and Uncertainties of Recent Trends in Evaporative Demand Across the Continental United States." *Journal of Hydrometeorology* 23 (4): 505–19. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-21-0163.1>.
- Dahl, Kristina A., John T. Abatzoglou, Carly A. Phillips, J. Pablo Ortiz-Partida, Rachel Licker, Delta Merner y Brenda Ekwurzel. 2023. "Quantifying the Contribution of Major Carbon Producers to Increases in Vapor Pressure Deficit and Burned Area in Western US and Southwestern Canadian Forests." *Environmental Research Letters* 18 (6): 064011. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acbce8>.
- Dettinger, Michael, Bradley Udall y Aris Georgakakos. 2015. "Western Water and Climate Change." *Ecological Applications* 25 (8): 2069–93. <https://doi.org/10.1890/15-0938.1>.
- Dudley, R. W., G. A. Hodgkins, M. R. McHale, M. J. Kolian y B. Renard. 2017. "Trends in Snowmelt-Related Streamflow Timing in the Conterminous United States." *Journal of Hydrology* 547 (April): 208–21. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.051>.
- Ehlers, Rachel. 2022. *The 2022–23 Budget: Water and Drought Response Proposals*. Legislative Analyst's Office. https://lao.ca.gov/Publications/Report/4509?utm_source.

- Fernández-Bou, Ángel Santiago, J. Pablo Ortiz-Partida, Chantelise Pells, Leticia M. Classen-Rodríguez, Vicky Espinoza, José M. Rodríguez-Flores, Josué Medellín-Azuara, et al. 2021. *Regional Report for the San Joaquin Valley Region on Impacts of Climate Change*. SUM-CCCA4-2021-003. California Natural Resources Agency (Agencia de Recursos Naturales de California). https://www.energy.ca.gov/sites/default/files/2022-01/CA4_CCA_SJ_Region_Eng_ada.pdf.
- Fernández-Bou, Ángel Santiago, José M. Rodríguez-Flores, Alexander Guzman, J. Pablo Ortiz-Partida, Leticia M. Classen-Rodríguez, Pedro A. Sánchez-Pérez, Jorge Valero-Fandiño, et al. 2023. "Water, Environment, and Socioeconomic Justice in California: A Multi-Benefit Cropland Repurposing Framework." *Science of the Total Environment* 858 (pt. 3): 159963. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159963>.
- Fernández-Bou, Ángel Santiago, José M. Rodríguez-Flores, J. Pablo Ortiz-Partida, Amanda Fencel, Leticia M. Classen-Rodríguez, Vivian Yang, Emily Williams, et al. 2025. "Cropland Repurposing as a Tool for Water Sustainability and Just Land Transition in California: Review and Best Practices." *Frontiers in Water* 7 (June): 1510413. <https://doi.org/10.3389/frwa.2025.1510413>.
- Franta, Benjamin. 2018. "Early Oil Industry Knowledge of CO₂ and Global Warming." *Nature Climate Change* 8 (12): 1024–25. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0349-9>.
- Gottlieb, Alexander R. y Justin S. Mankin. 2024. "Evidence of Human Influence on Northern Hemisphere Snow Loss." *Nature* 625 (7994): 293–300. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06794-y>.
- Grantham, Theodore E. y Joshua H. Viers. 2014. "100 Years of California's Water Rights System: Patterns, Trends and Uncertainty." *Environmental Research Letters* 9 (8): 084012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/8/084012>.
- Heede, Richard. 2014. "Tracing Anthropogenic Carbon Dioxide and Methane Emissions to Fossil Fuel and Cement Producers, 1854–2010." *Climatic Change* 122 (1): 229–41. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0986-y>.
- InfluenceMap. 2024. *The Carbon Majors Database: Launch Report*. <https://carbonmajors.org/briefing/The-Carbon-Majors-Database-26913>.
- Jasechko, Scott y Debra Perrone. 2020. "California's Central Valley Groundwater Wells Run Dry During Recent Drought." *Earth's Future* 8 (4): e2019EF001339. <https://doi.org/10.1029/2019EF001339>.
- LADWP (Los Angeles Department of Water & Power / Departamento de Agua y Energía de LA). s.f. Who We Are: Water System. Consultado el 15 de abril del 2026. <https://www.ladwp.com/who-we-are/water-system>.
- Li, Dongyue, Melissa L. Wrzesien, Michael Durand, Jennifer Adam y Dennis P. Lettenmaier. 2017. "How Much Runoff Originates as Snow in the Western United States, and How Will That Change in the Future?" *Geophysical Research Letters* 44 (12): 6163–72. <https://doi.org/10.1002/2017GL073551>.
- Liu, Pang-Wei, James S. Famiglietti, Adam J. Purdy, Kyra H. Adams, Avery L. McEvoy, John T. Reager, Rajat Bindlish, David N. Wiese, Cédric H. David y Matthew Rodell. 2022. "Groundwater Depletion in California's Central Valley Accelerates During Megadrought." *Nature Communications* 13 (1): 7825. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-35582-x>.
- London, Jonathan, Amanda Fencel, Sara Watterson, Jennifer Jarin, Alfonso Aranda, Aaron King, Camille Pannu, et al. 2018. *The Struggle for Water Justice in California's San Joaquin Valley: A Focus on Disadvantaged Unincorporated Communities*. UC Davis Center for Regional Change (Centro para el Cambio Regional de la Universidad de California en Davis). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.2836746244>.
- Merner, Delta, Kathy Mulvey, Laura Peterson y Seth Shulman. 2025. *Decades of Deceit: The Case Against Major Fossil Fuel Companies for Climate Fraud and Damages*. Cambridge, MA: Union of Concerned Scientists (Unión de Científicos Conscientes). <https://doi.org/10.47923/2025.15837>.
- Mote, Philip W., Sihan Li, Dennis P. Lettenmaier, Mu Xiao y Ruth Engel. 2018. "Dramatic Declines in Snowpack in the Western US." *Npj Climate and Atmospheric Science* 1 (1): 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41612-018-0012-1>.
- Moyers, Kelley, John T. Abatzoglou, Alvar Escrivá-Bou, Josué Medellín-Azuara y Joshua H. Viers. 2024. "An Invisible Water Surcharge: Climate Warming Increases Crop Water Demand in the San Joaquin Valley's Groundwater-Dependent Irrigated Agriculture." *PLOS Water* 3 (3): e0000184. <https://doi.org/10.1371/journal.pwat.0000184>.
- OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment / Oficina de Valoración de Riesgos para la Salud Ambiental). 2025. *Indicators of Climate Change: Impacts on California Tribes*. <https://oehha.ca.gov/climate-change/general-info/indicators-climate-change-impacts-california-tribes>.
- Perrone, D. y S. Jasechko. 2017. "Dry Groundwater Wells in the Western United States." *Environmental Research Letters* 12 (10): 104002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8ac0>.
- Persad, Geeta G., Daniel L. Swain, Claire Kouba y J. Pablo Ortiz-Partida. 2020. "Inter-Model Agreement on Projected Shifts in California Hydroclimate Characteristics Critical to Water Management." *Climatic Change* 162 (3): 1493–1513. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02882-4>.
- Qin, Yue, John T. Abatzoglou, Stefan Siebert, Laurie S. Huning, Amir AghaKouchak, Justin S. Mankin, Chaopeng Hong, Dan Tong, Steven J. Davis y Nathaniel D. Mueller. 2020. "Agricultural Risks from Changing Snowmelt." *Nature Climate Change* 10 (5): 459–65. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0746-8>.
- Quilcaille, Yann, Lukas Gudmundsson, Dominik L. Schumacher, Thomas Gasser, Richard Heede, Corina Heri, Quentin Lejeune, et al. 2025. "Systematic Attribution of Heatwaves to the Emissions of Carbon Majors." *Nature* 645 (8080): 392–98. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09450-9>.
- Rachunok, Benjamin y Sarah Fletcher. 2023. "Socio-Hydrological Drought Impacts on Urban Water Affordability." *Nature Water* 1 (1): 83–94. <https://doi.org/10.1038/s44221-022-00009-w>.
- Rodríguez-Flores, José M., Spencer A. Cole, Josué Medellín-Azuara, Alvar Escrivá-Bou, John T. Abatzoglou, Joshua H. Viers, Nicholas Santos y Daniel Sumner. 2026. "Timely Drought Impact Assessment for Agriculture Using a Water-Food Systems Approach." *Environmental Research: Water* 2 (2): 025006. <https://doi.org/10.1088/3033-4942/ae5685>.
- Rodríguez-Flores, José M., Ángel Santiago Fernández-Bou, J. Pablo Ortiz-Partida y Josué Medellín-Azuara. 2023. "Drivers of Domestic Wells Vulnerability During Droughts in California's Central Valley." *Environmental Research Letters* 19 (1): 014003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad0d39>.

Sadai, Shaina, Meghana Ranganathan, Alexander Nauels, Zebedee Nicholls, Delta Merner, Kristina Dahl, Rachel Licker y Brenda Ekwurzel. 2025. "Estimating the Sea Level Rise Responsibility of Industrial Carbon Producers." *Environmental Research Letters* 20 (4): 044012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/adb59f>.

Setzer, Joana y Catherine Higham. 2025. *Global Trends in Climate Change Litigation: 2025 Snapshot*. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment (Instituto Grantham de Investigación sobre el Cambio Climático y el Medio Ambiente); London School of Economics and Political Science. <https://doi.org/10.21953/LSE.LH46LE9Y8SGI>.

Slaughter, Richard A., Alan F. Hamlet, Daniel Huppert, Joel Hamilton y Philip W. Mote. 2010. "Mandates vs Markets: Addressing Over-Allocation of Pacific Northwest River Basins." *Water Policy* 12 (3): 305–17. <https://doi.org/10.2166/wp.2009.152>.

Wheeler, Kevin G., Brad Udall, Jian Wang, Eric Kuhn, Homa Salehabadi y John C. Schmidt. 2022. "What Will It Take to Stabilize the Colorado River?" *Science* 377 (6604): 373–75. <https://doi.org/10.1126/science.abo4452>.

Williams, A. Park, Edward R. Cook, Jason E. Smerdon, Benjamin I. Cook, John T. Abatzoglou, Kasey Bolles, Seung H. Baek, Andrew M. Badger y Ben Livneh. 2020. "Large Contribution from Anthropogenic Warming to an Emerging North American Megadrought." *Science* 368 (6488): 314–18. <https://doi.org/10.1126/science.aaz9600>.

Williams, Emily L. y John T. Abatzoglou. 2025. "Climate Change Increases Evaporative and Crop Irrigation Demand in North America." *Earth's Future* 13 (7): e2025EF005931. <https://doi.org/10.1029/2025EF005931>.

Williams, Emily L., John T. Abatzoglou, Carly A. Phillips, Mohammad Safeeq, Shaina Sadai, Oriana S. Chegwiddden, Nathan Mueller, Ángel Santiago Fernández-Bou, L. Delta Merner y J. Pablo Ortiz-Partida. 2026. "Carbon Emissions Exacerbating the Western US Water Crisis." *Communications Earth & Environment*. <https://doi.org/10.1038/s43247-026-03900-6>.

Womble, Philip, Steven M. Gorelick, Barton H. Thompson Jr. y J. Sebastián Hernández-Suárez. 2025. "A Strategic Environmental Water Rights Market for Colorado River Reallocation." *Nature Sustainability* 8 (8): 925–35. <https://doi.org/10.1038/s41893-025-01585-x>.

Xiao, Mu, Bradley Udall y Dennis P. Lettenmaier. 2018. "On the Causes of Declining Colorado River Streamflows." *Water Resources Research* 54 (9): 6739–56. <https://doi.org/10.1029/2018WR023153>.

OFICINA PRINCIPAL	OFICINA EN WASHINGTON, DC	OFICINA DE WESTERN STATES	OFICINA MIDWEST	EN LÍNEA
Two Brattle Square Cambridge, MA 02138 617-547-5552	1350 I St. NW, Suite 400 Washington, DC 20005 202-223-6133	2001 Addison Street, Suite 200 Berkeley, CA 94704 510-843-1872	200 E. Randolph St., Suite 5151 Chicago, IL 60601 312-578-1750	