



HIDRÓGENO EN EL HORIZONTE: ¿PREPARADOS, LISTOS, YA?

OPINIONES DE LOS LÍDERES DEL SECTOR SOBRE EL DESARROLLO DEL HIDRÓGENO

ACERCA DEL

CONSEJO MUNDIAL DE LA ENERGÍA

El Consejo Mundial de la Energía ha estado en el centro de los debates energéticos mundiales, regionales y nacionales durante casi un siglo, desarrollando nuevas ideas e impulsando acciones eficaces en todo el mundo para lograr los beneficios de la energía sostenible para todos.

Compuesto por más de 3.000 organizaciones de casi 90 países, procedentes de gobiernos, empresas privadas y estatales, la academia y de los nuevos y más diversos actores del sistema, el Consejo es la primera y única red energética global centrada en los miembros que la componen.

El Consejo trabaja de forma dinámica en todo el sector energético como una plataforma global de transición energética, y asume un liderazgo inteligente para dirigir el diálogo mundial sobre política energética, crear impacto e impulsar acciones prácticas.

El Consejo Mundial de la Energía no defiende a ningún país, empresa, tecnología o fuente de energía, sino que se compromete a ser imparcial y eficaz a la vez.

Para saber más, visite www.worldenergy.org

Publicado por el Consejo Mundial de la Energía en septiembre de 2021

Copyright © 2021 Consejo Mundial de la Energía. Todos los derechos reservados. La reproducción parcial o total de esta publicación debe incluir la siguiente indicación: "Utilizado con la autorización del Consejo Mundial de la Energía".

Consejo Mundial de la Energía
Registrado en Inglaterra y Wales No. 4184478 VAT Reg. No. GB 123 3802 48

Oficina Registrada
62-64 Cornhill
London EC3V 3NH
United Kingdom

DOCUMENTO DE TRABAJO

Este documento de trabajo sobre el hidrógeno forma parte de una serie de publicaciones del Consejo Mundial de la Energía centradas en la innovación. Se ha elaborado en colaboración con el Electric Power Research Institute (EPRI) y PwC.

EPRI y Gas Technology Institute (GTI) han creado [Low-Carbon Resources Initiative \(LCRI\)](#) para abordar los retos asociados con la consecución de las profundas reducciones en emisiones de carbono en toda la economía energética. La LCRI comprende la cadena de valor de los vectores energéticos alternativos y combustibles bajos en carbono -como el hidrógeno, el amoníaco, los biocombustibles (incluido el gas natural renovable) y los combustibles sintéticos-; así como en la investigación, el desarrollo y la demostración para permitir su producción, almacenamiento, suministro y uso en toda la economía energética. Estos vectores energéticos/combustibles son necesarios para facilitar la descarbonización de la economía a mediados de siglo. Esta iniciativa mundial de cinco años de duración identificará y acelerará el desarrollo fundamental de tecnologías prometedoras; demostrará y evaluará el rendimiento de tecnologías y procesos clave, identificando vías para posibles mejoras; e informará a las partes interesadas clave y al público sobre las opciones tecnológicas y las posibles vías hacia un futuro bajo en carbono.

PwC es una red de firmas con presencia en 155 países y más de 284.000 profesionales comprometidos con la prestación de servicios de consultoría, asesoría y servicios legales, incluidos más de 20.000 profesionales dedicados a los sectores de energía, recursos naturales y servicios públicos. Con su estrategia global, The New Equation, PwC responde a los retos que conforman el mundo actual, centrándose en la generación de confianza y la obtención de resultados sostenibles que creen valor para las organizaciones, sus grupos de interés y la sociedad en general. El cambio climático es uno de los problemas más apremiantes del mundo, y PwC se ha comprometido a alcanzar la neutralidad en sus emisiones netas de gases de efecto invernadero para 2030 y está colaborando con las organizaciones mundiales para acelerar su transformación climática. PwC y el Consejo Mundial de la Energía tienen el objetivo común de promover la transición energética y la sostenibilidad mediante el compromiso con los responsables políticos y los principales actores de la industria. Nuestro punto de vista compartido es que la transición energética y la sostenibilidad se logran mediante la interacción de marcos políticos sólidos y una industria energética fuerte y competitiva. [Más información sobre PwC.](#)

En una era de cambios rápidos y disruptivos, este documento de trabajo tiene como objetivo facilitar el intercambio estratégico de conocimientos entre los miembros del Consejo, grupos de interés del sector energético y reguladores para contribuir a un diálogo global sobre el papel del hidrógeno en las transiciones energéticas.

Este documento de trabajo se basa en un trabajo previo del Consejo y ha exigido una amplia investigación sobre los desarrollos de las estrategias nacionales, así como entrevistas con 38 expertos de 23 países, que representan el 61 % de la energía primaria (datos de 2018, OCDE) y el 70 % del PIB mundial (datos de 2019, BM).

INTRODUCCIÓN

El Consejo Mundial de la Energía, en colaboración con EPRI y PwC, tiene como objetivo proporcionar a la comunidad energética de una mejor comprensión del desarrollo del hidrógeno en todo el mundo, aprovechando los conocimientos y la experiencia de su red mundial. En este contexto, en julio de 2021 publicamos un nuevo informe sobre el hidrógeno, con el que pretendíamos iniciar un diálogo comunitario con los múltiples agentes interesados sobre el papel del hidrógeno en la transición energética:

Nuestro trabajo ha identificado los siguientes 4 temas principales en los que profundizar:

- 1 Están surgiendo divergencias significativas entre países y regiones**, ya que las estrategias nacionales sobre el hidrógeno revelan actitudes diferentes en relación con su papel en la transición energética. Esto indica la necesidad de aceptar la diversidad -eliminando la mentalidad de talla única- y de permitir que se exploren diferentes tecnologías y casos de uso.
- 2 La confusión en torno a los “colores” está ahogando la innovación**, ya que la simplificación excesiva y los prejuicios cromáticos provocan el riesgo de excluir prematuramente algunas vías tecnológicas que podrían ser más rentables y eficaces para el abatimiento de emisiones de carbono. Es necesario un mayor diálogo que vaya más allá del color para explorar también el impacto en reducciones de emisiones de carbono.
- 3 Las estrategias del hidrógeno centradas en la demanda son necesarias para avanzar en la agenda de Humanización de la Energía**. El debate actual sobre el hidrógeno se centra en gran medida en la oferta, ignorando el papel de los usuarios y consumidores de hidrógeno. Los debates deben explorar lo que se necesita para desencadenar y fomentar la demanda, con un enfoque específico en el desarrollo de la infraestructura y la cadena de suministro global de hidrógeno.
- 4 La economía del hidrógeno podría estimular la creación de puestos de trabajo y el crecimiento económico**, contribuyendo potencialmente a cumplir los objetivos de recuperación económica después del COVID-19. Varias estrategias nacionales sobre el hidrógeno destacan que el empleo es un motor importante del desarrollo del hidrógeno, con oportunidades para volver a capacitar tanto a la mano de obra existente como a la nueva.

Para contribuir al diálogo sobre estos cuatro temas, estamos publicando una serie de documentos de trabajo en tres partes para los elaboran las hojas de ruta del hidrógeno, que proporcionan información adicional sobre:

- Estrategias nacionales de hidrógeno;
- Reflexiones de líderes en el sector;
- Dinámicas de demanda y costes del hidrógeno.

Este segundo documento presenta las reflexiones de alto nivel de los líderes energéticos sobre las cuestiones críticas que están surgiendo en relación con el desarrollo del hidrógeno. Se basa en entrevistas realizadas a 38 expertos de 23 países, que representan el 61 % del suministro mundial de energía primaria (datos de 2018, OCDE) y el 70 % del PIB mundial (datos de 2019, BM).

Para recopilar nuevas perspectivas críticas sobre la situación, las oportunidades y los retos del hidrógeno en todo el mundo, el Consejo Mundial de la Energía realizó 25 entrevistas a 28 líderes de opinión en materia de energía en 22 países entre febrero y abril de 2021. También se obtuvieron conocimientos adicionales muy útiles de 10 entrevistas centradas en las estrategias del hidrógeno en la región de Asia y el Pacífico realizadas a finales de 2020, así como de 10 entrevistas realizadas por el Consejo previamente en 11 países a lo largo de 2020 como parte del estudio sobre el hidrógeno del Comité miembro Alemán¹. En conjunto, estas entrevistas pusieron de manifiesto nuevos aspectos de interés, al tiempo que reflejaron cuestiones existentes especialmente críticas para el desarrollo del hidrógeno dentro del sistema energético.

EMPLEOS

OPORTUNIDADES PARA MANTENER Y CREAR EMPLEOS

Aunque el hidrógeno puede parecer impulsado por una ambición de descarbonización, también existe una oportunidad socioeconómica. Muchos entrevistados destacaron el papel del hidrógeno para mantener o crear nuevos puestos de trabajo. El hidrógeno podría reutilizar o reconvertir las infraestructuras y operaciones existentes para ayudar a mantener la mano de obra en países con recursos de combustibles fósiles e industrias relacionadas. Por otra parte, podría ayudar a crear nuevos puestos de trabajo en los países que exploran las oportunidades de exportación tanto del hidrógeno como de las tecnologías relacionadas con él, con líderes energéticos de alto nivel subrayando la necesidad de construir una economía local del hidrógeno para abordar adecuadamente los impactos sociales y económicos.

“Los países exportadores de hidrógeno también tienen que averiguar cómo crear valor local para el hidrógeno, para desarrollar oportunidades laborales.” MAX CORREA ACHURRA, MINISTRO DE ENERGÍA, CHILE

“En los países en desarrollo, los gobiernos tendrán que apoyar la producción local en lugar de depender de las importaciones para tener más autoabastecimiento y oportunidades (puestos de trabajo, desarrollo del mercado), para que la adopción se desarrolle más rápidamente.” DAVID MUTHIKE, KENGEN LTD, KENYA

“España está creando zonas de “transición justa” en las que la producción de hidrógeno puede ayudar a evitar la despoblación rural y alcanzar los objetivos del reto demográfico beneficiando a las comunidades que sufrieron el cierre de las centrales de carbón. España tiene la responsabilidad de ocuparse de ellas”

JOSÉ LUIS CABO SÁNCHEZ, MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO, ESPAÑA

Tanto para la transición como para las nuevas oportunidades de trabajo, se ha destacado la necesidad de formación como una cuestión crítica a corto plazo, con los altos dirigentes del sector energético haciendo hincapié en la necesidad más general de mejorar los conocimientos de la población sobre el hidrógeno, así como de formar mano de obra cualificada. La identificación de competencias y habilidades a lo largo de la cadena de valor del hidrógeno es un área crítica para la cooperación entre Gobierno, industria y mundo académico, para desarrollar la reserva de talento necesaria para las nuevas oportunidades. Algunas empresas ya ven el hidrógeno como una oportunidad para atraer nuevos talentos.

“Existe la expectativa de que la industria del hidrógeno se convierta en una de las industrias energéticas más limpias y apoye el desarrollo de fuentes de electricidad bajas en carbono. Se basa en tecnologías de alto nivel y puede atraer a las nuevas generaciones para trabajar en empresas energéticas.”

EVGENY PAKERMANOV, RUSATOM OVERSEAS, RUSIA

“Actualmente, uno de los mayores retos está relacionado con la falta de educación, concienciación y conocimiento sobre el hidrógeno verde por parte de las autoridades, los potenciales consumidores y los futuros proveedores.”

DANIEL CÁMAC, ASOCIACIÓN PERUANA DE HIDRÓGENO, PERÚ

¹ (World Energy Council - Germany/ Weltenergieerat - Deutschland, 2020).

En el actual contexto de desarrollo del hidrógeno, el diálogo en torno a las posibles oportunidades de empleo apenas ha comenzado y necesita un mayor análisis para comprender todas las implicancias de su desarrollo. Sin embargo, muchos ven los planes de recuperación tras la pandemia como una oportunidad para aumentar la infraestructura y las capacidades del hidrógeno y para crear nuevas oportunidades de crecimiento, al tiempo que reconocen que los retos sociales probablemente tendrán prioridad, sobre todo a corto plazo.

“Al considerar el desarrollo del hidrógeno en la actualidad, debemos tener en cuenta el factor social post-COVID con un aumento de la pobreza y un mayor nivel de desempleo.” MASSIMILIANO CERVO, H2 HELIUM, BRASIL

ENTORNO-MACRO

UNA POSIBLE ALTERACIÓN DEL PANORAMA DEL SUMINISTRO ENERGÉTICO

El hidrógeno tiene el potencial de producir un impacto significativo en el mercado energético y con ello, alterar la posición de muchos países en esta materia. Muchos líderes del sector energético han destacado el papel del hidrógeno para ayudar a diversificar el suministro de energía y ser más autosuficientes tanto en el suministro de energía como en el de productos (por ejemplo, fertilizantes). Los países en desarrollo con una gran capacidad de energía renovable podrían producir y luego exportar su propio combustible, y así tener un potencial de desarrollo económico, social y medioambiental. La aparición de nuevos actores en la producción de energía renovable está impulsando un movimiento hacia un suministro más distribuido. Al mismo tiempo, los actuales productores de combustibles fósiles también tienen un papel que desempeñar en la economía del hidrógeno, donde pueden utilizar sus actuales recursos con captura de carbono, ya que el hidrógeno azul puede desempeñar un papel importante para ampliar el mercado. Los líderes del sector energético difieren sobre el papel futuro del hidrógeno derivado de los combustibles fósiles, que va desde su uso sólo en la fase de crecimiento del mercado hasta su carácter indispensable a largo plazo para satisfacer la creciente demanda.

“La diversificación es la clave de la seguridad del suministro. Con el hidrógeno, se pueden repartir los huevos en diferentes cestas. La producción de hidrógeno reducirá nuestra dependencia de otros países en cuanto a recursos energéticos y creará empleo local.” DIDIER HOLLEAUX, ENGIE, FRANCIA

El hidrógeno podría contribuir a la economía circular mediante el uso de los excedentes de energías renovables, el procesamiento de los recursos residuales o mediante tecnologías de captura, uso y almacenamiento de carbono en el caso del hidrógeno azul. Las estrategias nacionales han hecho mucho hincapié en el desarrollo del hidrógeno para alcanzar los objetivos de descarbonización, pero los expertos afirman que hasta ahora se ha prestado poca atención al papel del hidrógeno en una economía circular que podría aportar soluciones innovadoras, así como oportunidades laborales y económicas.

Además, la característica de baja eficiencia de la producción de hidrógeno mediante electrólisis, unida a la alta intensidad de materiales de las fuentes de energía renovables, aumenta el interés por utilizar vías de reciclaje para la generación de hidrógeno con el fin de aumentar su sostenibilidad y reducir su huella de carbono.

“El hidrógeno tiene un enorme potencial en la economía circular para ayudar a reducir los residuos: biomasa, plástico, residuos sólidos, residuos orgánicos, aguas residuales, biogás, bioetanol y excedentes de energía.” MONICA SARAIVA PANIK, BRAZILIAN H2 ASSOCIATION, BRASIL

“Uno de los mayores retos del hidrógeno es lograr su uso en forma más masiva, a mayor escala y en diferentes áreas, para el público en general.” MÓNICA GASCA ROJAS, MINISTERIO DE ENERGÍA, COLOMBIA

Aunque se encuentra en una fase temprana de desarrollo, el hidrógeno es un tema muy político, con una demanda impulsada por varios gobiernos desde una perspectiva de arriba a abajo. El debate en torno a las fuentes y los colores del hidrógeno (véase el documento de trabajo Parte 1 Estrategias Nacionales del Hidrógeno) ilustra las visiones e intereses divergentes entre los países que invierten en su desarrollo.

“El debate sobre el color se resolverá por el precio. En el momento en que el coste del hidrógeno verde sea igual al del azul, el hidrógeno azul dejará de tener sentido”
PADDY PADMANATHAN, ACWA POWER, ARABIA SAUDITA

Además, pueden ser útiles las lecciones aprendidas sobre desarrollos anteriores del mercado energético aplicables al hidrógeno. Muchos entrevistados se refirieron a la experiencia sobre el mercado de los paneles solares, insistiendo en que el desarrollo tecnológico y la fabricación deben ir juntos (véase el documento de trabajo Parte 1 Estrategias Nacionales sobre el Hidrógeno). En este contexto, el papel de China con el hidrógeno es actualmente una incógnita clave. Otros países, como India, Rusia, Estados Unidos y los Estados del Golfo, aún no han publicado estrategias oficiales, pero muestran interés o actividad en el ámbito del hidrógeno. Rusia ya ha publicado oficialmente la hoja de ruta para el desarrollo de la energía del hidrógeno hasta 2024, que muestra sus grandes ambiciones en el sector. El desarrollo posterior de sus planes afectará a la posible aceptación del hidrógeno y al desarrollo de un mercado internacional.

Hay un enfoque particular en la COP26, donde el hidrógeno podría desempeñar un papel importante para cumplir los objetivos establecidos por el Acuerdo de París durante la COP21. La actualización de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés -Nationally Determined Contributions-) de los países podría cambiar las reglas del juego para la adopción del hidrógeno.

LICENCIA SOCIAL

EDUCAR {h .w9 9[IL5w j D9bh t !w! [hDw!w { ; ! /9t¢! /L j b

La conformidad social para la producción del hidrógeno está relacionada con su aceptación por parte del público y la comprensión de sus tecnologías y usos. El escaso conocimiento actual crea tanto riesgos como oportunidades. Estudios existentes sugieren que los factores clave que influyen en la aceptación y adopción del hidrógeno son la percepción y la comprensión por parte del público de su seguridad, coste y beneficio medioambiental, sobre todo en comparación con las fuentes de producción renovables y no renovables². Para aumentar su difusión y aceptación es imprescindible realizar campañas de comunicación y divulgación eficaces.

Comprender la percepción del público es crucial para elaborar políticas nacionales y gestionar la transición a una economía del hidrógeno. Algunos estudios revelan que la mejora de la difusión pública, en particular sobre los beneficios medioambientales y las normas de seguridad, reduce la preocupación³, mientras que otros descubrieron que los que conocen mejor la tecnología tienen un mayor escepticismo al ser conscientes de sus retos⁴. Por lo tanto, es esencial una clara aceptación social y una legitimidad para los usuarios, sobre todo a medida que se pasa de las aplicaciones en la industria y en los sectores "Business-to-Business" (B2B, en los que no participa el público en general) a las aplicaciones más cercanas.

"Si haces que el hidrógeno suene demasiado especial, empiezas a asustar a la gente."

JIM SKEA, IMPERIAL COLLEGE LONDON, REINO UNIDO

El desarrollo de normas de seguridad y la formación son cruciales para tranquilizar al público, y los expertos destacan el manejo de emergencias como un tema prioritario. Además, para la percepción del público, la ubicación de las instalaciones de almacenamiento de hidrógeno puede ser un problema si los puertos existentes y las nuevas infraestructuras están situados en zonas densamente pobladas y pueden afectar negativamente a la percepción debido a la falta de conocimiento y comprensión del hidrógeno.

Los expertos sugieren que los gobiernos y las industrias deben anticiparse a los problemas de conformidad social como parte de sus programas. Las especulaciones mal informadas en torno al hidrógeno deben abordarse a través de campañas de comunicación específicas, programas educativos y centros de implementación.

Están surgiendo iniciativas para desarrollar la conformidad social del hidrógeno en forma de cooperación con los gobiernos y las empresas locales, y a través de la comunicación y la divulgación comunitaria para explicar los beneficios y los riesgos de esta energía. Algunos países están creando "centros de hidrógeno" para que actúen como puntos de información accesibles para el conocimiento por parte de la comunidad y, sobre todo, para presentar sus beneficios en términos de empleo y crecimiento económico. Los países están utilizando eventos públicos para aumentar el conocimiento general, como es el caso de Corea del Sur, que introdujo el "Día del Hidrógeno" para centrarse en la seguridad del hidrógeno en las principales ciudades, cooperando con la industria y los gobiernos locales, y como ocurrió también en Japón, que utilizó los Juegos Olímpicos y Paralímpicos 2020/21 como plataforma de promoción, mediante el uso de vehículos y autobuses de pila de combustible y la alimentación de la villa de los atletas con hidrógeno.

² (Carr-Cornish, 2019).

³ (Mourato et al., 2004).

⁴ (Kontogianni et al., 2013).

“Necesitamos un gran esfuerzo para promover la comprensión de la complejidad, y eso nos falta en nuestra sociedad. Hemos educado a las generaciones en opciones simples (buenas o malas). Estamos entrando en la era de la complejidad; nuestra transición energética es hacia la complejidad. Tenemos que alejarnos de un enfoque monolítico (por ejemplo: “los combustibles fósiles son malos, por lo tanto hay que eliminar los combustibles fósiles”).” STEFANO BESSEGHINI, ARERA, ITALIA

A nivel local, y para facilitar el debate de abajo hacia arriba, las asambleas de hidrógeno pueden crear familiaridad con la comunidad a través de una participación temprana y transparente entre las comunidades y los proyectos; por ejemplo, a través del diálogo entre los promotores del proyecto y las comunidades vecinas.

“Involucrar al público lo antes posible es una parte importante de la hoja de ruta.”
WILSON SIERRA, MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA, URUGUAY

DIÁLOGO

LA NECESIDAD DE UN MAYOR DIÁLOGO E INTERCAMBIO ENTRE LA COMUNIDAD ENERGÉTICA

Un tema clave que se desprende de las entrevistas con altos dirigentes del sector energético es el deseo de que se produzca un mayor diálogo para facilitar, acompañar o acelerar el desarrollo del hidrógeno. Ese diálogo ya se da entre países (por ejemplo, mediante la firma de memorandos de entendimiento) y entre las partes interesadas (por ejemplo, las asociaciones público-privadas). Sin embargo, también se desea un mayor debate a nivel regional con más de dos países, entre regiones, así como a nivel internacional.

La dinámica entre cooperación y competencia está evolucionando. La cooperación se considera especialmente crucial a nivel regional para permitir proyectos integrados que puedan reforzar el posicionamiento en el mercado mundial; por ejemplo, para definir las Garantías de Origen para el hidrógeno y un mecanismo de certificación relacionado (véase el documento de trabajo Estrategias Nacionales del Hidrógeno). Esto también se observa en el ámbito de la investigación y el desarrollo (I+D), donde la cooperación entre países, empresas y ámbitos académicos está impulsada por el interés común de lanzar productos competitivos y proyectos piloto, en particular durante la fase de escalado, generadora de la masa crítica necesaria, antes de que pueda producirse la competencia.

“La cooperación internacional es necesaria para afrontar los retos internacionales del hidrógeno: seguridad, aceptación social, coste.” MARTIN SCARONE, MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA, URUGUAY

Sin embargo, muchos líderes del sector energético reflejaron que la competencia está empezando a tomar forma en el lado de la oferta, con países que luchan por los mercados de exportación (por ejemplo, para los fertilizantes verdes). También está creciendo la competencia dentro de los países entre las diferentes fuentes de hidrógeno (por ejemplo, el hidrógeno azul frente al verde). La cooperación se da en Europa, pero los entrevistados destacaron la competencia que surge cuando entran en juego las subvenciones a las empresas, sobre todo en el contexto de la recepción de fondos de la UE del paquete de recuperación COVID-19.

“La competencia es saludable: creará velocidad y empuje. Necesitamos más agilidad a la hora de responder al mercado.” PIERRE HERBEN, ANGLOAMERICAN, SUDÁFRICA

Un mayor diálogo podría ayudar a aumentar la demanda y hay espacio para mejorar el diálogo entre las partes interesadas en torno al desarrollo del hidrógeno a nivel regional e internacional.

Facilitar la asimilación del hidrógeno: aumentar el interés del sector privado por el desarrollo del hidrógeno

El interés del sector privado por el hidrógeno es cada vez mayor. El Consejo del Hidrógeno (Hydrogen Council) señala que, de los 228 proyectos anunciados, valorados en 345.000 millones de dólares, sólo el 20%, es decir, 70.000 millones de dólares, fueron financiados con fondos públicos. Uno de los motores del interés del sector privado por el hidrógeno con bajas emisiones de carbono proviene de sus ambiciones medioambientales, sociales y de gobernanza (ESG-Environmental, Social and Governance). Las empresas están cambiando hacia procesos y productos de uso final más sostenibles desde el punto de vista medioambiental, impulsadas por el interés de sus inversores y consumidores en un mayor cumplimiento de los ESG.

Algunas empresas sugieren que el etiquetado sobre el contenido del carbono puede orientar a los consumidores hacia productos "verdes" para ayudar a aumentar la demanda de productos finales de hidrógeno bajos en carbono. Uno de los entrevistados sugirió que "puede tener tanto impacto como la fijación de precios del carbono en la demanda de hidrógeno". El etiquetado podría animar a los consumidores a pagar más para cubrir el sobre coste de los alimentos producidos con amoníaco verde o de los coches fabricados con acero de bajas emisiones de carbono, lo que provocaría un cambio en las preferencias de los consumidores hacia el apoyo a estos productos.

ENTORNO PROPICIO

LA NECESIDAD DE MARCOS PARA REDUCIR LOS COSTES Y DISMINUIR EL RIESGO DE LAS INVERSIONES

El coste del hidrógeno bajo en carbono, incluido su almacenamiento y transporte hasta los usuarios finales, es la principal barrera que impide el despegue del hidrógeno en la actualidad (véase el documento de trabajo Parte 3 Dinámica de la Demanda y los Costes). La mayoría coincide en que la bajada de precios en los próximos años será un hecho, siguiendo curvas de costes similares a las que experimentaron las tecnologías solar y eólica durante la última década⁵. Muchos de los entrevistados consideran que la producción en masa que permiten las economías de escala, el aumento global de la demanda y un importante descenso del coste de las propias energías renovables disminuirán el coste del hidrógeno.

"La experiencia sobre la energía solar y la rápida bajada de precios apoyan el desarrollo del hidrógeno."

MARÍA JOSÉ GONZALEZ, MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA, URUGUAY

"Es posible realizar importantes economías de escala. En el caso de las pilas de combustible, cuanto más se fabrica, más se abarata, porque se empieza a industrializar la producción."

NICOLAS POCARD, BALLARD POWER SYSTEMS, CANADÁ

Para lograr la reducción de costes, se ha hecho hincapié en la reducción de precios de las tecnologías de producción y transporte de hidrógeno. Los líderes del sector energético están divididos en cuanto al papel que podrían desempeñar la innovación y las nuevas tecnologías en esa reducción de costes, y en cuanto a si las nuevas tecnologías del hidrógeno serán el principal factor de reducción de precios. Las estrategias nacionales actuales se centran en gran medida en la I+D de la tecnología del hidrógeno. Sin embargo, la mayoría de los países parecen estar esperando: antes de comprometerse a apoyar a largo plazo la I+D y la adopción comercial de las tecnologías del hidrógeno, quieren constatar el éxito de esta I+D inicial y de los primeros resultados en la reducción del coste del hidrógeno bajo en carbono.

"Al final, tendremos mucho más hidrógeno en el sistema de lo que se piensa hoy, ya que podrá competir con la electricidad barata producida localmente."

A.J.M VAN WIJK, TU DELFT, HOLANDA

La innovación para reducir el coste del hidrógeno y disminuir el riesgo de la inversión también puede producirse a través de marcos e instrumentos políticos, especialmente la regulación.

⁵ (IRENA, 2020).



En general, la mayoría de los instrumentos políticos presentados en las estrategias nacionales tienen como objetivo la reducción de costes y la disminución del riesgo de las inversiones. Entre las muchas herramientas consideradas, varios entrevistados han señalado la aplicación de un precio del carbono para reducir la diferencia entre el hidrógeno y las alternativas competidoras.

Otros factores que facilitan la aceptación de la demanda de hidrógeno son el apoyo a la puesta en marcha de proyectos de hidrógeno, la celebración de contratos y el hecho de que las organizaciones asuman y compartan los riesgos. Muchos de los entrevistados, en particular entre la comunidad del sector privado, han destacado la necesidad de un marco político que les ayude a asumir los riesgos y a asegurar las inversiones a largo plazo. Esto podría lograrse, en primer lugar, si los gobiernos proporcionaran una dirección o visión clara para el hidrógeno y, en segundo lugar, si garantizaran la visibilidad y una cierta estabilidad de las políticas a lo largo del tiempo.

Muchas partes interesadas también han señalado en las entrevistas que existe el problema del "huevo y la gallina" entre la oferta y la demanda de hidrógeno y la necesidad de contar con marcos y medidas innovadoras, a nivel nacional, regional e internacional, para salir de este ciclo. Como la mayoría de los responsables de energía consideran que todavía se encuentran en una "curva de aprendizaje del hidrógeno", muchas de estas herramientas están aún sin desarrollarse.

BIBLIOGRAFÍA

World Energy Council - Germany/ Weltenergierat - Deutschland, 2020. International Hydrogen Strategies: A study commissioned by and in cooperation with the World Energy Council Germany, Berlin: World Energy Council - Germany.

Carr-Cornish, S., Lamb, K., Rodriguez, M. & Gardner, J., 2019. Social science for a hydrogen energy future, s.l.: s.n.

Mourato S, S. B. H. D., 2004. Greening London's black cabs: a study of driver's preferences for fuel cell taxis, s.l.: Energy Policy.

Kontogianni A, T. C. P. E., 2013. Revealing market adaptation to a low carbon transport economy: tales of hydrogen futures as perceived by fuzzy cognitive mapping, s.l.: International Journal of Hydrogen Energy.

IRENA, 2020. Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal, Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency.

CRÉDITOS DE LOS ENTREVISTADOS

El Consejo Mundial de la Energía, el EPRI y PwC desean agradecer a los 28 entrevistados que han contribuido a este documento de trabajo.

(Por orden alfabético)

Stefano	Bessegini	President, Italian Regulatory Authority for Energy, Networks and Environment (ARERA), Italy
Jose Luis	Cabo Sánchez	Subdirector General for Hydrocarbons and New Fuels, Ministry of Ecological Transition and Demographic Challenge, España
Daniel	Cámac	President, H2 Perú (Hydrogen Peruvian Association), Perú
Michelle	Carvalho Hallack	Inter-American Development Bank, USA
Massimiliano	Cervo	Director of Business Development, H2 Helium, Brazil
Max	Correa Achurra	Head of Fuels and New Energy Division, Ministry of Energy, Chile
Isabel	Francois	Project Manager, WatersofNet, Bélgica
Mónica	Gasca Rojas	Energy Economist, Advisor, Ministry of Energy, Colombia
María José	Gonzalez	Project Coordinator, Ministry of Industry, Energy and Mining, Uruguay
Jeff	Grant	Principal, Zen Clean Energy Solutions, Canadá
Philipp	Hasler	Investment Director, Energy and Advanced Materials, Emerald Ventures, Suiza
Pierre	Herben	Group Head of Carbon Neutrality, Anglo American, Sudáfrica
Didier	Holleaux	Executive VP, ENGIE, Francia
Cristina	Martin	Head of Business Development in Latin America, HDF Energy
Eric	Miller	Hydrogen and Fuel Cells Technologies Office, US Department of Energy, USA
Robin	Mills	CEO, Qamar Energy, Emiratos Árabes Unidos
Evgeny	Pakermanov	President, Rusatom Overseas, Russia
David	Muthike	Strategy & Innovation Director, Kenya Electricity Generating Company PLC (KenGen), Kenya
Paddy	Padmanathan	President and CEO, ACWA Power, Saudi Arabia
Nicolas	Pocard	Vice President for Marketing & Strategic Partnerships, Ballard Power Systems, Canada Principal, Zen
Sabina	Russell	Clean Energy Solutions, Canada
Monica	Saraiva Panik	Director of Institutional Relations, Brazilian H2 Association, Brazil
Martín	Scarone	Renewable Energy & Hydrogen Advisor, Ministry of Industry, Energy and Mining, Uruguay Coordinator
Wilson	Sierra	of Renewable Energy, Ministry of Industry, Energy and Mining, Uruguay
Jim	Skea	Professor of Sustainable Energy, Imperial College London and Chair, Just Transition Commission, Scotland, UK
A.J.M.	van Wijk	Professor, TU Delft, The Netherlands
Daryl	Wilson	Executive Director, Hydrogen Council, Canada
Frank	Wouters	Director, EU-GCC Clean Energy Network, United Arab Emirates

El Consejo Mundial de la Energía, el EPRI y PwC desean también dar las gracias a 10 altos dirigentes del sector energético, entrevistados para centrarse específicamente en las estrategias nacionales asiáticas, dirigidos por Sam Muraki y Takahiro Nagata, que han aportado útiles conocimientos adicionales para la elaboración de este documento de trabajo:

Keigo Akimoto (Research Institute of Innovative Technology for the Earth, Japón), Tim Buckley (Institute for Energy Economics and Financial Analysis, Australia), Andrew Clennett (Hiringa Energy, Nueva Zelanda), Ben Gerritsen (Firstgas Group, Nueva Zelanda), Jian Liu (Energy Research Institute, China), Susumu Miyazaki (Clean Fuel Ammonia Association, Japón), Ken Okazaki (Tokyo Institute of Technology, Japón), Fiona Simon (Australian Hydrogen Council, Australia), Linda Wright (Hydrogen Association, Nueva Zelanda), Caifu Zhong (Energy Research Institute, China).

Por último, el Consejo Mundial de la Energía, el EPRI y PwC desean dar las gracias a 10 altos dirigentes del sector energético entrevistados por el Consejo en el marco de los estudios del Comité de Miembros de Alemania sobre el hidrógeno, cuyas ideas han sido útiles para la elaboración de este documento de trabajo:

Laurent Antoni (CEA - LITEN, Francia), Alan Finkel (Chief Scientist, Australia), Brian Goldstein (Energy Independence Now, Estados Unidos), Noe van Huslt (Ministerio de Energía, Holanda), Badr Ikken (IRESEN, Marruecos), Cosma Panzacchi (Snam, Italia), Carsten Rolle (Asociación Federal de Industrias Alemanas, Alemania), Yoshiaki Shibata (Instituto de Economía Energética, Japón), Walter Steinmann (Oficina Federal de Energía, Suiza), Wei Wei (Instituto de Economía y Política Mundial, China).

RECONOCIMIENTOS

GESTIÓN DE PROYECTO

Dra. Angela Wilkinson (Secretary General & CEO), Neil Hughes (International Executive Director, EPRI), Jeroen van Hoof (Global Power & Utilities Leader, Partner, PwC Netherlands), Martin Young (Senior Director, Insights), Clíodhna O'Flaherty-Mouscadet (Senior Manager, Partners), Gina Domanig (Innovation Executive Co-chair), Richard Lancaster (Innovation Executive Co-chair), Sam Muraki (Vice Chair of Asia Pacific and South Asia), Jeffery Preece (Senior Program Manager, EPRI), Adj. Prof. Dr. Juergen Peterseim (Global H2 industry lead, PwC), Dra. Olesya Hatop (Global Clients & Markets Industry Executive, PwC), Anil Khurana (Global Industrial Manufacturing and Automobile Leader, PwC), Richard Abadie (Global Capital Projects & Infrastructure Leader, PwC), Yvonne Welsh (Senior Manager, PwC)

EQUIPO DE PROYECTO

Lucie Togni, Rami Fakhoury, Aaliya Deen, Joseph Stekli, Florian Schäfer, Nils Babenhauserheide, Moritz Zahn, Carlo Steinbach.

COMITÉ DE ESTUDIOS DEL CONSEJO MUNDIAL DE LA ENERGÍA

Leonhard Birnbaum (Chair, Alemania), Martin Young (Secretary, Consejo Mundial de la Energía), Alejandro Perroni (Uruguay), Andrea Heins (Argentina), Andrea Maria Quaggia (Italia), Andrey Logatkin (Federación Rusa), Atul Sobti (India), Barış Sanlı (Turquía), Berardo Guzzi (Italia), Burkhard Von Kienitz (Alemania), Claudio Huepe Minoletti (Chile), Edouard Sauvage (Francia), François Dassa (Francia), Hans-Wilhelm Schiffer (Alemania), Herwig Klima (Austria), Jean-Baptiste Galland (Francia), Jeanne Chi Yun Ng (Hong Kong), Joseph Al Assad (Líbano), Juan Benavides (Colombia), Kambiz Rezapour (República Islámica de Irán), Katerin Osorio Vera (Colombia), Klaus Hammes (Suecia), Lawrence Ezemonye (Nigeria), Mamadou Diarra (Niger), Mehdi Sadeghi (República Islámica de Irán), Miguel Pérez de Arce (Chile), Muna Ahmad Almoodi (Emiratos Árabes Unidos), Nalin Shinghal (India), Rebecca Yuen (Hong Kong), Stefan Gheorghe (Rumanía), Tina Schirr (Nueva Zelanda), Tom Kober (Suiza), William D'haeseleer (Bélgica), Yanbing Kang (China), Yongping Zhai (China), Yuji Matsuo (Japón).

MIEMBROS DEL GRUPO DE TRABAJO DEL CONSEJO MUNDIAL DE LA ENERGÍA

Abdulkareem Almutairi (Arabia Saudí), Alan Sakar (México), Aman Verma (Canadá), Ana Ángel (Colombia), Ana Sousa (Portugal), Andrew Clennett (Nueva Zelanda), Andrey Logatkin (Federación Rusa), Ángel Landa Ugarte (España), Angela Ogier (Nueva Zelanda), Ardit Cami (Bélgica), Ashutosh Shastri (Reino Unido), Baldur Pétursson (Islandia), Bartłomiej Kolodziejczyk (Australia), Bassem Mneymne (Qatar), Brock King (Canadá), Burkhard Von Kienitz (Alemania), Carlos Navas Pérez (España), Charles Chibambo (Malawi), Christian Diendorfer (Austria), Christoph Schäfers (Alemania), Daðar Þorstein Sveinbjörnsson (Islandia), Daniel Gnoth (Nueva Zelanda), Daniel Kroos (Austria), David Eduardo Peña (Colombia), Diego Oroño (Uruguay), DMR Panda (India), Egor Kvyatkovsky (Federación Rusa), Elena Pashina (Federación Rusa), Esam Al Murawwi (Emiratos Árabes Unidos), Francisco Imperatore (Argentina), Gabriel Guggisberg (Chile), Gasseem Fallatah (Arabia Saudí), Gintaras Adzgauskas (Lituania), Hans-Wilhelm Schiffer (Alemania), Hiroyuki Takeuchi (Japón), James Tyrrell (Australia), Jean-Eudes Moncomble (Francia), Jón B. Skúlason (Islandia), Jose Caceres Blundi (Suiza), Juan Celis (Colombia), Ken Gafner (Sudáfrica), Leo Jansons (Letonia), Lucia Fuselli (Luxemburgo), Luis-Martín Krämer (Alemania), María José González (Uruguay), Mariya Trifonova (Bulgaria), Martín Scarone (Uruguay), Massimiliano Cervo (Argentina), Mohamed El Gohary (Egipto), Nabil Bouraoui (Túnez), Nabil Jedaira (Marruecos), Nii Ahele Nunoo (Estados Unidos), Nikola Tomasovic (Serbia), Nishant Kumar Sharma (India), Nujoood Almulla (Arabia Saudí), Ola Abdelmotaleb (Egipto), Olawale Adenuga (Nigeria), Olga Frolova (Federación Rusa), Oskar Sigvaldason (Canadá), Pedro Ernesto Ferreira (Portugal), Rainer Block (Alemania), Rajneesh Agarwal (India), Renata Viggiano (Italia), Roberto Bencini (Italia), Russell Pendlebury (Australia), Sebastian Veit (Alemania), Shane Gowan (Nueva Zelanda), Takahiro Nagata (Japón), Theodor Zillner (Austria), Tina Schirr (Nueva Zelanda), Tom Meares (Australia), Víctor Andrés Martínez (Panamá), Victorio Oxilia (Paraguay), Vikas Meena (India), Vytautas Keršius (Lituania), William D'haeseleer (Bélgica), Wilson Sierra (Uruguay), Yena Chae (República de Corea), Zlata Sergeeva (Federación Rusa).

También queremos agradecer a Pam Hurley, Ana Angel, Takahiro Nagata, Maira Kusch y Nicole Kaim su valiosa ayuda.

TRUSTEES

JEAN-MARIE DAUGER
Chair

KLAUS-DIETER BARBKNECHT
Vice-Chair – Finance

MIKE HOWARD
Vice Chair – Innovation

LEONHARD BIRNBAUM
Chair – Studies Committee

ELHAM MAHMOUD IBRAHIM
Vice Chair – Africa

OLEG BUDARGIN
Vice Chair – Congress, 2022

SHIGERU MURAKI
Vice Chair – Asia Pacific/South Asia

CLAUDIA CRONENBOLD
Vice Chair – Latin America/Caribbean

IBRAHIM AL-MUHANNA
Vice Chair – Gulf States/Middle East

ALEXANDRE PERRA
Vice Chair – Europe

JOSÉ ANTONIO VARGAS LLERAS
Chair – Programme Committee

OMAR ZAAFRANI
Chair – Communications & Strategy Committee

ANGELA WILKINSON
Secretary General & CEO

PATROCINADORES DEL CONSEJO MUNDIAL DE LA ENERGÍA

California ISO

EDF

ENGIE

Gazprom

Oliver Wyman

PwC

Rosseti

Rosatom

Tokyo Electric Power Co

COMITÉS MIEMBROS DEL CONSEJO MUNDIAL DE LA ENERGÍA

<u>Argelia</u>	<u>Hungría</u>	<u>Panamá</u>
<u>Argentina</u>	<u>Islandia</u>	<u>Paraguay</u>
<u>Armenia</u>	<u>India</u>	<u>Polonia</u>
<u>Austria</u>	<u>Indonesia</u>	<u>Portugal</u>
<u>Bahrain</u>	<u>Irán (Rep. Islámica)</u>	<u>Rumanía</u>
<u>Bélgica</u>	<u>Irlanda</u>	<u>Federación Rusa</u>
<u>Bolivia</u>	<u>Italia</u>	<u>Arabia Saudí</u>
<u>Bosnia & Herzegovina</u>	<u>Japón</u>	<u>Senegal</u>
<u>Botswana</u>	<u>Jordania</u>	<u>Serbia</u>
<u>Bulgaria</u>	<u>Kazakistán</u>	<u>Singapur</u>
<u>Camerún</u>	<u>Kenia</u>	<u>Eslovenia</u>
<u>Chile</u>	<u>Corea (Rep.)</u>	<u>España</u>
<u>China</u>	<u>Kuwait*</u>	<u>Sri Lanka</u>
<u>Colombia</u>	<u>Letonia</u>	<u>Suecia</u>
<u>Congo (Dem. Rep.)</u>	<u>Líbano</u>	<u>Suiza</u>
<u>Costa de Marfil</u>	<u>Lituania</u>	<u>Siria (Rep. Arab.)</u>
<u>Croacia</u>	<u>Malta</u>	<u>Tailandia</u>
<u>Egipto</u>	<u>México</u>	<u>Trinidad & Tobago</u>
<u>República Dominicana</u>	<u>Mónaco</u>	<u>Túnez</u>
<u>Ecuador</u>	<u>Mongolia</u>	<u>Turquía</u>
<u>Egipto</u>	<u>Marruecos</u>	<u>Emiratos Árabes Unidos</u>
<u>Estonia</u>	<u>Namibia</u>	<u>Estados Unidos</u>
<u>eSwatini (Swazilandia)</u>	<u>Nepal</u>	<u>Uruguay</u>
<u>Etiopía</u>	<u>Holanda</u>	<u>Vietnam*</u>
<u>Finlandia</u>	<u>Nueva Zelanda</u>	
<u>Francia</u>	<u>Níger</u>	
<u>Alemania</u>	<u>Nigeria</u>	
<u>Grecia</u>	<u>Noruega</u>	
<u>Hong Kong, China SAR</u>	<u>Pakistán</u>	

* A la espera de la aprobación de los miembros

62-64 Cornhill
London EC3V 3NH
United Kingdom
T (+44) 20 7734 5996
F (+44) 20 7734 5926
E info@worldenergy.org

www.worldenergy.org | @WECouncil