

# LA ENERGÍA DE HIDRÓGENO

Una revisión crítica  
para garantizar beneficios  
comunitarios y climáticos



Iluminando el camino justo a  
seguir adelante

[justsolutionscollective.org](https://justsolutionscollective.org)

# INTRODUCCIÓN

La dependencia de los Estados Unidos de los combustibles fósiles ha sido una causa central de la crisis climática y un elemento principal de la injusticia ambiental. Satisfacer la necesidad de un suministro energético confiable requerirá tecnologías complejas. El hidrógeno, hasta ahora principalmente un producto químico, ha sido propuesto como una fuente energética importante.

Just Solutions inició un enfoque innovador para analizar de manera integral el hidrógeno como tecnología de energía limpia, especialmente en el contexto de la justicia ambiental y climática. Creamos el siguiente análisis utilizando un enfoque multifacético, que incluye el compromiso activo y prominente con líderes comunitarios de justicia ambiental, el acceso y encargo de expertos técnicos, y la revisión y compilación de estructuras existentes de justicia ambiental.

Esta revisión crítica tiene como objetivo promover la equidad, la justicia y la transparencia en la distribución de beneficios y cargas ambientales, asegurando que todas las personas y comunidades tengan acceso equitativo a un entorno saludable y sostenible, mientras se promueven soluciones justas a la crisis climática. Busca rectificar las desigualdades históricas y sistemáticas abordando el racismo ambiental, las políticas discriminatorias y las prácticas que perpetúan las injusticias económicas y ambientales.

**Este recurso creado de manera colaborativa y dirigido por la comunidad está diseñado para apoyar a los defensores de la justicia climática y ambiental a medida que promueven la mejor tecnología de energía limpia para abordar la crisis climática y, según sea necesario, prohibir soluciones falsas en sus comunidades.** Este análisis dirigido por la comunidad y creado utilizando una estructura de justicia ambiental se complementa con un análisis técnico que examina más profundamente los impactos ambientales y los beneficios potenciales. Esta estructura proporciona valores para que las comunidades evalúen los conceptos de energía de hidrógeno y analicen críticamente las implicaciones para informar la toma de decisiones comunitarias. En última instancia, nuestros intereses son encontrar las mejores soluciones para proteger a las comunidades marginadas de daños adicionales y avanzar en soluciones justas para abordar la crisis climática.

# NUESTRO ENFOQUE

Just Solutions convocó a un Colaborativo de Investigación compuesto por nueve organizaciones comunitarias de justicia climática y ambiental, asegurando que se representaran las perspectivas de diversas comunidades y geografías. Identificamos organizaciones con experiencia relevante e intereses en la energía de hidrógeno y sus impactos sociales, así como la disposición para profundizar su comprensión colectiva de la tecnología y producir una revisión integral.

Las organizaciones seleccionadas mostraron un gran interés y capacidad para participar en un riguroso proceso de revisión y desarrollo de seis meses. Cada organización fue compensada por su tiempo y experiencia. Just Solutions coordinó y facilitó reuniones mensuales estructuradas, asegurando un proceso seguro y colaborativo.

Para iniciar este análisis dirigido por la comunidad, primero realizamos una revisión de contenido y compilación de estructuras existentes de justicia ambiental para fundamentar nuestro pensamiento en prácticas establecidas. Segundo, para que los miembros del Colaborativo de Investigación construyeran una comprensión inicial de la tecnología del hidrógeno, Just Solutions encargó a un equipo externo de expertos en la materia a través del Instituto de Investigación Energética y Ambiental (IEER). IEER llevó a cabo un análisis técnico detallado del hidrógeno y sus aplicaciones propuestas, delineando los aspectos científicos y tecnológicos de la energía de hidrógeno y su papel potencial en una transición hacia energías limpias.

Los miembros del Colaborativo de Investigación participaron en sesiones de aprendizaje y discusión con los expertos en investigación. Compartieron preguntas y perspectivas sobre el análisis técnico, lo que resultó en un informe final complementario que también se puede encontrar en el sitio web de Just Solutions. A través del aprendizaje, la discusión y la aplicación de una estructura de justicia ambiental, los miembros del Colaborativo de Investigación co-crearon y co-redactaron esta revisión crítica.

# NUESTRA REVISIÓN DE LA ENERGÍA DE HIDRÓGENO:

Es esencial realizar una evaluación integral de las posibles repercusiones ambientales y de salud al considerar alternativas de energía de hidrógeno. Debemos evaluar cuidadosamente las soluciones climáticas para asegurarnos de que no estén perpetuando injusticias ambientales. El hidrógeno se presenta como una fuente de energía que podría ser un elemento importante para mitigar el cambio climático al reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y el impacto general del calentamiento. **Los criterios y consideraciones discutidos a continuación establecen el punto de referencia mínimo que deben cumplir las propuestas de hidrógeno; las propuestas que no protejan a nuestras comunidades y no reduzcan el calentamiento climático deben ser rechazadas.**

En algunos casos, puede haber costos de oportunidad asociados con el gasto cuando se utiliza hidrógeno en lugar de otras opciones (notablemente electricidad), debido al beneficio climático relativamente menor del hidrógeno en aplicaciones específicas. Además, se requiere un análisis cuidadoso para evitar gastar billones de dólares en tipos menos eficientes de tecnologías de hidrógeno, limitando inversiones más prometedoras en tecnologías renovables. **Los impactos de la producción y uso del hidrógeno como fuente de energía dependen centralmente de los métodos de producción y los insumos, así como del uso final del hidrógeno.** Estos impactos van desde perpetuar injusticias ambientales e industriales de combustibles fósiles hasta beneficios ambientales netos y de justicia ambiental potencial. Más pertinentemente, existen beneficios ambientales y de salud cuando el hidrógeno verde desplaza a los combustibles fósiles.

Los impactos deben evaluarse en diversas escalas geográficas porque la producción y el uso de hidrógeno tienen diferentes efectos en diferentes lugares; **incluso cuando existen beneficios netos globales, los impactos negativos locales podrían ser significativos. Por lo tanto, deben considerarse los impactos netos globales, específicos del sitio y específicos de la aplicación,** incluidas alternativas al hidrógeno con menor impacto ambiental global y/o mayores beneficios de mitigación climática para insumos similares o iguales. El consentimiento de la comunidad siempre es esencial, incluso cuando existen beneficios globales.

## Prohibir el nuevo hidrógeno de los combustibles fósiles

Producir hidrógeno a partir de combustibles fósiles perpetúa el uso de combustibles fósiles, al igual que la Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS). Además, el hidrógeno basado en combustibles fósiles a menudo no logra reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: cuando se tienen en cuenta las fugas de metano, y se contabilizan con un potencial de calentamiento a 20 años, incluso el hidrógeno azul (producido a partir de gas natural con CCS) no puede cumplir con los criterios climáticos. En el caso del gas fracturado, también perpetuará la contaminación del agua y otras injusticias. Por lo tanto, **el hidrógeno basado en carbón y gas natural debería ser descartado por razones climáticas y de justicia ambiental, al igual que el hidrógeno producido en su totalidad o en parte a partir de cualquier otro combustible fósil, como el carbón. Debido a que la generación de electricidad en los Estados Unidos sigue dominada por fuentes de combustibles fósiles, también se debe descartar el hidrógeno electrolítico hecho con electricidad de la red.**

## Producir solo hidrógeno verde

Entre las diversas formas de producir hidrógeno, solo debe considerarse el hidrógeno verde. Para este propósito, “hidrógeno verde” significa hidrógeno producido a partir de agua utilizando nuevas plantas de energía solar y eólica dedicadas o energía renovable que de otro modo sería desperdiciada. Evaluar qué combinación de producción de hidrógeno y otros métodos de almacenamiento de larga duración, como el almacenamiento térmico estacional, beneficiaría más la transición energética, la resiliencia del sistema energético, y la justicia económica y ambiental.

## Requerir “adicionalidad” para el hidrógeno producido utilizando fuentes de electricidad descarbonizadas

Producir hidrógeno utilizando electricidad generada por fuentes conectadas a la red existente no elimina las emisiones de carbono. En cambio, la demanda original de electricidad seguirá necesitando ser satisfecha utilizando electricidad de la red, lo que, en el contexto actual, probablemente resultará en un aumento de las emisiones de calentamiento climático. Debido al impacto desproporcionado de la producción y el uso de combustibles fósiles en las comunidades de primera línea y de justicia ambiental, consideraciones de justicia climática y ambiental requieren que **la electricidad libre de carbono que sirve a las cargas existentes no se desvíe para la producción de hidrógeno.** En otras palabras, para mitigar el riesgo de aumentar las emisiones de carbono a través de la demanda inducida de electricidad, el hidrógeno electrolítico debe ser alimentado solo por fuentes de energía descarbonizadas demostrablemente adicionales.

## Proteger los recursos hídricos

La producción de hidrógeno requiere grandes cantidades de agua. El agua es un derecho humano básico y debe ser gestionada de manera responsable. La política del agua debe mantener la Doctrina del *Public Trust*<sup>1</sup> y servir a la comunidad en general, no a grupos de interés. Cualquier propuesta de uso del agua debe respetar la soberanía y el consentimiento libre, previo e informado de las comunidades indígenas según doctrinas como la Doctrina Winters y los Derechos de Agua Prioritarios y Preeminentes.

**El uso del agua debe ser una consideración central en la ubicación de la producción de hidrógeno**, especialmente en áreas como el suroeste, donde los recursos hídricos ya están bajo estrés. También deben tenerse en cuenta los impactos del cambio climático en los recursos hídricos para asegurar que la producción de hidrógeno sea confiable y no contribuya a las vulnerabilidades del sistema energético a medida que empeoren los extremos climáticos. Las prioridades locales de uso del agua deben considerarse sobre una base específica del sitio al seleccionar sitios para la producción de hidrógeno. El uso de los recursos hídricos para la producción de hidrógeno debe ser limitado para evitar causar daños a la salud humana y al medio ambiente.

## Asegurar la seguridad

El hidrógeno, al igual que otros materiales combustibles y explosivos, presenta riesgos potenciales para la seguridad. Como gas combustible, puede encenderse, haciendo que sus etapas de producción, transporte, almacenamiento y uso sean susceptibles a incendios o explosiones. La producción, transporte y almacenamiento de hidrógeno, especialmente cuando afecta a las comunidades, requieren protocolos de seguridad consistentes e infraestructuras de supervisión que actualmente no existen y deben ser diseñadas cuidadosamente, incluidas regulaciones que gobiernen permisos, ubicaciones y mantenimiento, dada la función más amplia proyectada para la tecnología del hidrógeno. El principio de precaución debe aplicarse para asegurar que nuestra falta de conocimiento y sistemas no causen más daño.

Es necesario desarrollar y aplicar reglas de seguridad fuertes a nivel global, federal y local para garantizar que las comunidades estén protegidas por igual, independientemente de su origen racial, étnico o socioeconómico; se necesita una vigilancia especial en cuanto a la seguridad para las comunidades de primera línea y las comunidades ya desproporcionadamente afectadas por la industria energética. Consistente con los principios bien establecidos de la justicia ambiental, las comunidades de primera línea deben participar de manera significativa en todos los niveles de toma de decisiones, incluyendo la evaluación, planificación, implementación y ejecución. Establecer mecanismos para la implementación oportuna y efectiva de cumplimiento, monitoreo, reporte de incidentes de seguridad e implementación de medidas de seguridad será esencial para responsabilizar a la industria y a los reguladores por mantener estándares de seguridad sólidos.

<sup>1</sup> La Doctrina del Public Trust es un concepto legal que requiere que ciertos recursos naturales, como el aire y el agua, estén protegidos y mantenidos por el gobierno para el uso y beneficio del público.



Es importante mantener estrictos estándares de seguridad del hidrógeno independientemente de la escala de producción y transporte, especialmente en el caso de la producción descentralizada, donde estándares o ejecución laxos podrían tener impactos especialmente negativos en las comunidades. Esto incluye notablemente la seguridad de los gasoductos, especialmente si los gasoductos de gas natural envejecidos se reutilizan para transportar hidrógeno.

## Proteger contra los riesgos derivados del uso de materiales en la alimentación de combustibles

El hidrógeno también puede usarse como materia prima, junto con CO<sub>2</sub>, para producir combustibles hidrocarburos sintéticos, incluido el combustible para aviones, al que se agregan varios productos químicos tóxicos, como el tolueno. También se ha propuesto el uso de amoníaco, fabricado con hidrógeno como materia prima, como combustible. Las emisiones de amoníaco crean contaminación del aire, incluidos NO<sub>x</sub> y partículas PM<sub>2.5</sub>, y pueden resultar en impactos de calentamiento climático mayores que la quema de carbón, mientras que la exposición a otros productos químicos involucrados en tales combustibles presenta diversos riesgos para la salud humana, así como riesgos ambientales. Por lo tanto, prevenir y manejar las emisiones de amoníaco y otros contaminantes atmosféricos es esencial para proteger a las comunidades, incluidas las emisiones rutinarias y accidentales asociadas con la producción, almacenamiento y transporte de amoníaco u otros portadores de hidrógeno. El uso de hidrógeno para producir tales combustibles debe descartarse cuando agregaría a la carga tóxica de comunidades ya sobrecargadas.

## Exigir transparencia

La transparencia es esencial para realizar los principios fundamentales de justicia ambiental de autodeterminación y participación significativa en la toma de decisiones. Por lo tanto, las propuestas de proyectos que produzcan o utilicen hidrógeno deben basarse en metodologías científicamente validadas e información factualmente precisa y accesible al público. Esta información debe incluir divulgaciones integrales de insumos, productos, impactos a largo y corto plazo en la salud, seguridad y medio ambiente, especialmente aquellos que podrían aumentar los riesgos o causar efectos perjudiciales en comunidades vecinas. Estos impactos también deben evaluarse y ponerse a disposición de las comunidades dentro del radio de impacto potencial en los escenarios de peor caso.

### Divulgaciones:

- Los impactos en la salud, la seguridad y el medio ambiente deben tener en cuenta toda la infraestructura directamente asociada con los proyectos de hidrógeno, incluido el almacenamiento, transporte y refinación.
- Los productos deben incluir todas las emisiones de agua y aire, incluidas las liberaciones accidentales de todas las fuentes directamente asociadas, estacionarias y móviles.
- Los insumos deben incluir la materia prima, aditivos y catalizadores.
- Las emisiones deben ser reportadas públicamente y accesibles para las comunidades,

incluida la divulgación completa de riesgos químicos.

- Todos los proyectos de hidrógeno deben incluir la implementación de comunicaciones transparentes, oportunas y confiables multilingües durante emergencias, así como sistemas de alerta temprana.

## Asegurar que los usos de hidrógeno verde sean esenciales y beneficiosos

Las propuestas de uso de hidrógeno deben ser evaluadas y comparadas con otras opciones factibles (como la conservación de energía, la eficiencia, las mejoras en la transmisión, la electrificación directa) y si el propio uso final podría eliminarse por completo en favor de métodos más justos ambientalmente y menos intensivos en recursos para lograr el mismo objetivo. El hidrógeno verde solo debe considerarse esencial después de que se hayan estudiado a fondo otras opciones factibles. Hay usos de hidrógeno, incluso de hidrógeno verde, que son contraproducentes o tendrían solo un beneficio climático marginal en comparación con otros usos de energía renovable. Algunos, como la mezcla de hidrógeno con gas natural para su uso en calefacción, perpetuarían injusticias ambientales y económicas y crearían problemas de seguridad y fugas. La quema de hidrógeno generalmente no es aconsejable desde el punto de vista de la justicia ambiental y la contaminación del aire. Además, el hidrógeno generalmente es menos eficiente que el uso directo de electricidad cuando este último es técnicamente factible en una aplicación específica.

En ciertos casos, el hidrógeno puede tener un impacto local y global positivo potencial. Una de las posibilidades más notables es si el hidrógeno verde desplaza el carbón de coque en la producción de acero a partir de mineral de hierro. Este uso podría evitar una contaminación del agua significativa, incluso a medida que aumenta la eficiencia energética y se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Incluso en tales casos, es crucial evaluar si se puede satisfacer la necesidad de acero de otras maneras, por ejemplo, aumentando el reciclaje.

A largo plazo (década de 2030 en adelante), grandes cantidades de hidrógeno verde pueden servir como método de almacenamiento de energía de larga duración para satisfacer las necesidades de producción de energía pico dentro de una red eléctrica alimentada con una gran fracción de energía solar y eólica. Este hidrógeno debe producirse en células de combustible a partir de electricidad renovable que de otro modo sería recortada, incluyendo la recuperación y reutilización del agua.

### **Las siguientes aplicaciones de hidrógeno nunca deben implementarse:**

- Mezclar hidrógeno con gas natural, incluida la infraestructura existente de gasoductos de gas natural.
- Hidrógeno como combustible para vehículos livianos y otros vehículos cuyas condiciones normales admiten el uso de vehículos eléctricos.
- Hidrógeno para la producción de energía pico a corto plazo, cuando la energía solar y/o eólica más el almacenamiento generalmente pueden satisfacer la necesidad.
- Hidrógeno intensivo en agua en áreas que enfrentan problemas de seguridad hídrica.



## Tener en cuenta el impacto climático de las fugas de hidrógeno

El hidrógeno no es un gas de efecto invernadero, pero aún tiene un impacto de calentamiento significativo indirecto. Por lo tanto, el impacto climático indirecto de todas las fugas de hidrógeno (incluidas durante la producción, transporte, almacenamiento y uso, especialmente cuando se queman o se usan como materia prima) debe incluirse en la evaluación del impacto climático de los proyectos y propuestas de hidrógeno. Para las propuestas que se implementen, las fugas deben ser monitoreadas y minimizadas. El diseño integral del sistema, incluidas las medidas de prevención y detección de fugas, es crucial para contabilizar con precisión los impactos completos de calentamiento climático de las fugas potenciales.

## Promover métricas y estándares globales de justicia ambiental

La producción de hidrógeno requiere materiales escasos, como iridio, platino y níquel (dependiendo del método de producción). La minería y el procesamiento de estos materiales ocurren de manera desproporcionada en el Sur Global y en tierras indígenas. Incluso cuando el impacto global es positivo porque el hidrógeno está desplazando a los combustibles fósiles, el impacto local puede ser devastador, como es el caso, por ejemplo, del níquel en Indonesia o el platino en Sudáfrica. La creación de estándares para el trabajo, la minería y los impactos ambientales, como los recursos hídricos locales, y la transparencia y el informe de la cadena de suministro global son esenciales.

# CONCLUSIÓN

A medida que el gobierno federal realiza inversiones significativas en energía de hidrógeno, esta revisión impulsada por la comunidad puede proporcionar información desde una perspectiva de justicia ambiental sobre si o cómo se podría utilizar esta tecnología. Si no se escuchan las recomendaciones, potencialmente corremos el riesgo de mantener o perpetuar el daño en las comunidades y nuestra dependencia de los combustibles fósiles. El compromiso de las comunidades, especialmente las marginadas, es fundamental para asegurar una transición justa.

## Miembros colaborativos

Queremos agradecer a los miembros Colaborativos de Investigación. Estamos agradecidos por su sabiduría, liderazgo, tiempo y disposición para participar en este proceso. También queremos reconocer la facilitación de Joseph Santos-Lyons y el apoyo técnico del Instituto de Investigación en Energía y Medio Ambiente (IEER), especialmente del Dr. Arjun Makhijani y del Dr. Thom Hersbach (Universidad Nacional Aceleradora SLAC y Universidad Stanford). Finalmente, queremos agradecer a Breakthrough Energy Foundation por su financiamiento y su interés en la inclusión y perspectiva de las comunidades donde probablemente se ubicará la energía del hidrógeno.