



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI ICADE CIHS

FACULTAD DE DERECHO

**LA APUESTA EUROPEA POR EL HIDRÓGENO VERDE:
PROBLEMÁTICAS JURÍDICAS ASOCIADAS**

Aproximación a los retos ambientales del binomio agua-energía

Autor: Álvaro Vallejo Calvo

4º (E-1)

Área de Derecho Administrativo

Tutora: Pilar López de la Osa Escrivano

Madrid

Abril de 2025

RESUMEN:

El hidrógeno verde es un vector energético que, en los últimos años, se ha posicionado con el elemento clave para la descarbonización de las economías a escala mundial dado que no emite gases de efecto invernadero. Ello ha dado lugar a una carrera por el desarrollo de un mercado del hidrógeno que la Unión Europea busca liderar. El objetivo de este trabajo es analizar la regulación europea, así como su potencial desarrollo a nivel nacional desde la perspectiva del Derecho Ambiental, en un contexto de marcada relajación de principios esenciales como los de prevención y precaución. La actual definición jurídica de hidrógeno renovable omite por completo la cuestión de la demanda de agua, lo que plantea un escenario de gran incertidumbre tanto para el medioambiente, amenazado por crecientes procesos de sequía y desertificación, como para los operadores económicos del hidrógeno verde, que se enfrentan a una planificación hidrológica difusa y poco preparada para la asunción del significativo aumento de la demanda de agua para usos energéticos.

PALABRAS CLAVE: hidrógeno verde, medioambiente, agua, caudales ecológicos, planificación hidrológica, usos industriales, concesión demanial, sequía.

ABSTRACT:

Green hydrogen is an energy vector that, in recent years, has positioned itself as the key element for the decarbonization of economies on a global scale, given that it does not emit greenhouse gases. This has led to a race for the development of a hydrogen market that the European Union is seeking to lead. The aim of this paper is to analyse European regulation as well as its potential development at national level from the perspective of Environmental Law, in a context of marked relaxation of essential principles such as prevention and precaution. The current legal definition of renewable hydrogen completely omits the issue of water demand, which poses a scenario of great uncertainty both for the environment, threatened by growing drought and desertification processes, and for the economic operators of green hydrogen, who face a diffuse hydrological planning that is poorly prepared for the assumption of the significant increase in water demand for energy uses.

KEY WORDS: green hydrogen, environment, water, ecological flows, hydrological planning, industrial uses, water concession, drought.

*Pero, ¡que fluya el Derecho como las aguas
y la justicia como arroyo inagotable!*

AMÓS, 5:24

ÍNDICE

LISTADO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	5
CAPÍTULO I	6
APROXIMACIÓN AL HIDRÓGENO VERDE	6
1.1 Introducción	6
1.2 Objetivos y metodología	7
1.3 Breve aproximación al hidrógeno	8
1.4 El hidrógeno verde: potencialidades, usos y retos	10
CAPÍTULO II	14
MARCO REGULATORIO ACTUAL DEL HIDRÓGENO VERDE	14
2.1. El hidrógeno verde en la Unión Europea	14
2.1.1. Antecedentes y normas de soft-law	14
2.1.2. Las principales normas stricto sensu del hidrógeno verde	18
2.2. El Hidrógeno verde en España	22
CAPÍTULO III	24
PROBLEMAS JURÍDICO-AMBIENTALES DE LA APUESTA EUROPEA POR EL HIDRÓGENO VERDE	24
3.1 El agua, elemento esencial para la producción de hidrógeno verde	24
3.2 Falta de instrumentos para la evaluación del impacto ambiental asociado a la producción de hidrógeno verde	29
3.2.1 Falta de referencias al agua en la definición de hidrógeno renovable..	29
3.2.2 Pérdida de elementos de control ambiental	34
3.3 Problemas derivados de la actual planificación de usos del agua	41
CONCLUSIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	51
4.1 Legislación consultada	51
4.2 Jurisprudencia	54
4.3 Artículos doctrinales	55
4.4 Libros y capítulos de libros	58
4.5 Referencias de internet	60
4.6 Artículos de prensa	61
4.7 Otras fuentes	61

LISTADO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Cdo.	Considerando
COP29	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2024
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
ENDH	Estrategia Nacional para el Desarrollo del Hidrógeno
GEI	Gases de efecto invernadero
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency</i>
MRR	Mecanismo de Recuperación y Resiliencia
NDC	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
PNIEC	Plan Nacional Integrado de Energía y Clima
RFNBO	<i>Renewable fuels of non-biological origin</i>
TFUE	Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea
UE	Unión Europea

CAPÍTULO I

APROXIMACIÓN AL HIDRÓGENO VERDE

1.1 Introducción

La apuesta europea por adoptar un modelo energético sostenible e independiente es una realidad cada vez más firme. Tras la invasión rusa de Ucrania en el año 2022, tuvo lugar el estallido de una crisis energética en el seno la Unión Europea (UE) derivada de su tradicional dependencia de Rusia. A pesar del esfuerzo europeo por garantizar una cierta estabilidad de los suministros de combustibles fósiles (especialmente, de gas natural licuado) gracias a un estrechamiento de las relaciones comerciales con Estados Unidos durante la Administración Biden¹, la nueva situación política del país genera incertidumbre sobre la estabilidad de dichas relaciones.

Todo lo anterior ha llevado a la UE a posicionarse como un líder en el proceso de transición energética. En este contexto, cobran especial importancia el Acuerdo de París y el último Acuerdo alcanzado en la COP29 que, aunque con una preocupante laxitud en cuanto a los elementos de control de los NDCs², se reitera en el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ a nivel mundial. Dichos objetivos han quedado plasmados a través de compromisos vinculantes a nivel interno, como el Pacto Verde Europeo y por los diversos Planes Integrales de Energía y Clima adoptados por cada uno de los Estados miembros. A su vez, estos compromisos han venido acompañados, como no podría ser de otra manera, de un esfuerzo regulatorio para dar cobertura jurídica al proceso de transición energética iniciado en la UE, que tiene por objetivo la descarbonización de la economía para el año 2050 y que será debidamente abordado en epígrafes siguientes.

Ante el reto de una Europa de las energías renovables, surgen numerosos interrogantes en torno a la viabilidad del nuevo sistema energético. Por un lado, aún hoy existen grandes barreras que limitan la implantación de un mercado renovable competitivo, como los elevados precios de la electricidad europea, entre dos y tres veces superior a los de otros

¹ Steinberg, F. y Urbasos Arbeloa, I., “La respuesta transatlántica a la crisis energética europea”, *Ánalisis del Real Instituto El Cano*, 2024, p. 6. Disponible en: <https://www.realinstitutoelcano.org/analisis> Última consulta: 1 de diciembre de 2024).

² Timoner Salvá, T., “Las conclusiones de la COP29: compromisos frágiles, avances mínimos y desafíos pendientes”, *OIKOS Política y Medioambiente*, 2024, p. 8. Disponible en: <https://www.oikos.eco/descarga-informe-conclusiones-COP29> (Última consulta: 10 de diciembre de 2024).

competidores Estados Unidos, o la baja competitividad de sus industrias en comparación con China³. Por otro lado, existen dudas sobre la capacidad de las energías renovables (entendiendo por tal «*la energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, energía solar (solar térmica y solar fotovoltaica) y energía geotérmica, energía osmótica, energía ambiente, energía mareomotriz, energía undimotriz y otros tipos de energía oceánica, energía hidroeléctrica, y energía procedente de biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás⁴*»), como medio único para la electrificación del conjunto de la economía europea, especialmente si se atiende a los sectores difíciles de descarbonizar (por su nombre en inglés, *hard-to-abate* sectors), entre los que se puede destacar el transporte pesado y marítimo, la aviación, la industria del hierro y el acero y la industria química y petroquímica⁵.

1.2 Objetivos y metodología

El objetivo de este trabajo es analizar la regulación europea del hidrógeno verde, habida cuenta de la necesidad de creación *ex novo* de un mercado europeo del hidrógeno. En concreto, este trabajo se centra en analizar la definición europea del hidrógeno renovable desde la perspectiva del Derecho Ambiental, así como los posibles perjuicios derivados de ésta para el desarrollo del mercado europeo del hidrógeno con especial mención a la demanda de agua asociada al proceso de producción de hidrógeno verde.

La primera parte de este trabajo se centrará en realizar un contexto en torno a la oportunidad del hidrógeno verde como vector energético, a través de la revisión de la literatura científica internacional. Así, se realizará una aproximación al uso industrial del hidrógeno en relación con los distintos tipos descritos en la actualidad para, posteriormente, analizar la oportunidad del hidrógeno verde en base a sus distintas potencialidades, usos y retos.

³ Draghi, M., “The future of European competitiveness Part A | A competitiveness strategy for Europe”, *Informe Draghi*, 2024, pp. 6 – 8. Disponible en: https://commission.europa.eu/topics/eu-competitiveness/draghi-report_en (Última consulta: 13 de noviembre de 2024).

⁴ Artículo 1 Directiva (UE) 2023/2413 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de octubre de 2023, por la que se modifican la Directiva (UE) 2018/2001, el Reglamento (UE) 2018/1999 y la Directiva 98/70/CE en lo que respecta a la promoción de la energía procedente de fuentes renovables y se deroga la Directiva (UE) 2015/652 del Consejo.

⁵ IRENA, “Decarbonising hard-to-abate sectors with renewables: Perspectives for the G7”, *International Renewable Energy Agency*, 2024, p. 9. Disponible en: https://www.irena.org-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Apr/IRENA_G7_Decarbonising_hard_to_abate_sectors_2024.pdf (Última consulta: 15 de diciembre de 2024).

En segundo lugar, se realizará una revisión del marco regulatorio del hidrógeno verde en la UE y en España y de las posibles problemáticas asociadas a éste. Dado que se trata de una regulación reciente y de una materia novedosa tanto para la ciencia como para el Derecho, la jurisprudencia es actualmente limitada. En consecuencia, el análisis normativo se ha basado en las principales fuentes doctrinales que han abordado la materia, así como en informes de instituciones internacionales y en referencias al estado de la cuestión en el Derecho comparado.

En tercer lugar, se realiza una especial mención a los problemas jurídico-ambientales asociados al marco regulatorio actual. En concreto, el trabajo se centra en realizar una aproximación a las potenciales problemáticas asociadas tanto a la elevada demanda de agua para la producción de hidrógeno verde, como a la falta de una regulación específica sobre esa cuestión con el objetivo de proponer una definición de hidrógeno renovable de *lege ferenda*. A continuación, se analizarán las consecuencias sobre el agua de la tendencia normativa actual hacia la eliminación de requisitos de análisis de impacto ambiental para la promoción de proyectos de energía renovable. Finalmente, se abordan las principales problemáticas actuales de la planificación hidrológica y del régimen de concesiones de uso del agua en el actual contexto de creciente competitividad por el acceso al agua para usos industriales. Todo ello se ha realizado en base a la consulta de fuentes doctrinales, al análisis normativo y al manejo de datos e informes proporcionados por los principales organismos competentes en materia de aguas.

En definitiva, este trabajo busca analizar los retos que afronta la creación del mercado europeo del hidrógeno verde en relación con los principales desaciertos del legislador europeo, con especial mención a las problemáticas medioambientales que enfrenta el binomio agua-energía. Tanto las propuestas realizadas como las conclusiones alcanzadas en este trabajo se han fundamentado en la evidencia científica referenciada, así como en las principales dudas suscitadas para los operadores económicos a la luz del marco regulatorio actual.

1.3 Breve aproximación al hidrógeno

El hidrógeno, cuya naturaleza gaseosa fue reconocida por Antoine Lavoisier (1743–1794), es el elemento más abundante en nuestro planeta, representa, aproximadamente, el 90% del universo visible y contiene hasta tres veces más energía que la gasolina por

unidad de masa⁶. Además, dado que, como se verá más adelante, el hidrógeno no se encuentra de forma aislada en la naturaleza, sino asociado a otras sustancias, se define como un vector energético, esto es, un «*medio que permite almacenar energía que ha sido producida por fuentes primarias de energía y liberarla cuando y donde se demande»*⁷.

Sin embargo, el hidrógeno, que lleva décadas siendo utilizado como vector energético en la industria pesada, no se encuentra como un elemento aislado en la naturaleza, pues normalmente se encuentra asociado a otros átomos como el nitrógeno, el carbono o el oxígeno. Por ello, la extracción de hidrógeno requiere de diversos procesos a partir de otras sustancias que lo contengan, como el gas natural, el carbón, la energía nuclear o el agua. Así, la llamada colorimetría del hidrógeno clasifica por colores los distintos tipos de hidrógeno según el elemento del que se extraiga y los procesos empleados para su extracción.

El hidrógeno gris es producido a través de combustibles fósiles como el carbón, el gas natural o el metano. Algunos de los métodos empleados para su producción son el reformado de metano con vapor (SMR), el reformado autotérmico o la oxidación parcial⁸. Este es el método tradicional de producción de hidrógeno y supone la liberación a la atmósfera del total de CO₂ producido en el proceso de obtención del hidrógeno.

Por su parte, el hidrógeno azul se produce, al igual que el gris, a través de combustibles fósiles. Su principal diferencia es que la producción se lleva a cabo en plantas de captura de CO₂⁹, por lo que, aparentemente, es una energía mucho más limpia. Sin embargo, su capacidad es limitada, ya que la capacidad de almacenamiento de las

⁶ Abdin, Z. et al., “Hydrogen as an energy vector”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 120, 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119308275> (Última consulta: 15 de diciembre de 2024).

⁷ Parrilla, A. y Grau, A., “El hidrógeno verde, un acumulador energético para catapultar las renovables”, CSIC, 2022. Disponible en: <https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/el-hidrogeno-verde-un-acumulador-energetico-para-catapultar-las-renovables> (Última consulta: 15 de diciembre de 2024).

⁸ Arcos, J. M. M. y Santos, D. M. F., “The Hydrogen Color Spectrum: Techno-Economic Analysis of the Available Technologies for Hydrogen Production”, *Gases*, Vol. 3, (1), 2023, pp. 25 – 46. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-5628/3/1/2> (Última consulta: 16 de diciembre de 2024).

⁹ Bauer, C. et al., “On the climate impacts of blue hydrogen production”, *Sustainable energy & fuels*, Vol. 6, Issue 1, 2022, pp. 66 – 75. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/se/d1se01508g> (Última consulta: 16 de diciembre de 2024).

plantas de almacenamiento geológico de CO2 (el medio más común) oscila entre el 50-60%¹⁰.

El hidrógeno rosa se produce a través del agua, por lo que se trata de un tipo de hidrógeno que no libera CO2. Los procesos más utilizados son la electrólisis nuclear o la disociación termoquímica¹¹. Aunque se trata de procesos que no liberan CO2, dejan importantes cantidades de residuos nucleares. En este sentido, algunos países como Alemania o España han tenido en cuenta este dato para hacer oposición al uso del hidrógeno rosa como fuente de energía limpia, la Unión Europea lo ha incluido dentro de su Reglamento de Taxonomía a través del apartado 4.27 del Anexo I del Reglamento delegado (UE) 2022/1214 de la Comisión.

Por último, el hidrógeno turquesa se produce a través de la pirolisis del metano. Su ventaja respecto al hidrógeno gris y azul es que el carbono resultante de la separación molecular es sólido, por lo que no es emitido a la atmósfera y puede venderse con posterioridad¹². Sin embargo, al igual que el hidrógeno azul, se trata de un tipo de hidrógeno que genera dependencia del gas natural, por lo que, aunque su extracción sea “ limpia”, sigue suponiendo la dependencia de los combustibles fósiles en la industria energética.

1.4 El hidrógeno verde: potencialidades, usos y retos

Siguiendo la clasificación mencionada *ut supra*, se denomina hidrógeno verde a aquel que es obtenido por medio de la electrólisis del agua. Este proceso es llevado a cabo a través de electricidad procedente de fuentes renovables (solar, eólica, etc.), por lo que se trata de una forma de obtención de hidrógeno considerada como neutra en carbono y renovable, a pesar de que en el conjunto de la cadena de valor del hidrógeno el total de

¹⁰ Castiblanco-Urrego, O. y Milquez-Sanabria, H. A., “Estudio y simulación de un gasificador con captura de CO2 para la producción de hidrógeno azul partiendo de carbón colombiano”, *Revista UIS Ingenierías*, Vol. 20, Nº. 4, 2021, pp. 91 – 100. Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/11993> (Última consulta: 16 de diciembre de 2024).

¹¹ Venizelou, V. y Poullikkas, A., “Comprehensive overview of recent research and industrial advancements in nuclear hydrogen production”, *Energies*, Vol. 17, Nº. 12, 2024, pp. 3 – 8. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/12/2836> (Última consulta: 17 de diciembre de 2024).

¹² Park, D. K. *et al.*, “Research on the production of turquoise hydrogen from methane (CH4) through plasma reaction”, *Energies*, Vol. 17, Nº. 2, 2024, p. 2. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/2/484> (Última consulta: 17 de diciembre de 2024).

emisiones de CO₂ es superior a cero¹³. De este modo, el potencial del hidrógeno verde reside en su capacidad para permitir la electrificación de los ya mencionados *hard-to-abate sectors*. Y es que la propia naturaleza del hidrógeno lo convierte en una apuesta aparentemente segura: no solo es que su densidad energética es significativamente más elevada que la de otros combustibles tradicionales, sino que además es fácilmente transportable tanto en estado gaseoso, como en estado líquido a través de procesos de compresión y licuefacción¹⁴.

Como se ha mencionado, el hidrógeno verde es visto como una solución a las dificultades de las fuentes renovables para la electrificación de determinados sectores industriales. Así, la doctrina científica es unánime al reconocer que los principales usos del hidrógeno verde deben ser el almacenamiento de energía eléctrica generada a través de fuentes de energía renovables (proceso *power to gas*) y su transporte a zonas de escasa producción de energías limpias, lo que permitirá tanto la electrificación de los ya mencionados *hard-to-abate sectors* como la creación de un nuevo «*mercado del hidrógeno*»¹⁵, cuyas dificultades se abordarán más adelante. Además, en muchos países, como Canadá o China, se desarrollan ambiciosos proyectos con el objetivo de aplicar el hidrógeno verde para usos domésticos y para la movilidad de vehículos urbanos¹⁶.

Por lo anterior, el hidrógeno verde se ha erigido como un elemento *esencial*¹⁷ de la apuesta europea por la transición a un modelo energético neutro y sostenible. Sin embargo, no son pocos los interrogantes que se plantean sobre la aún incipiente apuesta europea por el hidrógeno verde.

¹³ Oficina de Ciencia y Tecnología del Congreso de los Diputados, “Hidrógeno verde como combustible: claves para su contribución a una economía descarbonizada”, *Congreso de los Diputados*, 2022. Disponible en: https://www.congreso.es/backoffice_doc/prensa/notas_prensa/94235_1668420238765.pdf (Última consulta: 17 de diciembre de 2024).

¹⁴ Ariño Ortiz, G., *La revolución del hidrógeno: nuevo vector del sistema eléctrico*, 1^a Edición, Thomson Reuter Aranzadi, Cizur Menor, 2022, p. 29.

¹⁵ Bassma, R. et al., “Green hydrogen as a source of renewable energy: a step towards sustainability, an overview”, *Environment, Development and Sustainability*, Vol. 26, 2024. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-024-04892-z> (Última consulta: 20 de diciembre de 2024).

¹⁶ IRENA, “International co-operation to accelerate green hydrogen deployment”, *International Renewable Energy Agency*, 2024, p. 17. Disponible en: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Apr/IRENA_CF_Green_hydrogen_deployment_2024.pdf (Última consulta: 20 de diciembre de 2024).

¹⁷ Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Una estrategia del Hidrógeno para una Europa climáticamente neutra*, COM (2020) 301 final, de 8 de julio de 2020.

De manera general, se ha de destacar que el principal reto que enfrenta la producción de hidrógeno verde es el de los elevados costes asociados a su cadena de valor. En concreto, el coste de producción de esta energía depende de cuatro factores: los costes de capital tecnológico, especialmente, de los electrolizadores, el coste nivelado de la electricidad de la energía renovable necesaria para su uso, la disponibilidad de suministros de agua y el número de horas operativas anuales¹⁸. De todos ellos, preocupan especialmente la dependencia tanto del coste de la electricidad -exacerbadamente alto en la fecha de redacción del presente trabajo-, como de la cantidad de energía renovable disponible, puesto que suponen que el mercado del hidrógeno sea, hoy por hoy, caro e inestable.

Por otra parte, el hidrógeno verde plantea dos dificultades añadidas, más allá de la cuestión de los costes anteriormente mencionada. Así, se debe subrayar que la producción de hidrógeno verde también presenta importantes desafíos desde el punto de vista de la seguridad en su manejo como de su impacto ambiental.

En relación con la seguridad en el manejo del hidrógeno verde, preocupan especialmente su bajo peso molecular, que favorece posibles fugas a lo largo de toda la cadena de valor¹⁹, o su bajo rango de inflamabilidad, que oscila entre un 4 al 75 % (por volumen), lo implica que sea un gas excesivamente inflamable. Sin embargo, el principal riesgo reside en la falta de consenso que existe en la comunidad científica en torno a las propias características del hidrógeno, que dificultan la creación de protocolos adaptados y de sistemas de predicción de posibles incendios y explosiones²⁰.

Por su parte, también el consumo de agua para la producción de hidrógeno verde supone un riesgo ambiental que debe tenerse en cuenta. Sin perjuicio de que esta cuestión

¹⁸ De la Cruz-Soto, J., *et al.*, “Assessment of levelized costs for green hydrogen production for the national refineries system in Mexico”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 108, 2024, pp. 5 – 7. Disponible en: <https://scencedirect.com/article> (Última consulta: 7 de enero de 2025).

¹⁹ Klingl, S. *et al.*, “Renewable Hydrogen Project Risks: categorizing, assessing and mitigating risks along the hydrogen value chain”, *Global Alliance Powerfuels*, 2024, pp. 11 – 12. Disponible en: <https://www.efuel-alliance.eu.pdf> (Última consulta: 7 de enero de 2025).

²⁰ Ayi, C. *et al.*, “Is hydrogen ignition data from literature practically observed?”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 89, 2024, p. 755. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924039788> (Última consulta: 7 de enero de 2025).

se abordará con mayor detalle en el capítulo correspondiente, es relevante señalar que la producción de hidrógeno verde requiere un uso consuntivo del agua, lo que implica que los recursos hídricos empleados dejan de estar disponibles y, por tanto, no retornen al ecosistema del que se trajeron²¹ por la ruptura de las moléculas de agua a través del proceso de electrólisis. Así, la producción de hidrógeno a través de procesos de electrólisis plantea serias preocupaciones debido a su considerable impacto sobre los caudales ecológicos. En concreto, el consumo de agua para la producción de hidrógeno verde implica la consumición de unos 22 litros de agua por kilogramo de hidrógeno²². Esta cifra es inferior a la de los combustibles fósiles, por lo que para un amplio sector de la doctrina científica el hidrógeno verde tiene el potencial de reducir la huella hídrica del sector energético a nivel global²³. Sin embargo, los propios efectos derivados del cambio climático (altas temperaturas, escasez de agua, etc.) suponen un riesgo adicional que puede afectar a la disponibilidad y calidad del agua, comprometiendo la viabilidad de los proyectos de producción de hidrógeno verde en zonas sensibles²⁴ y, consecuentemente, la seguridad del suministro.

Por otra parte, aunque en general no existen estimaciones concretas sobre la potencial huella hídrica del hidrógeno verde, no es menos cierto que la implantación de estos proyectos está vinculada a regiones áridas o semiáridas, donde existe una mayor disponibilidad de fuentes de energía renovable, lo que puede suponer un grave riesgo ambiental. Y es que tampoco la desalinización del agua marina parece ser una opción viable, habida cuenta del efecto acidificante que puede tener la salmuera generada en dichos procesos sobre los ecosistemas marinos²⁵.

²¹ Jiménez Mendoza, S. y Terneus-Páez, F., “Nexo agua-energía: Análisis del flujo hídrico del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair”, *INGENIUS*, nº 21, 2019, p. 57. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/ing/n21/1390-650X-ing-21-00053.pdf> (Última consulta: 18 de enero de 2025).

²² IRENA y Bluerisk, “Water for hydrogen production”, *International Renewable Energy Agency*, 2023, p. 32. Disponible en: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Dec/IRENA_Bluerisk_Water_for_hydrogen_production_2023.pdf (Última consulta: 18 de enero de 2025).

²³ Olaitan, D., et al., “The Water Footprint of Hydrogen Production”, *Science of the Total Environment*, Vol. 927, 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724025300> (Última consulta: 18 de enero de 2025).

²⁴ Ellersdorfer, P., et al., “The Hydrogen-Water Collision: Assessing Water and Cooling Demands for Large-Scale Green Hydrogen Production”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 97, 2024, pp. 12 – 15. Disponible en: <https://sciencedirect.com/article> (Última consulta: 18 de enero de 2025).

²⁵ Dagnachew, A.G., y Solf, S., “The Green Hydrogen Dilemma: the risks, trade-offs, and co-benefits of a green hydrogen economy in low- and middle-income countries”, *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency*, 2024, pp. 13 – 17. Disponible en: https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-07/pbl-2024-the-green-hydrogen-dilemma_5534.pdf (Última consulta: 18 de enero de 2025).

CAPÍTULO II

MARCO REGULATORIO ACTUAL DEL HIDRÓGENO VERDE

2.1. El hidrógeno verde en la Unión Europea

2.1.1. Antecedentes y normas de soft-law

El primer precedente de la regulación del hidrógeno verde en el ámbito comunitario es la Directiva (UE) 2018/2001 que, con el propósito de ampliar el sistema de garantías de origen, se refería en su exposición de motivos a «*otros gases renovables como el hidrógeno*»²⁶. Así, en su artículo 7.1 se incluía por primera vez el hidrógeno «*para el cálculo de la cuota de consumo final bruto de energía procedente de fuentes renovables*».

Posteriormente, hasta el año 2023 la apuesta europea por el hidrógeno verde se ha articulado a base de comunicaciones de la Comisión Europea. Ello resulta criticable pues, al margen de la imprecisión del contenido de dichas Comunicaciones, no se puede aportar certidumbre a un mercado como el del hidrógeno a base de normas de *soft law* que no vinculan a los Estados miembros. Especialmente, si se tiene en cuenta que el mercado del hidrógeno depende completamente de la regulación que se haga, puesto que no existe una demanda de hidrógeno verde en el *statu quo*.

En el año 2019, la Comisión Europea publicó el llamado «Pacto Verde Europeo»²⁷, que pretendía ser un catalizador de la protección ambiental si bien, como se verá más adelante, no se ha logrado dicho objetivo si se atiende, *v.g.*, a la actual aminoración de los requisitos para la evaluación de impacto ambiental. En relación con el acceso a los recursos, el Pacto establece que el hidrógeno verde forma parte de las «áreas prioritarias».

En el marco de dicho Pacto, la UE volvió a ratificar su compromiso con el hidrógeno verde en el año 2020 con la publicación de la llamada «Estrategia Europea del

²⁶ Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

²⁷ Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *El Pacto Verde Europeo*, COM (2019) 640 final, de 11 de diciembre de 2019. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu> (Última consulta: 16 de marzo de 2025).

Hidrógeno». En ella, no solo se resalta el potencial del hidrógeno verde para garantizar la descarbonización y el cumplimiento del Acuerdo de París, sino que se establece como una «*prioridad política*» la creación de un «*marco regulador de un mercado de hidrógeno líquido y operativo*»²⁸. En consecuencia, se marcaron una serie de objetivos que, tal y como sintetiza LÓPEZ-IBOR, se articulan en tres fases. En primer lugar, una fase que exige la instalación de un mínimo de 6 gigavatios de electrolizadores a lo largo de toda la UE y la producción de un millón de toneladas de hidrógeno verde (2020 – 2024). En segundo lugar, una fase intermedia que exige alcanzar al menos los 40 gigavatios de electrolizadores a lo largo de toda la UE y la producción de diez millones de toneladas de hidrógeno verde (2025 – 2030) y, en tercer lugar, una fase (2030 – 2050) de producción de hidrógeno verde a gran escala que permita la descarbonización de los sectores *hard-to-abate*²⁹.

La principal crítica que se puede hacer a dichos objetivos es que pecan de ser excesivamente cortoplacistas, especialmente si se atiende al estado embrionario en que aún se encuentran la mayoría de los proyectos de hidrógeno en la UE y, muy especialmente, a la divergencia existente entre los objetivos de los distintos Estados miembros³⁰. Además, el texto resulta excesivamente incompleto. Afirma que *posiblemente* el crecimiento de la economía del hidrógeno será desigual en las distintas regiones de la UE, pero no se pronuncia sobre la necesidad de promover medidas para minimizar el impacto sobre la disponibilidad de agua en zonas de escasez hídrica ni sobre la necesidad de armonizar normas de seguridad y capacitación del personal involucrado a lo largo de toda la cadena de valor del hidrógeno³¹. Por otra parte, tampoco hace referencia al hidrógeno hipocarbónico, llamado a complementar al hidrógeno verde en el

²⁸ Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Una estrategia del hidrógeno para una Europa climáticamente neutra*, COM (2020) 301 final, de 8 de julio de 2020. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu> (Última consulta: 16 de marzo de 2025).

²⁹ López-Ibor Mayor, V., *Introducción al Derecho Europeo de la Energía*, 1^a Edición, Aranzadi, Cizur Menor, 2024, pp. 148–149.

³⁰ Tribunal de Cuentas Europeo, *Informe Especial 11/2024: La política industrial de la UE en el ámbito del hidrógeno renovable*, 2024, p. 28 – 29. Disponible en: <https://www.eca.europa.eu/es/publications/SR-2024-11> (Última consulta: 16 de marzo de 2025).

³¹ Comisión de Industria, Investigación y Energía del Parlamento Europeo, “Informe sobre una estrategia europea para el hidrógeno (2020/2242(INI))”, Parlamento Europeo, 2021, p. 14 – 15. Disponible en: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0116_ES.html (Última consulta: 18 de enero de 2025).

proceso de transición energética, ni a objetivos concretos de importación de hidrógeno verde para aquellos Estados miembros sin potencial productor.

Sin embargo, como ya se avanzaba en la introducción de este trabajo, en el año 2022, la invasión rusa de Ucrania sumó a la necesidad de enfrentar la crisis climática la de poner fin a la dependencia de la UE respecto de los combustibles rusos. Así, la Comisión Europea publicó el llamado «Plan REPowerEU»³², que se centra en potenciar la industria del hidrógeno verde en la UE. A tal fin, fija el objetivo de producción de 10 millones de toneladas de hidrógeno verde a nivel nacional, así como de importación de otros 10 millones de toneladas antes del año 2030. Aunque esta nueva Comunicación sí incluye objetivos de importación de hidrógeno verde, no por ello resulta más realista ni adecuada. De hecho, sus objetivos son aún más ambiciosos que los establecidos en la Estrategia Europea del Hidrógeno y merecen la misma crítica que aquélla, pues redundan con mayor exageración en su lógica cortoplacista. Sin embargo, lo que resulta especialmente llamativo es su visión unitaria del concepto de medioambiente o, al menos, de la disponibilidad de recursos naturales de los distintos Estados miembros. Y es que establece un objetivo de producción idéntico para todos los Estados miembros sin atender a sus diferencias en cuanto a la disponibilidad de electricidad renovable y de recursos hídricos.

En este sentido, cabe destacar que los Estados miembros se han mantenido ajenos a estos objetivos en sus diferentes ENDH y que prácticamente ninguno de ellos ha establecido medidas claras de apoyo a la demanda de hidrógeno verde³³. Por lo anterior, se puede concluir que, aunque la Comisión Europea se mostró osada en sus objetivos, los Estados miembros han preferido ser precavidos en lo que a la fijación de objetivos de producción se refiere, optando por establecer meras previsiones de producción en vez de objetivos claros.

La ENDH francesa establece que se prevé el consumo, que no la producción, de unas 600.000 toneladas de hidrógeno verde para el año 2030 y una capacidad de producción

³² Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Plan REPowerEU*, COM (2022) 230 final, de 18 de mayo de 2022. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu> (Última consulta: 16 de marzo de 2025).

³³ *Ibid.*, p. 30

de 6,5 GW para el mismo año³⁴, mientras que la ENDH alemana establece que *se planea instalar* 10 GW de capacidad de electrólisis para el año 2030³⁵ al tiempo que se espera una importación de entre el 50 y el 70% de la demanda total alemana para ese mismo año³⁶. En el caso de Italia, cuyos objetivos de producción son significativamente más ambiciosos puesto que aspira a convertirse en un *hub europeo del hidrógeno*, se prevé que en caso de que se logre una alta demanda de hidrógeno renovable a nivel nacional, se podría alcanzar una potencia electrolizadora de 10 – 30 GW³⁷.

Como puede verse, los esfuerzos de la Comisión Europea por lograr unos objetivos uniformes han resultado totalmente vanos. Así, donde Francia, cuyo principal interés es el hidrógeno rosa, realiza una ENDH de escasa ambición, los países deficitarios energéticamente, como Alemania, se han volcado en la importación, mientras que los que buscan liderar este nuevo mercado, como Italia, se orientan mucho más claramente hacia la cuestión de la inversión. Sin embargo, contrariamente a lo que desde muchos foros se ha criticado, ello no resulta necesariamente negativo, pues un mercado único no significa un mercado uniforme y, obviar las diferentes realidades de los distintos Estados miembros fijando objetivos uniformes, como se pretende en el Plan REPowerEU, resulta a todas luces inadecuado.

No obstante lo anterior, a pesar de las diferencias entre las ENDH de los distintos Estados miembros comparados, se puede observar una tendencia común, cual es el no establecimiento de objetivos concretos de producción. Dicha tendencia revela una incertidumbre generalizada sobre si se logrará crear una demanda suficiente de hidrógeno verde. Además, en cuanto a las previsiones de producción, puede verse que en todas las ENDH se expresan en GW, que revelan un potencial productor, pero en ningún caso se establecen objetivos cerrados de producción en toneladas de hidrógeno. Ello revela que la incertidumbre no solo se proyecta sobre la creación de una demanda suficiente de

³⁴ Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (MTECT), *Stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France*, diciembre de 2023, p. 21. Disponible en: <https://www.ecologie.gouv.fr/rendez-vous/consultation-nouvelle-strategie-francaise-deploiement-hydrogene-decarbone> (Última consulta: 16 de marzo de 2025).

³⁵ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), *Importstrategie für Wasserstoff und Wasserstoffderivate*, julio de 2024, p. 10. Disponible en: <https://www.bmwk.de//DE/Wasserstoff/wasserstoffstrategie.html> (Última consulta: 16 de marzo de 2025).

³⁶ *Ibid.*, p. 11

³⁷ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), *Strategia Nazionale Idrogeno*, noviembre de 2024, p. 11. Disponible en: <https://www.mase.gov.it/pagina/strategia-nazionale-idrogeno-sni> (Última consulta: 16 de marzo de 2025).

hidrógeno verde, sino también sobre la disponibilidad de recursos hídricos para producirlo. Y es que, como se analizará en el Capítulo III, la necesidad de agua dulce en grandes cantidades para la producción de hidrógeno verde supone un elemento de especial preocupación para los operadores económicos si se atiende a la planificación hidrológica y, muy especialmente, al régimen de concesión de usos del agua.

En relación, precisamente, con los usos del agua, solo cabe afirmar que el Plan REPowerEU resultó ser una oportunidad perdida. En los trabajos preparatorios, se establecía que, habida cuenta de la elevada demanda de agua para la producción de hidrógeno verde (20 litros por cada kilogramo de hidrógeno), *«el cumplimiento con la directiva Marco de agua, es de importancia clave a la hora de elegir la ubicación para el despliegue de capacidades de producción adicionales»*³⁸. Sin embargo, dichas referencias se omitieron en la versión final, lo que sin duda es un error. La omisión del problema de la demanda de agua y de los riesgos de aumento del estrés hídrico no hacen al mercado más competitivo, sino más incierto. Y es que actualmente los inversores enfrentan el problema de la disponibilidad de recursos hídricos en un escenario de creciente sequía y aumento de la competitividad por el agua para usos industriales, como se abordará con mayor detalle en el Capítulo III.

2.1.2. Las principales normas stricto sensu del hidrógeno verde

El propio Plan REPowerEU, sin dar una definición concreta del concepto de hidrógeno renovable, se limitaba a anunciar la necesidad de fijar otros objetivos específicos para los RFNBOs y de reforzar el marco regulatorio con la publicación de dos actos delegados sobre la definición y producción de hidrógeno renovable, debiendo estos ser incluidos dentro de los planes nacionales financiados por el MRR.

En el año 2023, la Comisión Europea publicó dos reglamentos delegados llamados a sentar las bases del mercado del hidrógeno verde en la UE. Por una parte, el Reglamento Delegado (UE) 2023/1184 establece en su artículo 3 unas *normas para contabilizar como totalmente renovable la electricidad obtenida mediante la conexión directa a una*

³⁸ European Commission, Commission Staff Working Document: Implementing the REPowerEU Action Plan: Investment Needs, Hydrogen Accelerator and Achieving the Bio-Methane Targets, SWD(2022) 230 final, 2022, p. 29. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230> (Última consulta: 16 de marzo de 2025).

*instalación que genera electricidad renovable*³⁹ que permiten definir lo que actualmente se considera como hidrógeno renovable en la UE. Por otra parte, el Reglamento Delegado (UE) 2023/1185 viene a concretar al anterior, estableciendo la metodología «*para calcular la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero derivada de los carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico y de los combustibles de carbono reciclado*»⁴⁰.

Ello resulta, nuevamente, una oportunidad perdida, pues la definición actual omite por completo la cuestión del agua, por lo que parece que, si la electricidad empleada para el proceso de electrólisis recibe la consideración de renovable, el hidrógeno producido también lo será. Ello ha llevado a los inversores a aproximar sus proyectos de hidrógeno a zonas de elevado estrés hídrico, dado que suelen ser éstos los lugares que cuentan con mayores recursos renovables⁴¹. Así, como se abordará en el Capítulo III, se plantean dudas en cuanto a la viabilidad de esos proyectos si se atiende a la planificación hidrológica y a la dificultad para obtener concesiones de uso de agua en contextos de sequía.

Además, el mismo Reglamento 2023/1184 establece en sus artículos 5, 6 y 7, respectivamente, los criterios de adicionalidad, correlación temporal y correlación geográfica que se erigen como auténticos requisitos generales para considerar el hidrógeno producido como *totalmente renovable*⁴². A tal efecto, el criterio de adicionalidad (artículo 5) impone al productor que o bien produzca una cantidad de electricidad renovable equivalente a la electricidad renovable empleada para los procesos de electrólisis, o bien «*si han celebrado, directamente o a través de intermediarios, uno o más contratos de compra de electricidad renovable con operadores económicos que*

³⁹ Reglamento Delegado (UE) 2023/1184 de la Comisión, de 10 de febrero de 2023, por el que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo una metodología común de la Unión en la que se definan normas detalladas para la producción de carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico.

⁴⁰ Reglamento Delegado (UE) 2023/1185 de la Comisión, de 10 de febrero de 2023, por el que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo un umbral mínimo para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero aplicable a los combustibles de carbono reciclado y especificando una metodología para evaluar la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero derivada de los carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico y de los combustibles de carbono reciclado.

⁴¹ Hidrógeno verde como combustible... *op. cit.*, 2022.

⁴² Silván Ochoa, P., “Adicionalidad y correlación geográfica y temporal en materia de hidrógeno renovable”, en Del Guayo Castiella, I. y Mellado Ruiz, L. (Dir.), *Retos regulatorios de los gases renovables en la economía circular*, 1^a Edición, Marcial Pons, Madrid, 2023, pp. 197 – 214.

producen electricidad renovable en una o más instalaciones por un importe de electricidad renovable al menos equivalente a la cantidad de electricidad declarada totalmente renovable y si la electricidad declarada se produce efectivamente en esta o estas instalaciones».

Con lo anterior, la Comisión Europea busca evitar, por una parte, que se aumente la producción de electricidad a través de fuentes fósiles⁴³ y, por otra parte, que la producción de hidrógeno verde implique la desviación de un recurso de por sí limitado como es la electricidad renovable. En consecuencia, el requisito de adicionalidad implica que el hidrógeno debe proceder de fuentes de electricidad renovable, «*pero sin detraerla de otros usos o aplicaciones anteriores; si no se dispone de ella, hay que generar más electricidad renovable*»⁴⁴.

Por su parte, el criterio de correlación temporal (artículo 6), exige que un electrolizador produzca hidrógeno en el mismo espacio temporal en que se produjo la electricidad renovable requerida para su producción, lo que según varios estudios de los que se ha hecho eco el propio Tribunal Europeo de Cuentas, puede suponer un aumento significativo de los costes del precio del hidrógeno renovable que oscila entre el 25 – 35%⁴⁵. Por último, el criterio de correlación geográfica (artículo 7) establece que la instalación generadora de electricidad renovable debe estar en la misma zona de ofertas en que se encuentra el electrolizador, o bien en zonas de ofertadas que estén interconectadas entre sí.

Por otra parte, la creación de un mercado *ex novo* del hidrógeno verde, requiere un especial esfuerzo regulatorio por paliar la dependencia consustancial de dicho mercado de dos recursos de difícil acceso: la electricidad, recurso limitado y de precios al alza; y el agua, recurso de difícil acceso en supuestos de elevado estrés hídrico habida cuenta de la planificación hidrológica. De este modo, dada la vulnerabilidad congénita del hidrógeno verde en cuanto al carácter limitado de los recursos necesarios para su producción, resulta sorprendente que la estrategia europea pase por hacerlo depender no

⁴³ Informe Especial 11/2024..., *op. cit.*, 2024, p. 41.

⁴⁴ Mellado Ruiz, L., “Hidrógeno renovable: la energía del agua”, *Cuadernos de Derecho Regulatorio*, Vol. 2, 2024, p. 86. Disponible en: <https://www.revistasmarcialpons.es/cuadernosdederechoregulatorio> (Última consulta: 17 de marzo de 2025).

⁴⁵ Informe Especial 11/2024..., *op. cit.*, 2024, p. 42.

solo de la disponibilidad de dicha electricidad renovable, sino de que ésta se encuentre «en un mismo lugar (zona de producción/ oferta) y en un mismo intervalo horario»⁴⁶. Y es que la doctrina entiende que la imposición de los criterios de adicionalidad y correlación temporal y geográfica suponen un freno al desarrollo de proyectos en la UE y una baja competitividad en los costes respecto a otros competidores principales como China⁴⁷.

En este sentido, parece más razonable la definición adoptada por Estados Unidos, que no impone requisitos adicionales a la producción de hidrógeno verde. Así, se limita la consideración del hidrógeno como renovable a unos índices de producción de gases de efecto invernadero no superiores a 4 kilogramos de CO₂ por cada kilogramo de hidrógeno producido durante todo su ciclo de vida⁴⁸.

Además, cabe destacar que la carga probatoria impuesta a los productores *ex artículo 8*, no solo supone un auténtico escollo para el desarrollo de un mercado dinámico desde la perspectiva de los operadores económicos, sino que implica nuevas cargas en cuanto al deber de control de la Administración que van en contra del propio objetivo europeo de «*simplificación de los procedimientos administrativos*» a que se refiere la ya mencionada Directiva (UE) 2018/2001 tanto en su Cdo. 51 como en su artículo 15.

En el año 2024, la UE cerró el marco regulatorio del hidrógeno a falta de la aprobación de un nuevo Reglamento Delegado sobre las reglas de definición del hidrógeno hipocarbónico. A tal fin, tuvo lugar la aprobación de la Directiva (UE) 2024/1788⁴⁹ que establece las directrices para el establecimiento del mercado interior del hidrógeno. La norma regula la integración del hidrógeno renovable hipo carbónico en el sistema energético de la UE, a través de la promoción de la cooperación entre los gestores de las redes de hidrógeno y del control de las actividades de dichos gestores para garantizar la igualdad en el acceso a nivel minorista. Asimismo, establece un sistema de certificación

⁴⁶ Hidrógeno renovable: la energía del agua..., *op. cit.*, p. 86.

⁴⁷ Pinotti, G., “Impulsores y limitantes al Desarrollo del mercado del hidrógeno verde”, *XII Congreso Nacional AIDIS*, 2024, p. 8. Disponible en: <https://congresoadis2024.org.uy/wp-content/uploads/2024/10/Pinotti.pdf> (Última consulta: 17 de mayo de 2025).

⁴⁸ Inflation Reduction Act, Public Law 117–169, 117th Congress, August 16th, 2022.

⁴⁹ Directiva (UE) 2024/1788, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, relativa a normas comunes para los mercados interiores del gas renovable, del gas natural y del hidrógeno, por la que se modifica la Directiva (UE) 2023/1791 y se deroga la Directiva 2009/73/CE.

que busca garantizar la trazabilidad y sostenibilidad del hidrógeno, si bien no se hace ninguna referencia a la demanda de agua. Aunque con todo lo anterior la norma busca sentar las bases del mercado del hidrógeno en la UE, resulta llamativo que se deleguen a los Estados miembros cuestiones tan relevantes como el establecimiento de criterios técnicos de seguridad, lo que sin duda dará lugar a divergencias que pueden acarrear dificultades en la cooperación pretendida por la norma.

Por otra parte, el Reglamento (UE) 2024/1789⁵⁰ tiene como elemento más novedoso la introducción del mecanismo para apoyar el desarrollo del mercado del hidrógeno, así como la previsión del establecimiento de un «*plan de desarrollo de la red a escala de la Unión para el hidrógeno*» y una serie de códigos de red y normas técnicas sobre el funcionamiento de dicha red.

Así lo anterior, la regulación europea del mercado del hidrógeno resulta una oportunidad perdida. Más allá de la estrategia fragmentaria seguida por la UE, que regula el hidrógeno a través de numerosas normas de distinto rango y alcance, se trata una regulación que busca una aplicación apresurada, lo que sin duda es contrario a las necesidades de un mercado en fase embrionaria cuya demanda sigue siendo el reto pendiente⁵¹ de una regulación que no aborda con suficiencia las distintas etapas de la cadena de valor y que genera grandes incertidumbres, tanto en relación con la creación efectiva una demanda suficiente para el desarrollo del mercado del hidrógeno, como en lo que respecta a la demanda de agua dulce para la producción de hidrógeno verde.

2.2. El Hidrógeno verde en España

A falta de trasposición de la Directiva (UE) 2024/1788, que a la fecha de entrega de este trabajo no se ha presentado ante la Mesa del Congreso de los Diputados, la regulación del hidrógeno verde en España es fragmentaria, genérica e insuficiente⁵². En lo que aquí

⁵⁰ Reglamento (UE) 2024/1789, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, relativo a los mercados interiores del gas renovable, del gas natural y del hidrógeno y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 1227/2011, (UE) 2017/1938, (UE) 2019/942 y (UE) 2022/869 y la Decisión (UE) 2017/684 y se deroga el Reglamento (CE) n.º 715/2009.

⁵¹ Leiva López, A. D., “La ordenación del suministro de hidrógeno renovable. En especial: almacenamiento, transporte y distribución”, *Revista Vasca de Administración Pública (RVAP)*, Nº 124, 2022, p. 29. Disponible en: <https://www.ivap.euskadi.eus/web/es/t/R2/verArticulo> (Última consulta: 16 de febrero de 2025).

⁵² Mellado Ruiz, L., “Retos jurídicos actuales del binomio-agua energía”, *Revista Catalana de Dret Públic*, Nº 68, 2024, p. 110. Disponible en: <https://revistes.eapc.gencat.cat/index.php/rcdp/article/view/4193/5466> (Última consulta: 16 de febrero de 2025).

interesa, existen grandes interrogantes cuál será el criterio técnico de seguridad adoptado a nivel nacional y, como se abordará más adelante, si se incluirá o no la cuestión de la demanda de agua en la norma española.

Para realizar una aproximación correcta a la regulación del hidrógeno verde en España, se ha de estar, en primer lugar, al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia⁵³, que supone un primer impulso para la convocatoria de proyectos de hidrógeno verde a nivel nacional⁵⁴. Además, el fomento público del hidrógeno verde a través de dicho Plan ha supuesto la necesidad de superar la inicial concepción del hidrógeno como sustancia química o actividad industrial⁵⁵, que conlleva unos requisitos de seguridad mucho más rígidos de lo que se espera en la nueva norma del hidrógeno verde pendiente de transposición. El otro precedente relevante al impulso del hidrógeno verde en España es la Ley de Cambio Climático⁵⁶, que establece en su artículo 12 que el Gobierno fomentará el desarrollo de los gases renovables en España.

Por último, una breve mención ha de hacerse a la ENDH española⁵⁷ que, establece las bases para el desarrollo del hidrógeno en España en la línea de los objetivos establecidos por el Pacto Verde Europeo. Cabe destacar que, sin hacer referencias a la demanda de agua dulce para la producción de hidrógeno verde, está bastante alineada con la ENDH italiana⁵⁸ en lo que a los objetivos de producción, exportación e inversión se refiere, pues España, al igual que Italia, busca convertirse en el *hub* del hidrógeno europeo⁵⁹.

⁵³ Resolución de 29 de abril de 2021, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 27 de abril de 2021, por el que se aprueba el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Disponible en: <https://www.boe.es/2021.pdf> (Última consulta: 16 de febrero de 2025).

⁵⁴ Leiva López, A. D., “La regulación del hidrógeno renovable en España”, en Del Guayo Castiella, I. y Mellado Ruiz, L. (Dirs.), *Retos regulatorios de los gases renovables en la economía circular*, 1^a Edición, Marcial Pons, Madrid, 2023, p. 157.

⁵⁵ Retos jurídicos actuales del binomio... *op. cit.*, p. 110.

⁵⁶ Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética.

⁵⁷ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Hoja de ruta del Hidrógeno: Una apuesta por el hidrógeno renovable”, 2020. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/hojarutahidrogenorenovable.PDF> (Última consulta: 18 de febrero de 2025).

⁵⁸ *Vid.*, p. 16.

⁵⁹ Hoja de ruta del hidrógeno..., *op. cit.*, 2020, p. 34.

CAPÍTULO III

PROBLEMAS JURÍDICO-AMBIENTALES DE LA APUESTA EUROPEA POR EL HIDRÓGENO VERDE

3.1 El agua, elemento esencial para la producción de hidrógeno verde

La estrategia ambiental europea se ha articulado sobre la huella de carbono, entendida como «*la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios*»⁶⁰, como la principal - y casi única- amenaza para el medio ambiente. Así, el objetivo principal de la UE en lo que a sus políticas ambientales se refiere es la descarbonización de la economía, para lo cual no faltan definiciones legales que aportan seguridad jurídica y claridad para los distintos operadores económicos. Ya desde el año 2003 las normas europeas han definido conceptos tales como «*emisiones*» o «*gases de efecto invernadero*»⁶¹ e incluso a nivel nacional, se ha dado cobertura jurídica al concepto de «*huella de carbono de organización*» entendido como «*la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes por efecto directo o indirecto de la actividad de dicha organización*»⁶². Todo ello ha aportado certidumbre y claridad a la hora de abordar la problemática de las emisiones GEI en la economía, al definir jurídicamente conceptos esenciales para regular la estrategia europea para la descarbonización de manera precisa y adaptable a las distintas industrias.

Aunque la doctrina es unánime al entender que el medio ambiente es, en realidad, un concepto jurídico indeterminado⁶³, dicha indeterminación no es absoluta. En este sentido, la jurisprudencia del Tribunal de Justicia de la UE entiende que tanto el agua, como el

⁶⁰ Espíndola, C. y Valderrama, J.O., “Huella del Carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas”, *Información tecnológica*, Vol. 23, Nº 1, 2012. Disponible en: <https://research.ebsco.com/c/ixu5zv/search/details/7n5htwqjib?db=a9h> (Última consulta: 18 de febrero de 2025).

⁶¹ Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 por la que se establece un Régimen para el Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo.

⁶² Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono.

⁶³ “Configuración del concepto jurídico de contaminación atmosférica en el Derecho Español”, *Regulación jurídico-administrativa de la contaminación atmosférica*, 2014. Disponible en: <https://soluciones-aranzadilaley-es.eu1.proxy.openathens.net> (Última consulta: 16 de febrero de 2025).

suelo y la atmósfera forman parte de las «*matrices medioambientales*»⁶⁴, lo que evidencia que el agua es un elemento esencial del concepto jurídico de medioambiente. Ello revela una concepción del agua como ecosistema, lo que supera la visión tradicionalmente antropocéntrica de este recurso que ha tenido su reflejo en la planificación hidrológica a través del concepto de caudal ecológico, que opera como límite al uso humano del agua.

Por su parte, el legislador europeo entiende que «*el agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal*»⁶⁵. Dicha consideración del agua como una suerte de «*bien comercial*» cualificado dio lugar a la discusión doctrinal sobre si el agua debe entenderse, desde el punto de vista humano, como recurso natural o económico y, en consecuencia, de si la gestión del agua debe ser de titularidad pública o privada.

Para solventar dicha discusión, basta con acudir al Derecho Romano. Ya en la obra de Cicerón, el bien jurídico del agua era considerado como «*communia*» esto es, «*iis utilia, qui accipiunt, danti non molesta*» (un bien que puede ser ofrecido a los demás sin perturbar a quien lo produce), puesto que se trata de un recurso natural al que todos los ciudadanos deben tener acceso⁶⁶. Así, Celso establece la base del régimen jurídico actual del agua al entender que el uso del recurso con fines económicos debe regirse por un sistema de concesiones, de lo que se desprende la titularidad pública del agua, de suerte que, aquellos usos que perturben la libertad de uso del resto no deben ser concedidos («*id concedendum non esse*»)⁶⁷. Esta idea no solo es fundamental por ser la base del sistema regulatorio actual, que establece que el agua es un bien de dominio público, sino porque de ella se desprenden dos notas esenciales del agua como bien jurídico: por una parte, su carácter de recurso natural al que todos deben tener un acceso garantizado y, por otra, su

⁶⁴ Tribunal de Justicia de la Unión Europea (Gran Sala), Sentencia de 25 de junio de 2024, C-626/22, C. Z. y otros c. Ilva SpA in Amministrazione Straordinaria y otros, ECLI:EU:C:2024:542. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal/PDF> (Última consulta: 16 de febrero 2025).

⁶⁵ Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un Marco Comunitario de Actuación en el ámbito de la Política de Aguas.

⁶⁶ Cangelosi, E., “El agua entre los «*communia*». Aspectos culturales y aspectos jurídicos de una protección del agua en el mundo romano clásico”, *Estudis d’història agrària*, nº 24, 2012, p. 187. Disponible en: <https://revistes.ub.edu/estudishistoriaagraria> (Última consulta: 25 de febrero de 2025).

⁶⁷ Periñán, B., “El mar, ¿res communis omnium? Dogma y realidad desde la óptica jurisprudencial”, *Revista Internacional de Derecho Romano*, Nº 21, 2018, pp. 682–749. Disponible en: <https://reunido.uniovi.es/index.php/ridrom/article/view/18128/14904> (Última consulta: 25 de febrero de 2025).

carácter económico supeditado a la garantía de acceso universal al agua como recurso natural.

Esta idea del carácter prioritario del acceso universal al agua sobre cualesquiera otros usos de naturaleza económica lleva a la consideración del agua como un derecho subjetivo. Algunos autores consideran que al mencionado derecho al agua no se le ha atribuido aún un pleno reconocimiento *stricto sensu* en las normas internacionales, lo que sería deseable en aras a alcanzar el objetivo de seguridad hídrica⁶⁸. Más allá de la cuestión del reconocimiento, otros autores entienden que el derecho al agua es un auténtico derecho humano en tanto en cuanto se erige como el *soporte* de otros derechos tales como el derecho a la vida, a la dignidad humana, a un medio ambiente adecuado o a una vivienda digna, entre otros⁶⁹. De acuerdo con esta tesis, el Tribunal Europeo de Derechos Humanos consideró en el año 2020 que la falta de acceso prolongada y persistente al agua potable puede suponer una grave afección a la salud y la dignidad humana que deben entenderse como una violación del derecho a la vida privada y el domicilio, recogido en el artículo 8 del Convenio Europeo de Derechos Humanos⁷⁰.

Así las cosas, queda claro que el agua es un tanto un derecho humano y un recurso económico, como un matriz ambiental que merece una especial protección. En consecuencia, no se puede evaluar la idoneidad ambiental del hidrógeno verde en base al principio de adicionalidad⁷¹ y a sus emisiones GEI⁷², como se hace en el régimen jurídico actual referido anteriormente⁷³, puesto que ello supone dejar de lado la evaluación de las elevadas cantidades de agua que son requeridas para su producción.

Para entender la importancia de la disponibilidad del agua en el marco de la apuesta europea por el hidrógeno verde como elemento clave de una economía descarbonizada, se ha de partir de la cantidad de agua requerida para la producción de un kilogramo de hidrógeno verde. De manera aproximada, se estima que para la producción de 1 kilogramo

⁶⁸ Salinas Alcega, S., “La insuficiente aproximación internacional al derecho humano al agua”, *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, Nº 53, 2022. Disponible en: <https://soluciones-aranzadilaley-es.eul.proxy.openathens.net/Content/Documento.aspx> (Última consulta: 4 de marzo de 2025).

⁶⁹ Loperena Rota, D., "El agua como derecho humano", en González-Varas Ibáñez, S. (coord.), *Nuevo Derecho de aguas*, 1^a Edición, Cizur Menor, Aranzadi, 2007, p. 85.

⁷⁰ Tribunal Europeo de Derechos Humanos, Sentencia de 10 de marzo de 2020, Asunto *Hudorovic y otros c. Eslovenia* (Applications N° 24816/14 y 25140/14). Disponible en: <https://hudoc.echr.europa.eu> (Última consulta: 4 de marzo de 2025).

⁷¹ Reglamento Delegado (UE) 2023/1184..., *op. cit.*, 2023

⁷² Reglamento Delegado (UE) 2023/1185..., *op. cit.*, 2023

⁷³ *Vid.*, p. 18.

de hidrógeno renovable a partir de procesos de electrólisis alcalina, contando tanto con el agua necesitada para la reacción como con la requerida para la refrigeración del sistema, se requiere el uso consumtivo de unos 22,3 litros de agua por kilogramo de hidrógeno producido⁷⁴. Por su parte, se ha de destacar que el ya citado Plan REPowerUE establece el objetivo de producción de 10 millones de toneladas de hidrógeno renovable por Estado miembro para el año 2030. Para cumplir con ese objetivo, cada Estado miembro tendría una demanda de agua aproximada de 223 hectómetros cúbicos de agua. Este dato debe ponerse en contraste con la reserva hídrica nacional, que, con carácter previo al temporal de lluvias producido a la fecha de presentación del presente trabajo, era de 32.583 hectómetros cúbicos⁷⁵, por lo que la demanda de agua requerida para cumplir con el objetivo de producción de hidrógeno verde por parte de la UE representa un incremento 1,46% en un contexto de crecientes sequías en el que se empiezan a imponer restricciones a determinados usos del agua⁷⁶.

Además, algo que no tiene en cuenta la Comisión Europea en los objetivos arriba mencionados es, como ya se adelantaba en el Capítulo II, que no todos los Estados miembros tienen los mismos recursos, ni económicos ni naturales, para la producción de hidrógeno verde, por lo que sus niveles de producción serán razonablemente desiguales. En este sentido, se ha de destacar que España encabeza la lista de países con mayor potencial de producción de hidrógeno verde en la UE. A modo de ejemplo, el llamado Proyecto Catalina, que se está desarrollando en Aragón y recientemente ha recibido una cuantiosa concesión de ayuda por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico⁷⁷, ha solicitado recientemente a la Comisaría de Aguas de la Confederación

⁷⁴ IRENA y Bluerisk, *Water for hydrogen production...*, *op. cit.*, 2023, p. 6.

⁷⁵ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Boletín Hidrológico Peninsular”, febrero de 2025. Disponible en: <https://miteco.maps.arcgis.com/apps/dashboards/912dfee767264e3884f7aea8eb1e0673> (Última consulta: 10 de febrero de 2025).

⁷⁶ *Vid.*, Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento (AEOPAS), “Informe sobre la situación de la sequía. 4º Trimestre del año hidrológico 2023-2024”, 2024. Disponible en: https://www.aeopas.org/wp-2024_InformeSequia-AEOPAS_.pdf (Última consulta: 12 de marzo de 2025).

⁷⁷ Propuesta de Resolución Provisional del Director General de E.P.E Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), M.P., por la que se aprueba la concesión de ayudas correspondientes a la primera convocatoria del programa de incentivos para proyectos de producción y consumo de hidrógeno renovable (Clústeres o valles) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – Next GenerationEU, publicada mediante la Resolución de 30 de julio de 2024 de E.P.E Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), M.P.(extracto publicado en B.O.E. núm. 186 de 2 de agosto de 2024), y cuyas bases reguladoras fueron establecidas mediante la Orden TED/801/2024, de 26 de julio, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (B.O.E. núm. 183, de 30 de julio de 2024). Disponible en:

Hidrográfica del Ebro una concesión de aprovechamiento de aguas por un volumen anual de 4,2 hectómetros cúbicos⁷⁸. Sin embargo, solo en Aragón existen actualmente 13 proyectos de producción de hidrógeno verde y, a nivel nacional, la cifra asciende a 170 proyectos⁷⁹. Por esta razón, la Confederación Hidrográfica del Ebro afirma que «*es esperable un crecimiento de la demanda de agua para la producción de hidrógeno verde*» y maneja unos datos de demanda de agua aún menos halagüeños que los arriba mencionados, pues estima que para la producción de 1 kg de hidrógeno verde se requieren 35 litros de agua⁸⁰. Todo ello evidencia que, aunque los datos no son exactos y la demanda de agua por kilogramo de hidrógeno producido puede variar de un proyecto a otro, el estrés hídrico aumentará significativamente a medida que se pongan en marcha los distintos proyectos de hidrógeno verde. Ello tendrá un especial impacto sobre los caudales ecológicos de cuenca si se tiene en cuenta que, como se adelantaba en el Capítulo I⁸¹, la producción de hidrógeno verde requiere un uso consuntivo de los recursos hídricos.

Además, no es ocioso destacar que los operadores económicos del mercado del hidrógeno no serán los únicos competidores por el uso industrial del agua. En los últimos años, el auge de la inteligencia artificial ha llevado al surgimiento de una nueva inversión que parece no tener techo: los centros de datos. Sobre ellos poco se puede saber, pues la doctrina más reciente establece que el principal problema es la falta de transparencia de los operadores económicos del sector sobre su demanda real de agua⁸². Esto ha llevado, v.g., a la Confederación Hidrográfica del Ebro a minimizar el impacto de los nuevos

https://sede.idae.gob.es/sites/default/files/documentos/2025/Hidrogeno/H2%20Valles/h2cluster_prop_resol_provis_adjudicacion_v02_con_tablas_firmado.pdf

⁷⁸ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Anuncio de la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Ebro sobre información pública de una solicitud de concesión de un aprovechamiento de aguas públicas en el término municipal de Calanda (Teruel)”, BOE núm. 177, 23 de julio de 2024, Sec. V-B, 41532–41533, 2024. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2024/07/23/pdfs/BOE-B-2024-27209.pdf> (Última consulta: 12 de marzo de 2025).

⁷⁹ Cátedra de Estudios sobre Hidrógeno Verde de la Universidad Pontificia Comillas, Mapa de proyectos en España, (s.f.). Disponible en: <https://www.comillas.edu/catedras-de-investigacion/catedra-de-estudios-sobre-el-hidrogeno/mapa-de-proyectos-en-espana/> (Última consulta: 12 de marzo de 2025).

⁸⁰ Confederación Hidrográfica del Ebro, Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrológica del Ebro Cuarto Ciclo (2028 – 2033), *Documentos iniciales del cuarto ciclo de planificación hidrológica (2028-2033) – MEMORIA*, diciembre de 2024, pp. 230 – 231. Disponible en: https://www.chebro.es/documents/20121/2459045/PHE4_pDDII_Memoria_V05.pdf/ (Última consulta: 7 de marzo de 2025).

⁸¹ *Vid.*, p. 12.

⁸² Cisneros Cabrerizo, E., “Impacto material de la inteligencia artificial desde la perspectiva de la lucha contra el cambio climático con especial mención a los recursos hídricos”, en Salinas Alcega, S., *Iniciativas normativas para avanzar en la transición ecológica*. 1^a Edición, Valencia. Editorial Tirant Lo Blanch, 2025, p. 707.

centros de datos sobre la disponibilidad de agua, hasta el punto de considerar que tendrán «*efectos próximos a imperceptibles, salvo en casos muy locales*»⁸³. Sin embargo, a pesar de la falta de transparencia, tanto la literatura científica como la experiencia vivida en otros países permiten afirmar con claridad que la demanda de agua para el enfriamiento de los equipos de los centros de datos será más que significativa. En concreto, se estima que durante el año 2022 los centros de datos de *Google* consumieron una media de 21 billones de litros de agua potable⁸⁴; una cantidad desmesuradamente superior a la demanda media anual de agua mencionada *ut supra* para la producción de hidrógeno verde.

Todo lo anterior revela que, aún con incertidumbres, el horizonte 2030 vendrá marcado por un aumento más que significativo de la demanda de agua para usos industriales que enfrentará a distintos operadores económicos y que, sin duda, comportará un aumento del estrés hídrico con especial incidencia en zonas tensionadas. En este sentido, se ha de tener en cuenta que se estima que en 2050 las sequías afectarán a un 70% del territorio español habida cuenta del proceso de desertificación en que está incurso⁸⁵. Ello no solo plantea un escenario de especial incertidumbre para los operadores económicos del hidrógeno verde, habida cuenta del carácter esencial del agua para su producción, sino un impacto ambiental significativo que pone de manifiesto la necesidad de revisión del marco regulatorio actual.

3.2 Falta de instrumentos para la evaluación del impacto ambiental asociado a la producción de hidrógeno verde

3.2.1 Falta de referencias al agua en la definición de hidrógeno renovable

Como se ha mencionado, ni el marco jurídico europeo ni el nacional abordan la cuestión del estrés hídrico derivado de la demanda de agua para usos energéticos. Dado que el mercado interior del hidrógeno es, en realidad, un nuevo mercado del agua, resulta

⁸³ “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrológica del Ebro...”, *op. cit.*, 2024, p. 234.

⁸⁴ Gupta, J. *et al.*, AI’s excessive water consumption threatens to drown out its environmental contributions, *Science-Policy Brief for the Multistakeholder Forum on Science, Technology and Innovation for the SDGs*, 2024. Disponible en: <https://sdgs.un.org/2024-05/Gupta, et al. AIs excessive water consumption.pdf> (Última consulta: 7 de marzo de 2025).

⁸⁵ Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España (coord.), *España 2050: Fundamentos y Propuestas para una Estrategia Nacional de Largo Plazo*, Madrid, 2021, p. 165.

llamativo que el legislador europeo no haya tenido en cuenta la delicada cuestión del acceso al agua en la actual regulación del hidrógeno verde.

En toda la literatura normativa del hidrógeno en el ámbito de la UE, la única definición jurídica expresa del concepto de hidrógeno renovable aparece en la Estrategia Europea del Hidrógeno, que lo define como *«el hidrógeno producido mediante la electrólisis de agua (en un electrolizador alimentado por electricidad), y con la electricidad procedente de fuentes renovables»*⁸⁶. Aunque al tratarse de una Comunicación la definición carece de valor normativo, desde luego parece haber marcado las bases de la definición actual, pues si bien se hace mención al agua como fuente primaria de la que se extrae el hidrógeno renovable, queda totalmente abierta la posibilidad de emplear cualquier tipo de agua y, sobre todo, de extraerla incluso de zonas con poca disponibilidad del recurso sin que ello afecte al carácter renovable del hidrógeno finalmente producido.

Como se adelantó en el Capítulo II, la definición de hidrógeno renovable recogida en el Reglamento Delegado (UE) 2023/1184⁸⁷ y en el Reglamento Delegado (UE) 2023/1185⁸⁸ se centra exclusivamente en definir el carácter de RFNBO del hidrógeno, basándose en las emisiones GEI liberadas a través de la electricidad empleada durante los procesos de electrólisis. Esta definición indirecta del concepto de hidrógeno renovable es la única que goza actualmente de fuerza normativa, pues ni la Directiva (UE) 2024/1788⁸⁹ ni el Reglamento (UE) 2024/1789⁹⁰ aportan una definición más precisa. Ello puede resultar problemático, no solo desde el punto de vista ambiental, sino también para el correcto funcionamiento del mercado interior del hidrógeno, pues a medida que los Estados miembros vayan transponiendo la mencionada Directiva, no será extraño encontrar definiciones nacionales que sí añadan requisitos de respeto de los caudales ecológicos de cuenca para considerar el hidrógeno como verdaderamente renovable.

En el caso de España, la norma de transposición de la Directiva (UE) 2023/1185 aún no se ha presentado en el Congreso de los Diputados ni se ha emitido siquiera el informe preceptivo del Consejo de Estado, por lo que no se puede afirmar si la futura norma

⁸⁶ López-Ibor Mayor, V., *Introducción al Derecho Europeo de la Energía...*, op. cit., 2024, p. 149.

⁸⁷ Reglamento Delegado (UE) 2023/1184... op. cit., 2023

⁸⁸ Reglamento Delegado (UE) 2023/1185... op. cit., 2023

⁸⁹ Directiva (UE) 2024/1788... op.cit., 2024

⁹⁰ Reglamento (UE) 2024/1789... op.cit., 2024

profundizará o no en la cuestión del agua. Sin embargo, existen algunos antecedentes que revelan una mayor concienciación en el ámbito nacional sobre la necesidad de supeditar la concesión de uso del agua para la producción de hidrógeno verde al de la disponibilidad de los recursos hídricos y, especialmente, a los caudales ecológicos de cuenca. En este sentido, en la Proposición de Ley del Hidrógeno del año 2021 presentada por el Grupo Parlamentario Popular se establecía lo siguiente:

*«Asimismo, la Administración General del Estado, a través del Ministerio competente, desarrollará reglamentariamente las condiciones de acceso al recurso hídrico del dominio público hidráulico y marítimo para la producción de hidrógeno, en cumplimiento con los objetivos ambientales de la Directiva Marco de Agua en cuanto a la calidad de las masas de agua y los regímenes de caudales ecológicos en los planes hidrológicos de cuenca. Igualmente se favorecerá el uso del agua procedente de la depuración de aguas residuales urbanas, al objeto de fomentar la producción de hidrógeno distribuida».*⁹¹

Esa misma lógica parece imponerse, en relación con la producción de electricidad a través del dominio público hidráulico, en la ya mencionada Ley de Cambio Climático y Transición Energética. Así, su artículo 7.1 establece que *«[..] se promoverán, en particular, las centrales hidroeléctricas reversibles, siempre que cumplan con los objetivos ambientales de las masas de agua y los regímenes de caudales ecológicos fijados en los planes hidrológicos de cuenca y sean compatibles con los derechos otorgados a terceros, con la gestión eficiente del recurso y su protección ambiental»*⁹².

Por otra parte, la propia Oficina de Ciencia y Tecnología del Congreso de los Diputados ya advierte que, dado que los países con mayor potencial de producción de hidrógeno verde están sometidos a un elevado estrés hídrico en la actualidad, *«la implantación de proyectos a escala local requiere de un estudio particularizado para alcanzar un desarrollo sostenible que aborde el consumo de agua con relación al sector*

⁹¹ Artículo 18.3 de la Proposición de Ley del Hidrógeno 122/000150, de 26 de julio de 2021, presentada por el Grupo Parlamentario Popular en el Congreso de los Diputados, Núm. 175-1, XIV Legislatura.

⁹² Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático... *op. cit.*, 2021, artículo 7.1.

energético y alimentario»⁹³. En relación con la cuestión del estrés hídrico, la UNESCO advierte que éste se verá significativamente incrementado como consecuencia de los efectos del cambio climático y que ello tendrá especiales repercusiones sobre la industria energética, que podrá ver alterada su capacidad productiva y enfrentará riesgos regulatorios, v.g., en relación con la modificación de criterios para la concesión de usos del agua⁹⁴.

Todo lo anterior viene a evidenciar que, en efecto, la disponibilidad de agua debe ser incluida en la definición jurídica del hidrógeno verde como límite ambiental imprescindible para el desarrollo de un mercado del hidrógeno verdaderamente sostenible, pero también como elemento de certidumbre para los operadores económicos. Y es que, como se ha venido mencionando, la producción de hidrógeno verde requiere de dos elementos igualmente importantes. Por una parte, se requiere energía eléctrica de origen renovable, lo que exige proximidad física a parques eólicos y fotovoltaicos, que generalmente se encuentran en zonas de elevado estrés hídrico⁹⁵, y, por otra parte, el acceso a grandes masas de agua dulce⁹⁶, pues el uso de agua marina desalinizada, a parte de llevar grandes costes aparejados que encarecerían significativamente los procesos de producción, supone la alteración ambiental y paisajística de la construcción de las desaladoras, así como la liberación de emisiones GEI durante el proceso industrial y el vertido de salmueras, que generan impactos significativamente negativos sobre la flora y fauna marinas⁹⁷.

Así, resulta necesario que la regulación europea adopte una definición del hidrógeno renovable que, sin olvidar el requisito de neutralidad de emisiones GEI, incluya el respeto a los caudales ecológicos de cuenca para que ésta sea verdaderamente equilibrada. Lo contrario es el escenario actual, en el que la necesidad de mantener proximidad con parques eólicos y solares ha llevado a que existan 26 proyectos de hidrógeno verde en

⁹³ Hidrógeno verde como combustible... *op. cit.*, 2022.

⁹⁴ UNESCO y ONU-Agua, Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático, París, 2020, p. 112 – 113. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611> (Última consulta: 7 de marzo de 2025).

⁹⁵ La revolución del hidrógeno..., *op. cit.*, 2022, p. 47 – 48.

⁹⁶ *Id.*

⁹⁷ Blanquer, D., “Público y privado en el régimen jurídico de la desalación del agua”, *Actualidad jurídica de Uriá & Menéndez*, Nº 9, 2004, p. 44. Disponible en: https://www.uriá.com/publicaciones/1306/documento/art_2.pdf (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

Andalucía⁹⁸, la región de España con mayores problemas de acceso al agua, cuyos embalses, a la fecha de presentación de este trabajo, se encuentran en un 46,44% de capacidad⁹⁹. En consecuencia, una definición de hidrógeno renovable de *lege ferenda* debería seguir el siguiente tenor literal:

Se entenderá por hidrógeno renovable aquel que sea producido a partir de la electrólisis del agua, respetando los caudales ecológicos de los planes hidrológicos de cuenca y los objetivos medioambientales de la Directiva Marco de Agua en cuanto a la calidad de las masas de agua, a partir de electricidad totalmente renovable según las normas del artículo 3 del Reglamento Delegado (UE) 2023/1184, de la Comisión, de 10 de febrero de 2023, por el que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo una metodología común de la Unión en la que se definan normas detalladas para la producción de carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico y siguiendo la metodología de cálculo de emisiones GEI establecida en el Anexo del Reglamento Delegado (UE) 2023/1185, de la Comisión, de 10 de febrero de 2023 que completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo un umbral mínimo para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero aplicable a los combustibles de carbono reciclado y especificando una metodología para evaluar la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero derivada de los carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico y de los combustibles de carbono reciclado.

Como puede observarse, esta definición de *lege ferenda* busca apartarse de los requisitos de adicionalidad y correlación temporal y geográfica establecidos por el ya mencionado Reglamento (UE) 2023/1184. Ello es así porque, tal y como se expuso en el Capítulo II, dichos requisitos pueden suponer un incremento de costes y, en general, una carga para los operadores económicos que pueden lastrar el desarrollo del mercado del hidrógeno verde. Con ello, la norma europea se aproximaría más al dinamismo de la

⁹⁸ Mapa de proyectos..., *op. cit.*, (s.f.).

⁹⁹ Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Resumen general de embalses por provincias, (s.f.). Disponible en: <https://www.chguadalquivir.es/saih/RecProvMapa.aspx> (Última consulta: 12 de marzo de 2025).

norma estadounidense¹⁰⁰, manteniéndose más rigurosa en relación con las emisiones GEI y aportando certidumbre a los operadores económicos en relación con la disponibilidad de agua para la producción de hidrógeno renovable.

3.2.2 *Pérdida de elementos de control ambiental*

La necesidad de la UE por alcanzar rápidamente sus objetivos de independencia energética y descarbonización de la economía está llevando a la necesidad de agilizar los procedimientos administrativos relacionados tanto con el desarrollo de proyectos de producción de energía renovable, como con el resto de su cadena de valor. En este sentido, como ya se mencionaba en el Capítulo II, la Directiva (UE) 2018/2001, establece en su artículo 15.1 a) la obligación de los Estados miembros de velar por que «*los procedimientos administrativos se simplifiquen y aceleren*»¹⁰¹. Todo ello debe hacerse en base al principio de «*primero, la eficiencia energética*», cuya definición a través del artículo 2 del Reglamento (UE) 2018/1999 implica, como se expone en el Cdo. 64, que «*la eficiencia energética se trate como un elemento crucial y una consideración fundamental en las futuras decisiones sobre inversiones en infraestructuras energéticas en la Unión*»¹⁰².

Lo anterior supone la positivación de un interés político, como es la eficiencia energética, bajo la forma de un principio que, como se verá, reduce la función protectora del medioambiente de las Administraciones Públicas. Así, el principio de «*primero, la eficiencia energética*» contribuye al desarrollo de un modelo energético más sostenible, pero también un mayor desequilibrio del binomio energía-medioambiente que, sin duda, obedece a una estrategia que peca de cortoplacista¹⁰³.

¹⁰⁰ Inflation Reduction Act..., *op. cit.*, 2022.

¹⁰¹ *Vid. p. 18*

¹⁰² Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.o 663/2009 y (CE) n.o 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) n.o 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo.

¹⁰³ Ruiz de Apodaca Espinosa, Á., “Evaluación de impacto ambiental: la aceleración de los proyectos de energías renovables aminora la exigencia de evaluación”, *Anuario de Derecho Ambiental. Observatorio de políticas ambientales*, Fascículo 1, 2023, p. 364. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho/pdf (Última consulta: 19 de marzo de 2025).

A lo anterior se debe añadir que, como se adelantaba al principio de este Capítulo¹⁰⁴, la estrategia ambiental europea se ha articulado sobre el concepto de huella de carbono como elemento para determinar la oportunidad de las distintas fuentes de producción de energía. Bajo esa premisa, se ha venido construyendo una presunción *iuris tantum* de que las fuentes de producción de energías renovables no generan perjuicios medioambientales. En ese sentido, basta citar la Recomendación (UE) 2022/822 de la Comisión Europea en la que se instaba a los Estados miembros a «*limitar al mínimo necesario las “zonas de exclusión” en las que no pueden desarrollarse las energías renovables*»¹⁰⁵. Todo ello encuentra su corolario en el Reglamento (UE) 2022/2577, que establece en su artículo 3 que la práctica totalidad de la cadena de valor asociada a la energía procedente de fuentes renovables es de interés público superior y contribuye «*a la salud y la seguridad públicas*»¹⁰⁶.

Así las cosas, tanto la necesidad de limitar al mínimo las zonas de exclusión para el desarrollo de energías renovables como la presunción de que éstas son positivas para el medioambiente han tenido reflejo en la norma española. De este modo, durante el año 2022 tanto la guerra de Ucrania como la erupción del volcán de La Palma dieron lugar a una serie de Decretos en los que se incluyeron disposiciones de distinta naturaleza, entre ellas, medioambiental.

Bajo el nombre de «*medidas para la agilización de los procedimientos relativos a los proyectos de energías renovables*», el Real Decreto-ley 6/2022 dio lugar a un nuevo procedimiento de evaluación de impacto ambiental abreviado que sería de aplicación para proyectos de energía renovable eólica y solar (en concreto, proyectos eólicos con una potencia instalada igual o inferior a 75 MW y proyectos de energía solar fotovoltaica con una potencia instalada igual o inferior a 150 MW) ubicados en zonas de sensibilidad baja y moderada según la herramienta de zonificación ambiental para la implantación de energías renovables elaborada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto

¹⁰⁴ *Vid.*, p. 18.

¹⁰⁵ Recomendación (UE) 2022/822 de la Comisión, de 18 de mayo de 2022, sobre la aceleración de los procedimientos de concesión de permisos para los proyectos de energías renovables y la facilitación de los contratos de compra de electricidad. Disponible en: <https://www.boe.es/2022.pdf> (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

¹⁰⁶ Reglamento (UE) 2022/2577 del Consejo, de 22 de diciembre de 2022, por el que se establece un marco para acelerar el despliegue de energías renovables.

Demográfico¹⁰⁷. Sobre el alcance de dicha reforma, la doctrina entiende que supone una sustitución del «*procedimiento de evaluación ambiental simplificada por uno aún más breve*» y denuncia que «*no prevea ningún trámite para la participación del público interesado, tal como lo exigen tanto la Directiva 2011/92/UE para el procedimiento de selección de proyectos (art. 4.4), como el Convenio de Aarhus sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente, ratificado por España en el 2005 (art. 6)*»¹⁰⁸.

Por su parte, el Real Decreto-ley 11/2022¹⁰⁹ supone una mejora respecto al Real Decreto-ley 6/2022. Por una parte, excluye a los proyectos ubicados en zonas de sensibilidad moderada del acceso al nuevo procedimiento de evaluación ambiental y, por otra, refuerza la participación pública al establecerse un periodo de exposición de los proyectos de quince días en los cuales los ciudadanos pueden presentar alegaciones. Ello supuso, según la doctrina, una mejora en términos de protección ambiental y un refuerzo necesario de la participación pública¹¹⁰. Sin embargo, dichas mejoras duraron poco, pues el Real Decreto-ley 20/2022¹¹¹, inspirado en la presunción *iuris tantum* arriba mencionada, supone un agravamiento definitivo del régimen de por sí laxo establecido por el mencionado Real Decreto-ley 6/2022. Resumidamente, el Real Decreto-ley 20/2022 amplia el uso del procedimiento abreviado anteriormente mencionado a todos los proyectos de energía renovable sin limitar la tecnología utilizada y elimina el requisito de ubicación en zonas de baja sensibilidad, pudiéndose aplicar a zonas de sensibilidad alta o muy alta, con excepción de la Red Natura 2000, los espacios naturales protegidos y el medio marino. Además, no se exige la evaluación de impacto ambiental si los informes de afecciones ambientales no lo requieren, ni la publicación de los proyectos

¹⁰⁷ Real Decreto-ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania.

¹⁰⁸ Lozano Cutanda, B., “Real Decreto-ley 6/2022: el nuevo procedimiento de determinación de afección ambiental aplicable a determinados proyectos de energías renovables”, *Actualidad Jurídica Ambiental*, nº 123, 2022, p. 8 – 10. Disponible en: <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/2022-Afeccion-ambiental.pdf> (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

¹⁰⁹ Real Decreto-ley 11/2022, de 25 de junio, por el que se adoptan y se prorrogan determinadas medidas para responder a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania, para hacer frente a situaciones de vulnerabilidad social y económica, y para la recuperación económica y social de la isla de La Palma.

¹¹⁰ Evaluación de impacto ambiental..., *op. cit.*, 2023, p. 373.

¹¹¹ Real Decreto-ley 20/2022, de 27 de diciembre, de medidas de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la Guerra de Ucrania y de apoyo a la reconstrucción de la isla de La Palma y a otras situaciones de vulnerabilidad.

renovables en ningún Diario Oficial, volviéndose a la omisión de la participación pública¹¹².

A la luz de lo anterior, son numerosas las críticas que pueden hacerse al nuevo régimen de evaluación de impacto ambiental en lo que a las energías renovables se refiere. En primer lugar, resulta evidente que se trata de un sistema que se aparta totalmente de la protección ambiental *stricto sensu* en aras al desarrollo energético, lo que sin duda encaja con la primacía del artificioso principio de «*primero, la eficiencia energética*» referida más arriba. Además, la omisión de cualquier tipo de referencia a la información y participación públicas «*plantea importantes problemas de compatibilidad con el Convenio de Aarhus de 1998 y con la vigente Ley 27/2006, de información, participación y acceso a la justicia en materia de medio ambiente*»¹¹³. Ello supone, más allá del conflicto normativo, una disminución casi absoluta de la trazabilidad de los proyectos que responde a una estrategia energética cortoplacista y cada vez más ajena al medioambiente.

Así lo anterior, se ha de tener en cuenta el principio de justicia intergeneracional como un elemento clave del Derecho Ambiental, construido a partir de la expresión «*familia humana*» a que hace referencia el preámbulo de la Declaración Universal de los Derechos Humanos¹¹⁴. Posteriormente, fue positivizado en el artículo 3 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático¹¹⁵, que busca proteger el derecho al medioambiente de las generaciones futuras, convirtiendo a las generaciones presentes en depositarias de ese derecho¹¹⁶. En definitiva, se trata de un principio rector del ordenamiento jurídico-ambiental en cuanto establece que todas las generaciones tienen el mismo valor en relación con el ecosistema, que imposibilita la primacía de unas sobre otras¹¹⁷. Así, tanto el uso del medioambiente como las normas que lo rigen deben

¹¹² Evaluación de impacto ambiental..., *op. cit.*, 2023, p. 377.

¹¹³ *Id.*

¹¹⁴ Declaración Universal de Derechos Humanos, Asamblea General de las Naciones Unidas, Resolución 217 A (III), 10 de diciembre de 1948.

¹¹⁵ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Documento FCCC/INFORMAL/84, 9 de mayo de 1992.

¹¹⁶ Redgwell, C., “Principles and Emerging Norms in International Law: Intra- and Inter-generational Equity”, en Gray, K. R. (ed.) *et al.*, *The Oxford Handbook of International Climate Change Law*, 1^a Edición, Oxford University Press, Oxford, 2016, pp. 191.

¹¹⁷ Brown Weiss, E., “In Fairness To Future Generations and Sustainable Development”, *American University International Law Review*, Vol. 8, Nº 1, 1992, p. 20. Disponible en: <https://digitalcommons.wcl.american.edu/cgi/viewcontent.cgi?article> (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

tener en cuenta también a las generaciones futuras, por lo que la protección del Derecho Ambiental debe proyectarse a largo plazo.

Además, se ha de destacar que el marco regulatorio actual de las evaluaciones de impacto ambiental de los proyectos de energía renovable supone una relajación profunda de los principios más elementales del Derecho Ambiental. De esta manera, aunque el propósito de este trabajo no es profundizar en el contenido del principio de prevención¹¹⁸, basta acudir al Principio 17 de la Declaración de Río de 1992, que entiende que la evaluación de impacto ambiental es un instrumento del Estado «*respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente*»¹¹⁹, para constatar que tanto el legislador europeo como el nacional se han apartado drásticamente del principio de prevención en lo que a la evaluación ambiental de proyectos de energía renovable se refiere. Ello obedece, como se ha mencionado *ut supra*, a una estrategia energética cortoplacista y contraria a la lógica que subyace al principio de prevención. En consecuencia, se puede apreciar un cambio de ciclo en la orientación de las políticas ambientales de la UE, de suerte que donde antes se buscaba vincular a las Administraciones Pùblicas para prevenir posibles daños ambientales, la actual preeminencia del principio de «*primero, la eficiencia energética*» invita a que éstas desoigan la posibilidad de dichos daños ambientales al vaciar de contenido las evaluaciones de impacto ambiental en aras a una mayor dinamización y desarrollo del mercado energético.

Por otra parte, como se adelantaba anteriormente, el Real Decreto-ley 20/2022 abre la posibilidad de acogerse al nuevo procedimiento de determinación de afección ambiental a cualquier tipo de proyecto renovable, lo que permite que también los proyectos de hidrógeno verde se beneficien de él. Ello resulta especialmente gravoso si atiende a la elevada demanda de agua dulce de estos proyectos¹²⁰. En este sentido, parece que también se está produciendo una relajación severa del principio de precaución que,

¹¹⁸ *Vid.*, Silva Hernández, S., “Principio de precaución y precautorio en materia ambiental”, *Revista Jurídica Derecho*, Vol. 8, Nº 11, 2019, pp. 93 – 106. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/rjd/v8n11/v8n11_a06.pdf (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

¹¹⁹ Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), A/CONF.151/26 (Vol. I), del 3 al 14 de junio de 1992.

¹²⁰ *Vid.*, pp. 21 – 22.

recogido en el artículo 191.2 TFUE¹²¹, supone un mandato de prudencia para los poderes públicos según el cual estos deben tomar las medidas necesarias para evitar daños para la salud y/o el medioambiente incluso en aquellos casos en los que no existe una evidencia científica concluyente¹²². Aunque un análisis *in extenso* de los elementos y la casuística de aplicación del principio de precaución excede el objetivo de este trabajo¹²³, resulta pacífico afirmar que existe en la actualidad una incertidumbre en torno a la seguridad en el manejo del hidrógeno, habida cuenta de su volatilidad e inflamabilidad¹²⁴, y al incremento del estrés hídrico¹²⁵, que evidencian la necesidad de una actuación más cautelosa por parte de las Administraciones Públicas. Y es que centrando el análisis en el mencionado aumento del estrés hídrico que puede suponer la demanda de agua dulce para la producción de hidrógeno verde, la doctrina entiende que la alteración cuantitativa de las aguas supone un daño medioambiental siempre que esté relacionado con los conceptos de referencia de la Comisión Europea¹²⁶, según los cuales se puede entender como daño a las aguas «*cualquier daño que produzca efectos adversos significativos tanto en el estado ecológico, químico y cuantitativo de las masas de aguas superficiales o subterráneas, como en el potencial ecológico de las masas de agua artificiales y muy modificadas; o en el estado medioambiental de las aguas marinas*»¹²⁷. En definitiva, si la evidencia científica hasta aquí referenciada establece la posibilidad de un incremento significativo del estrés hídrico en determinadas zonas tensionadas, resulta evidente la amenaza de un daño medioambiental que justificaría una acción mucho más cautelosa por parte de las Administraciones Públicas. Así, por ejemplo, aunque se criticó razonablemente la remisión legal a la zonificación ambiental por parte del Real Decreto-ley 6/2022 porque dicha herramienta de zonificación no era entonces los suficientemente

¹²¹ Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea.

¹²² Sands, P. et al., *Principles of International Environmental Law*, 4^a Edición, Cambridge University Press, Cambridge, 2018, p. 230.

¹²³ Vid., Bourguignon, D., “The precautionary principle: Definitions, application and governance”, European Parliamentary Research Service, 2015. Disponible en: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2015/573876/EPRS_IDA\(2015\)573876_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2015/573876/EPRS_IDA(2015)573876_EN.pdf) (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

¹²⁴ Renewable Hydrogen Project Risks..., *op. cit.*, 2024, pp. 11 – 12.

¹²⁵ Hidrógeno verde como combustible... *op. cit.*, 2022.

¹²⁶ Comunicación de la Comisión, *Directrices por las que se proporciona un concepto común del término «daño medioambiental» tal como se define en el artículo 2 de la Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales*, (2021/C 118/01) , de 7 de abril de 2021. Disponible en: <https://www.boe.es/2021.pdf> (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

¹²⁷ Beltrán Castellanos, J.M., “El concepto de daño medioambiental”, *Anuario de Derecho Ambiental. Observatorio de políticas ambientales*, Fascículo 1, 2023, p. 387. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho/pdf (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

precisa¹²⁸, sería deseable que el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ejecutara también una zonificación ambiental para el hidrógeno verde que tomará en cuenta el estrés hídrico para evitar un mapa de proyectos de hidrógeno como el actual¹²⁹. Y es que, si bien la doctrina entiende que la «zonificación es indicativa, no vinculante y que no proscribe la implantación de determinados proyectos»¹³⁰, una remisión legal a una herramienta de zonificación apropiada en base a la disponibilidad de recursos hídricos serviría para aportar certidumbre a los operadores económicos.

A escala comunitaria también resultaría necesaria, desde el punto de vista precautorio, una mayor cautela ante el desarrollo del mercado del hidrógeno. Como se ha visto, la demanda de agua dulce supondrá un daño medioambiental significativo en muchas regiones y, aunque la desalinización de agua marina pueda plantearse como una alternativa, lo cierto es que supone un escenario igualmente indeseable. Y es que más allá de las consecuencias medioambientales de las salmueras producidas por el proceso de desalación¹³¹, las desaladoras entendidas como obra hidráulica a tenor del artículo 122 de la Ley de Aguas¹³², requieren la consecución del título administrativo correspondiente para el uso del dominio público hidráulico. Por otra parte, la desalación conlleva el vertido de las salmueras generadas al dominio público hidráulico, lo que requiere de la correspondiente autorización administrativa *ex artículo 57 de la Ley de Costas*¹³³ y, dado que su actividad no supone *per se* la producción de energía renovable, no pueden acogerse al nuevo procedimiento de determinación de afección ambiental antes descrito. Así, en principio, las instalaciones de desalación estarían sometidas al procedimiento de evaluación ambiental simplificada establecido en la Sección 2^a del Capítulo II de la Ley 21/2013¹³⁴. Sin embargo, la realidad es más compleja y plantea dudas que podrían superar el marco jurídico actual. De este modo, se plantea la duda de a qué proceso de evaluación de impacto ambiental deben someterse aquellos proyectos de hidrógeno en los que se

¹²⁸ Real Decreto-ley 6/2022: el nuevo procedimiento..., *op. cit.*, 2022, p. 6.

¹²⁹ *Vid.*, p. 25.

¹³⁰ Ruiz de Apodaca Espinosa, Á., “El procedimiento de evaluación de impacto ambiental a la luz de la Jurisprudencia del TSJ de Galicia como obstáculo a la aceleración de proyectos de energías renovables y su corrección por el Tribunal Supremo”, *Anuario de Derecho Ambiental. Observatorio de Políticas Ambientales*, Fascículo 1, 2024, p. 563. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho/pdf (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

¹³¹ *Id.*

¹³² Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

¹³³ Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

¹³⁴ Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

produce la desalación del agua marina a través del calor residual de la electrólisis¹³⁵, pues dichos proyectos son, por una parte, desaladoras y, por otra, fuente de producción de un vector energético renovable. Ante esa disyuntiva, parece que la opción más razonable y garantista sería someterlos al procedimiento establecido para las desaladoras por la Ley 21/2013. Sin embargo, vista la tendencia actual, no sería descartable que finalmente puedan beneficiarse también del procedimiento establecido por el Real Decreto-ley 20/2022 para los proyectos de producción de energía renovable. Dado que las normas actuales no prevén supuestos tan específicos como el anteriormente mencionado y que no se prevé la elaboración de una norma más específica en cuanto a una evaluación de impacto ambiental adaptada al ciclo de producción del hidrógeno verde, se habrá de estar a la jurisprudencia para concretar cuál es la consideración jurídica de ese tipo de proyectos de hidrógeno de cara a su correspondiente procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

3.3 Problemas derivados de la actual planificación de usos del agua

Como se mencionaba anteriormente¹³⁶, el agua es un bien de dominio público. En consecuencia, la producción de hidrógeno verde por parte de personas jurídicas de naturaleza privada sea a través de agua dulce o salada, supone un uso privativo de los recursos hídricos. Además, dado que la electrólisis del agua implica que ésta no pueda ser devuelta al medio del que se extrajo (lo que supone el problema del estrés hídrico al que se ha hecho referencia en epígrafes anteriores), dicho uso es de naturaleza consuntiva. Sobre tales usos, el artículo 52.1 de la Ley de Aguas establece que *«el derecho al uso privativo, sea o no consuntivo, del dominio público hidráulico se adquiere por disposición legal o por concesión administrativa»*.

Dado que la producción de hidrógeno verde supone el consumo sin retorno de grandes masas de agua, la planificación del recurso debe erigirse como un elemento esencial de cualquier estrategia del hidrógeno. Por esta razón se ha venido adelantando lo desafortunado que supone que la UE no haya incluido ninguna referencia al agua en su definición de hidrógeno renovable, entendiendo los caudales ecológicos de cuenca como

¹³⁵ Nuevo, D., “La electrólisis con agua de mar es posible”, *Es Hidrógeno*, 2024. Disponible en: <https://eshidrogeno.com/electrolisis-agua-mar/> (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

¹³⁶ *Vid.*, p. 20.

límite a la demanda de usos de agua¹³⁷. Y es que ello, lejos de lo que podría pensarse, no implica un freno a la competitividad del mercado del hidrógeno, sino un elemento de certidumbre necesario para los operadores económicos que, alentados por la propia Comisión Europea y condicionados por las dependencias propias del hidrógeno renovable, establecen sus proyectos en zonas de elevado estrés hídrico¹³⁸ sin tener en cuenta la disponibilidad de agua de dichas zonas. Ello, en el escenario actual de acusada competitividad por el agua para usos industriales¹³⁹, ha dejado episodios de disidencia entre Administraciones Autonómicas y Confederaciones Hidrográficas. Así, por ejemplo, la Confederación Hidrográfica del Tajo mostró grandes discrepancias con la Junta de Castilla-La Mancha que declaró proyecto de singular interés y otorgó una declaración de impacto ambiental positivo a un centro de datos destinado a consumir un 8% anual de los recursos hídricos asignados a Talavera de la Reina¹⁴⁰.

Lo anterior puede llevar a un debate sobre si la planificación hidrológica debe basarse en la concepción del agua como recurso natural o como recurso económico. Algunos autores entienden que, a pesar del innegable carácter económico del agua, la planificación hidrológica debe tener en cuenta su condición de derecho a humano, dando lugar una *gestión integrada de recursos hídricos*¹⁴¹. En realidad, plantear el debate sobre la planificación hidrológica desde una perspectiva dicotómica resultaría de todo punto infructuoso, pues el agua es indudablemente un recurso natural necesario para la vida, pero también un recurso de naturaleza económica. Con esa lógica integradora, el artículo 60.2 de la Ley de Aguas establece una prelación de usos que otorga primacía al «*abastecimiento de población, incluyendo en su dotación la necesaria para industrias de poco consumo de agua situadas en los núcleos de población y conectadas a la red municipal*». Sobre ello, el Tribunal Supremo dispone que precisamente el orden establecido en la norma revela una preferencia legítima del legislador¹⁴². En tal sentido,

¹³⁷ *Vid.*, p. 25.

¹³⁸ Hidrógeno verde como combustible... *op. cit.*, 2022.

¹³⁹ *Vid.*, p. 22.

¹⁴⁰ Avilés Pozo, A., “La planta de Meta en Talavera rebaja su previsión de uso de agua y aun así se llevará un 8% de la asignada a la ciudad”, *El Diario*, 2023. Disponible en: <https://www.eldiario.es/castilla-la-mancha/social> (Última consulta: 20 de marzo de 2025).

¹⁴¹ Tejado Gallegos, M., “El agua y la producción de hidrógeno desde una perspectiva ambiental”, en García Pachón, M. P. (Ed.), *Derecho de aguas*, Tomo X, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, 2023, p. 274.

¹⁴² Tribunal Supremo, (Sala de lo Contencioso-Administrativo, Sección 5^a). Sentencia núm. 302/2019, de 8 de marzo de 2019, Rec. 4407/2016, ECLI:ES:TS:2019:848. Disponible en: <https://www.poderjudicial.es/search/#> (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

el legislador nacional ha optado por supeditar los usos económicos al abastecimiento, como garantía de acceso universal al agua en tanto que derecho humano y como expresión del interés general.

Como se ha mencionado, el concepto de interés general tiene gran relevancia si se atiende a la planificación de usos, pues el artículo 60.4 de la mencionada Ley de Aguas establece que *«en caso de incompatibilidad de usos, serán preferidos aquellas que satisfagan de mejor manera el interés general, aquellos que hayan sido considerados de utilidad pública o de interés social, aquellos que permitan alcanzar en mayor medida los objetivos de la planificación hidrológica y los objetivos de la planificación en materia de transición energética y cambio climático, aquellos que introduzcan mejoras técnicas que redunden en un menor consumo de agua, o en el mantenimiento o mejora del estado de las masas de agua»*. Como puede verse, se establece como criterio para resolución de incompatibilidades el favorecimiento a la consecución de *los objetivos en materia de planificación energética* como criterio a parte del interés general. Sin embargo, son dos caras de la misma moneda si se atiende a lo dispuesto por el ya mencionado Reglamento (UE) 2022/2577 que establece que las fuentes de energía renovable son de interés público general. Y es que aunque el hidrógeno no sea una fuente de energía *stricto sensu*, sino un vector energético, ello no obsta para que se considere como de interés público general a tenor de dicha norma. De hecho, algunas Comunidades Autónomas como Extremadura han declarado el hidrógeno verde de interés general¹⁴³.

La concesión de usos industriales de agua para la producción de hidrógeno verde supone la convergencia de varios recursos de interés general. Se ha de tener en cuenta que la inclusión del medioambiente en la Constitución Española a través de su artículo 45 supone tanto la consagración de un auténtico derecho subjetivo, como un mandato que vincula a los poderes públicos bajo el deber de protección los recursos naturales¹⁴⁴. Dentro de dichos recursos naturales, la propia Ley de Aguas establece en su artículo 1.3 que *«las aguas continentales superficiales, así como las subterráneas renovables, integradas todas ellas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario,*

¹⁴³ *Vid.*, Decreto-ley 1/2023, de 11 de enero, por el que se declara de interés general la producción de hidrógeno a partir de energía eléctrica procedente de instalaciones aisladas de generación de energías renovables en Extremadura.

¹⁴⁴ López Ramón, F., “El medio ambiente en la Constitución Española”, *Ambienta*, Nº 113, 2015, pp. 2 – 3. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/Ambienta_2015.pdf (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

subordinado al interés general», lo que ha llevado a la doctrina a entender que el derecho al agua se encuentra plenamente reconocido a través de las leyes administrativas¹⁴⁵. Así las cosas, el actual binomio agua-energía se ha convertido en una *contraposición de intereses generales* cuya gestión se volverá especialmente delicada ante posibles escenarios de sequía.

En ese sentido, la planificación de los recursos hídricos resulta clave para garantizar el equilibrio del mencionado binomio. La mencionada Directiva Marco de Agua establece en su artículo 13 que los Estados miembros deben elaborar un plan hidrológico de cuenca «*para cada demarcación hidrográfica situada totalmente en su territorio*». En consecuencia, aunque la Ley de Aguas establezca una prelación de usos de los recursos hídricos, ésta solo tiene carácter supletorio frente a las establecidas por las distintas demarcaciones hidrográficas que deberán regirse por el «*principio(s) de garantía de las demandas actuales y futuras de todos los usos y aprovechamientos de la cuenca cedente, sin que pueda verse limitado el desarrollo de dicha cuenca amparándose en la previsión de transferencias*» recogido en el artículo 12 del Plan Hidrológico Nacional¹⁴⁶.

Por lo anterior, existen ciertas disparidades en el acceso al agua para la producción de hidrógeno entre los operadores económicos del mercado del hidrógeno verde en las distintas demarcaciones. Así, por ejemplo, la Confederación Hidrográfica del Ebro establece claramente los «*usos industriales para la producción de energía eléctrica*» como una categoría separada y prioritaria frente a «*otros usos industriales*»¹⁴⁷, al igual que la Confederación Hidrográfica del Duero, que de igual manera prioriza los «*usos industriales para la producción de energía eléctrica*» frente a «*otros usos industriales*»¹⁴⁸. Por su parte, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir prioriza

¹⁴⁵ Menéndez Rexach, Á., “El agua como bien jurídico global: el derecho humano al agua”, *Anuario de la Facultad de Derecho UAM*, Nº 16, 2012, p. 197. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

¹⁴⁶ Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

¹⁴⁷ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023, p. 75. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Ebro.pdf (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

¹⁴⁸ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Duero (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023, p. 65. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Duero.pdf (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

los «*usos industriales*» frente a «*otros usos industriales (energía y química)*»¹⁴⁹, mientras que la Confederación Hidrográfica del Tajo establece una única categoría general de «*usos industriales*»¹⁵⁰.

Debe entenderse que las diferencias en la planificación propuesta por parte de cada demarcación hidrográfica no son intrínsecamente negativas, pues responden a una «*gestión racional y sostenible del recurso*»¹⁵¹. Sin embargo, algunas de estas divergencias han sido denunciadas por los operadores económicos del mercado del hidrógeno verde. Tal fue el caso de la Confederación Hidrográfica del Segura, donde se puso de manifiesto en la fase de alegaciones del vigente Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura la necesidad de separar los usos energéticos del resto de usos industriales para poder dar cumplimiento al objetivo de transición energética marcado tanto por el Gobierno como por la Comisión Europea¹⁵². Y es que dicho Plan establece una categoría de «*uso industrial*», que excluye expresamente el uso energético, relegado a la categoría residual de «*otros usos*»¹⁵³.

Desde luego, lo anterior ilustra un desfase entre la planificación hidrológica y el mercado del hidrógeno verde, que encuentra en ella un auténtico escollo difícilmente salvable para su desarrollo. Se ha de tener en cuenta que los planes hidrológicos se hacen en base a la capacidad de recursos hídricos y a los análisis económicos de uso de agua a que se refiere el artículo 5 de la Directiva Marco de Agua. Sin embargo, siendo el hidrógeno verde de interés general, habida cuenta de su condición de vector energético

¹⁴⁹ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023, p. 73. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Guadalquivir.pdf (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

¹⁵⁰ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023, p. 69. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Tajo.pdf (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

¹⁵¹ Dictamen 2051/2022 del Consejo de Estado, de 15 de diciembre de 2022, sobre el proyecto de Real Decreto por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=CE-D-2022-2051> (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

¹⁵² SUN HIVE 80, S.L., “Alegaciones al Plan Hidrológico 2022-2027”, *Confederación Hidrográfica del Segura*, 2021. Disponible en: https://www.chsegura.es/planificacionydma/planificacion21-27/alegacionesPH/Alegacion_PH_258.pdf (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

¹⁵³ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023, p. 73. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Segura.pdf (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

renovable, resulta razonable plantear el debate de hasta qué punto debe priorizarse, *v.g.*, la categoría de «*turismo y ocio*» sobre los usos energéticos, como ocurre en Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Duero¹⁵⁴ y el Ebro¹⁵⁵. Y es que si bien es cierto que el concepto de interés general permite solucionar conflictos de incompatibilidad entre usos de agua *ex artículo 60.4 de la Ley de Aguas*, parece que esa *eficacia horizontal* debería extrapolarse también de forma *vertical*. Esta solución es la adoptada por la Confederación Hidrográfica del Tajo¹⁵⁶, que incluye como segundo uso las «*actividades declaradas de interés general*», lo que resulta coherente con los objetivos de descarbonización de la UE al dar prioridad al desarrollo de proyectos de hidrógeno verde. Sin embargo, debe advertirse la necesidad de establecer una lista *numerus clausus* de dichas actividades, para evitar situaciones de abuso del concepto de interés general u otras figuras similares como el concepto de proyecto de singular interés¹⁵⁷.

Por último, como se apuntaba al inicio de este epígrafe, el artículo 52.1 de la Ley de Aguas establece que el uso privativo de recursos hídricos se adquiere por disposición legal o por concesión administrativa. Sin ánimo de proceder a una caracterización exhaustiva del régimen de concesiones del Derecho administrativo español, basta mencionar que las concesiones de uso de agua tienen carácter demanial, dado que el agua es un bien, y también un derecho, afecto al uso general al que se refiere el artículo 5.1 de la Ley del Patrimonio de las Administraciones Públicas¹⁵⁸. Así, las concesiones de agua «*constituyen un derecho real administrativo, contemplado por la legislación hipotecaria (arts. 107.6 de la Ley Hipotecaria y 31 y 60 y ss. De su Reglamento), susceptible de ser ejercitado erga omnes, que consiste en la facultad de aprovechamiento o uso exclusivo o privativo de un bien de dominio público [...] como las aguas*»¹⁵⁹ y que se diferencian de la autorización en su naturaleza de acto mixto, unilateral en cuanto al elemento volitivo que motiva a la Administración y contractual en cuanto a la relación bilateral y onerosa que se crea entre el concesionario y la Administración una vez que la concesión es otorgada¹⁶⁰.

¹⁵⁴ Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Duero..., *op. cit.*, 2023, p. 65.

¹⁵⁵ Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro..., *op. cit.*, 2023, p. 75.

¹⁵⁶ Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo..., *op. cit.*, 2023, p. 69.

¹⁵⁷ *Vid.*, p. 36.

¹⁵⁸ Ley 33/2003, de 3 de noviembre, del Patrimonio de las Administraciones Públicas.

¹⁵⁹ García Gómez de Mercado, F., “Las concesiones de aguas”, en González-Varas Ibáñez, S. (coord.), *Nuevo Derecho de aguas*, 1^a Edición, Cizur Menor, Aranzadi, 2007, p. 331.

¹⁶⁰ *Id.*

A lo anterior se ha de añadir que, aunque pueda resultar secundario, las concesiones demaniales están presididas por un interés público de difícil concreción doctrinal. Un sector de la doctrina entiende la concesión demanial debe servir para la consecución de los fines de interés público¹⁶¹, mientras que para otros el interés público solo se satisface a través de las concesiones demaniales de manera indirecta, habida cuenta de su carácter fundiario¹⁶². Lo cierto es que, se satisfaga o no el interés público, es un elemento latente en toda concesión demanial, que justifica la imposición de ciertas condiciones para impedir el menoscabo de los intereses colectivos implicados.

Además, en lo que se refiere a las concesiones de uso de aguas para la producción de hidrógeno verde, preocupan las condiciones que se pueden imponer a los concesionarios ante situaciones de sequía, por los elevados costes que pueden acarrear para estos. Así, v.g., aunque la propuesta del Plan Especial de Sequía de la Demarcación Hidrográfica del Duero prevé que la gestión de las sequías debe preservar los requerimientos de producción de hidrógeno verde¹⁶³, la misma Demarcación está imponiendo condiciones tales como el deber de soportar *«las medidas que sean precisas en relación con la utilización del dominio público hidráulico, aun cuando hubiese sido objeto de concesión»*¹⁶⁴. Ello supone un desfase entre el contenido de los Planes elaborados por las demarcaciones hidrográficas y la práctica que éstas llevan a cabo, lo que genera incertidumbres para los operadores económicos de un mercado aún en cierres y augura una creciente litigiosidad en materia de aguas.

¹⁶¹ Fernández Acevedo, R., *Las concesiones administrativas de dominio público*. 1^a Edición, Aranzadi, Cizur Menor, 2007, p. 203.

¹⁶² Parejo Gámir, R., “Transmisión y gravamen de concesiones administrativas”, *Revista de Administración Pública (RAP)*, Nº 107, 1985, p. 44. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/885576.pdf> (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

¹⁶³ Confederación Hidrográfica del Duero, “Plan Especial de Sequía de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero – Estudio Ambiental Estratégico”. *Borrador para consulta pública*, 2024, p. 52. Disponible en: https://www.chduero.es/2812815/PES2024_Memoria_v00.pdf (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

¹⁶⁴ Confederación Hidrográfica del Duero, “La CHD Defiende el cumplimiento de la legislación en la concesión de aguas subterráneas en Granja de Moreruela (Zamora), *Nota de prensa*, 2025, p. 2. Disponible en: <https://www.chduero.es/pdf> (Última consulta: 21 de marzo de 2025).

CONCLUSIONES

Este trabajo tenía como propósito analizar la regulación del hidrógeno verde a nivel comunitario para, posteriormente, identificar las principales lagunas de dicha regulación con especial mención a la falta de herramientas para desempeñar una gestión adecuada de las problemáticas medioambientales asociadas a la cadena de valor del hidrógeno verde.

Una vez analizado el marco regulatorio del hidrógeno verde a nivel de la UE, en especial, la definición aportada por el Reglamento (UE) 2023/1184 en relación con el concepto de hidrógeno renovable, así como su incidencia en el ámbito nacional con especial referencia a las cuestiones de Derecho Ambiental y la incertidumbre generada por la planificación hidrológica actual, cabe concluir lo siguiente:

- I. Más allá de la oportunidad de implementar el hidrógeno verde como elemento clave para la descarbonización de la economía, la urgencia europea por la creación de un mercado único para alcanzar su independencia energética no encaja con los tiempos necesarios para el desarrollo de dicho mercado. Ello ha llevado a la UE a tomar medidas cortoplacistas, que no tienen en cuenta el conjunto de la cadena de valor del hidrógeno verde ni las condiciones ambientales diversas de los Estados miembros.
- II. La actual definición de hidrógeno renovable es totalmente ajena a la demanda de agua dulce para su producción, lo que resulta poco garantista desde el punto de vista ambiental y genera incertidumbre para los operadores económicos del mercado del hidrógeno verde.
- III. Además, la imposición de los requisitos de adicionalidad y correlación temporal y geográfica no hace sino agravar los costes asumidos por los inversores, lo que sin duda compromete la generación de una demanda suficiente como para garantizar la viabilidad del mercado del hidrógeno. En este sentido, sería deseable replantear dicha definición en la línea de precedentes internacionales más dinámicos como Estados Unidos.

- IV. Aunque a nivel nacional existen precedentes legislativos que vinculaban la condición de renovable del hidrógeno producido al respecto de los caudales ecológicos de cuenca, la alineación de la Hoja de Ruta del Hidrógeno con los objetivos del Plan REPowerEU llevan a sospechar que la transposición nacional de la Directiva (UE) 2024/1788 optará por omitir tales referencias.
- V. El horizonte 2030 se presenta marcado por un crecimiento exponencial de la demanda en el mercado del agua, que revela la necesidad de asegurar un equilibrio entre el agua como derecho humano, como recurso económico y como matriz medioambiental. Además, como se ha mencionado, la ausencia de referencias a la demanda de agua en la regulación del hidrógeno verde plantea incertidumbre para los operadores económicos, que no están dotados de herramientas normativas que garanticen el acceso a los recursos hídricos.
- VI. Dado que el recurso al agua desalada no resulta viable a gran escala ni por el incremento de costes que supone para los operadores económicos ni por el impacto ambiental que lleva asociado, parece que el mercado del hidrógeno dependerá de la disponibilidad de agua dulce, en competencia con otros mercados, como el de los centros de datos.
- VII. El cortoplacismo de las medidas adoptadas por la UE supone una omisión del principio de justicia intergeneracional, que debería presidir cualquier norma de Derecho Ambiental. Además, el principio de *«primero, la eficiencia energética»* supone una presunción *iuris tantum* de que todas las energías renovables son positivas para la salud y el medioambiente, lo que conlleva una relajación de los principios de prevención y precaución, materializada en una reducción significativa de los requisitos de evaluación de impacto ambiental. Ello tiene especial relevancia en el mercado del hidrógeno verde que, al ser un vector energético renovable, se podrá beneficiar de esa falta de control ambiental sobre los proyectos renovables.
- VIII. Lo anterior es especialmente gravoso si se atiende al escenario actual, marcado por un proceso de desertificación y crecientes sequías. Es cierto que los proyectos de Planes Especiales de Sequías de algunas demarcaciones hidrográficas ya

prevén la necesidad de mantener la provisión de agua para los proyectos de hidrógeno renovable en escenarios de extrema escasez¹⁶⁵. Sin embargo, en la práctica se conceden derechos de uso de agua que imponen condiciones de soportar «*las medidas que sean precisas*», lo que genera una gran incertidumbre para los concesionarios que tengan proyectos ubicados en zonas tensionadas.

El hidrógeno verde tiene el potencial para desempeñar un papel clave en la descarbonización de la economía. Sin embargo, el desarrollo del mercado del hidrógeno no puede verse marcado por la necesidad de la UE de alcanzar la eficiencia energética, pues ello implica, como se ha visto, el desarrollo de un marco normativo ajeno a los principales retos del binomio agua-energía. Lo anterior, tiene impactos severos tanto para el medioambiente, como para los operadores económicos, por lo que la viabilidad del mercado resulta totalmente incierta. En consecuencia, el marco regulatorio actual necesita de una revisión que ofrezca verdaderas garantías de competitividad y, sobre todo, de respeto al medioambiente.

¹⁶⁵ Vid., p. 47.

BIBLIOGRAFÍA

4.1 Legislación consultada

- España:

Constitución Española

Decreto-ley 1/2023, de 11 de enero, por el que se declara de interés general la producción de hidrógeno a partir de energía eléctrica procedente de instalaciones aisladas de generación de energías renovables en Extremadura

Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética

Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental

Ley 33/2003, de 3 de noviembre, del Patrimonio de las Administraciones Públicas

Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional

Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas

Proposición de Ley del Hidrógeno 122/000150, de 26 de julio de 2021, presentada por el Grupo Parlamentario Popular en el Congreso de los Diputados, Núm. 175-1, XIV Legislatura

Real Decreto 163/2014, de 14 de marzo, por el que se crea el Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas

Real Decreto-ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania

Real Decreto-ley 11/2022, de 25 de junio, por el que se adoptan y se prorrogan determinadas medidas para responder a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania, para hacer frente a situaciones de vulnerabilidad social y económica, y para la recuperación económica y social de la isla de La Palma

Real Decreto-ley 20/2022, de 27 de diciembre, de medidas de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la Guerra de Ucrania y de apoyo a la reconstrucción de la isla de La Palma y a otras situaciones de vulnerabilidad

- Estados Unidos:

Inflation Reduction Act, Public Law 117–169, 117th Congress, August 16th, 2022

- ONU:

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Documento FCCC/INFORMAL/84, 9 de mayo de 1992

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), A/CONF.151/26 (Vol. I), del 3 al 14 de junio de 1992

Declaración Universal de Derechos Humanos, Asamblea General de las Naciones Unidas, Resolución 217 A (III), 10 de diciembre de 1948

- UE:

Directiva (UE) 2024/1788, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, relativa a normas comunes para los mercados interiores del gas renovable, del

gas natural y del hidrógeno, por la que se modifica la Directiva (UE) 2023/1791 y se deroga la Directiva 2009/73/CE

Directiva (UE) 2023/2413 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de octubre de 2023, por la que se modifican la Directiva (UE) 2018/2001, el Reglamento (UE) 2018/1999 y la Directiva 98/70/CE en lo que respecta a la promoción de la energía procedente de fuentes renovables y se deroga la Directiva (UE) 2015/652 del Consejo

Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables

Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 por la que se establece un Régimen para el Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un Marco Comunitario de Actuación en el ámbito de la Política de Aguas

Reglamento (UE) 2024/1789, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, relativo a los mercados interiores del gas renovable, del gas natural y del hidrógeno y por el que se modifican los Reglamentos (UE) n.º 1227/2011, (UE) 2017/1938, (UE) 2019/942 y (UE) 2022/869 y la Decisión (UE) 2017/684 y se deroga el Reglamento (CE) n.º 715/2009

Reglamento (UE) 2022/2577 del Consejo, de 22 de diciembre de 2022, por el que se establece un marco para acelerar el despliegue de energías renovables

Reglamento Delegado (UE) 2023/1184 de la Comisión de 10 de febrero de 2023 por el que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo una metodología común de la Unión en la que se definan normas detalladas para la producción de carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico

Reglamento Delegado (UE) 2023/1185 de la Comisión de 10 de febrero de 2023 que completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo un umbral mínimo para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero aplicable a los combustibles de carbono reciclado y especificando una metodología para evaluar la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero derivada de los carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico y de los combustibles de carbono reciclado

Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.o 663/2009 y (CE) n.o 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) n.o 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo

Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea

4.2 Jurisprudencia

Tribunal de Justicia de la Unión Europea (Gran Sala), Sentencia de 25 de junio de 2024, C-626/22, C. Z. y otros c. Ilva SpA in Amministrazione Straordinaria y otros, ECLI:EU:C:2024:542. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal/PDF>

Tribunal Europeo de Derechos Humanos, Sentencia de 10 de marzo de 2020, Asunto *Hudorovic y otros c. Eslovenia* (Applications N° 24816/14 y 25140/14). Disponible en: <https://hudoc.echr/hudorovic>

Tribunal Supremo, (Sala de lo Contencioso-Administrativo, Sección 5^a). Sentencia núm. 302/2019, de 8 de marzo de 2019, Rec. 4407/2016, ECLI:ES:TS:2019:848. Disponible en: <https://www.poderjudicial.es/search/#>

4.3 Artículos doctrinales

Abdin, Z. *et al.*, “Hydrogen as an energy vector”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 120, 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119308275>

Arcos, J. M. M. y Santos, D. M. F., “The Hydrogen Color Spectrum: Techno-Economic Analysis of the Available Technologies for Hydrogen Production”, *Gases*, Vol. 3, (1), pp. 25 – 46, 2023. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-5628/3/1/2>

Ayi, C. *et al.*, “Is hydrogen ignition data from literature practically observed?”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 89, pp. 746 – 759, 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319924039788>

Bassma, R. *et al.*, “Green hydrogen as a source of renewable energy: a step towards sustainability, an overview”, *Environment, Development and Sustainability*, Vol. 26, 2024. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-024-04892-z>

Bauer, C. *et al.*, “On the climate impacts of blue hydrogen production”, *Sustainable energy & fuels*, Vol. 6, Issue 1, 2022, pp. 66 – 75. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/se/d1se01508g>

Beltrán Castellanos, J.M., “El concepto de daño medioambiental”, *Anuario de Derecho Ambiental. Observatorio de políticas ambientales*, Fascículo 1, 2023, pp. 381 – 399. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho/pdf

Blanquer, D., “Público y privado en el régimen jurídico de la desalación del agua”, *Actualidad jurídica de Uría & Menéndez*, Nº 9, 2004, pp. 35 – 52. Disponible en: https://www.uria.com/publicaciones/1306/documento/art_2.pdf

Brown Weiss, E., “In Fairness To Future Generations and Sustainable Development”, *American University International Law Review*, Vol. 8, Nº 1, 1992, pp. 18 – 26. Disponible en: <https://digitalcommons.wcl.american.edu/cgi/viewcontent.cgi?article>

Cangelosi, E., “El agua entre los «communia». Aspectos culturales y aspectos jurídicos de una protección del agua en el mundo romano clásico”, *Estudis d'història agrària*, N° 24, 2012, pp. 179 – 181. Disponible en: <https://revistes.ub.edu/estudishistoriaagraria>

Castiblanco-Urrego, O. y Milquez-Sanabria, H. A., “Estudio y simulación de un gasificador con captura de CO2 para la producción de hidrógeno azul partiendo de carbón colombiano”, *Revista UIS Ingenierías*, Vol. 20, N°. 4, 2021, pp. 91 – 100. Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/11993>

“Configuración del concepto jurídico de contaminación atmosférica en el Derecho Español”, *Regulación jurídico-administrativa de la contaminación atmosférica*, 2014. Disponible en: <https://soluciones-aranzadilaley-es.eu1.proxy.openathens.net>

De la Cruz-Soto, J., *et al.*, “Assessment of levelized costs for green hydrogen production for the national refineries system in Mexico”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 108, 2024, pp. 121 – 132. Disponible en: <https://sciencedirect.com/article>

Ellersdorfer, P., *et al.*, “The Hydrogen-Water Collision: Assessing Water and Cooling Demands for Large-Scale Green Hydrogen Production”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 97, 2024, pp. 1002 – 1013. Disponible en: <https://sciencedirect.com/article>

Espíndola, C. y Valderrama, J.O., “Huella del Carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas”, *Información tecnológica*, Vol. 23, N° 1, 2012, pp. 163 – 176. Disponible en: <https://research.ebsco.com/c/ixu5zv/search/details/7n5htwqjib?db=a9h>

Jiménez Mendoza, S. y Terneus-Páez, F., “Nexo agua-energía: Análisis del flujo hídrico del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair”, *INGENIUS*, nº 21, 2019, pp. 53 – 62. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/ing/n21/1390-650X-ing-21-00053.pdf>

Leiva López, A. D., “La ordenación del suministro de hidrógeno renovable. En especial: almacenamiento, transporte y distribución”, *Revista Vasca de Administración Pública*

(RVAP), N° 124, 2022, pp. 17 – 47. Disponible en:
<https://www.ivap.euskadi.eus/web/es/t/R2/verArticulo>

López Ramón, F., “El medio ambiente en la Constitución Española”, *Ambienta*, N° 113, 2015, pp. 2 – 9. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/Ambienta_2015.pdf

Lozano Cutanda, B., “Real Decreto-ley 6/2022: el nuevo procedimiento de determinación de afección ambiental aplicable a determinados proyectos de energías renovables”, *Actualidad Jurídica Ambiental*, nº 123, 2022, pp. 1 – 12. Disponible en: <https://www.actualidadjuridicaambiental.com/2022-Afeccion-ambiental.pdf>

Mellado Ruiz, L., “Hidrógeno renovable: la energía del agua”, *Cuadernos de Derecho Regulatorio*, Vol. 2, 2024, pp. 77 – 92. Disponible en: <https://www.revistasmarcialpons.es/cuadernosdederechoregulatorio>

Mellado Ruiz, L., “Retos jurídicos actuales del binomio-agua energía”, *Revista Catalana de Dret Públic*, N° 68, 2024, pp. 96 – 114. Disponible en: <https://revistes.eapc.gencat.cat/index.php/rcdp/article/view/4193/5466>

Menéndez Rexach, Á., “El agua como bien jurídico global: el derecho humano al agua”, *Anuario de la Facultad de Derecho UAM*, N° 16, 2012, pp. 187 – 202. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho

Olaitan, D., *et al.*, “The Water Footprint of Hydrogen Production”, *Science of the Total Environment*, Vol. 927, 2024. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724025300>

Parejo Gámir, R., “Transmisión y gravamen de concesiones administrativas”, *Revista de Administración Pública (RAP)*, N° 107, 1985, pp. 7 – 78. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/885576.pdf>

Park, D. K. *et al.*, “Research on the production of turquoise hydrogen from methane (CH4) through plasma reaction”, *Energies*, Vol. 17, N°. 2, 2024, pp. 1 – 15. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/2/484>

Periñán, B., “El mar, ¿res communis omniun? Dogma y realidad desde la óptica jurisprudencial”, *Revista Internacional de Derecho Romano*, N° 21, 2018, pp. 686 – 749. Disponible en: <https://reunido.uniovi.es/index.php/ridrom/article/view/18128/14904>

Ruiz de Apodaca Espinosa, Á., “El procedimiento de evaluación de impacto ambiental a la luz de la Jurisprudencia del TSJ de Galicia como obstáculo a la aceleración de proyectos de energías renovables y su corrección por el Tribunal Supremo”, *Anuario de Derecho Ambiental. Observatorio de Políticas Ambientales*, Fascículo 1, 2024, pp. 537 – 570. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho/pdf

Ruiz de Apodaca Espinosa, Á., “Evaluación de impacto ambiental: la aceleración de los proyectos de energías renovables aminor la exigencia de evaluación”, *Anuario de Derecho Ambiental. Observatorio de políticas ambientales*, Fascículo 1, 2023, pp. 363 – 380. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho/pdf

Salinas Alcega, S., “La insuficiente aproximación internacional al derecho humano al agua”, *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, N° 53, 2022, pp. 23 – 56. Disponible en: <https://soluciones-aranzadilaley-es.eu1.proxy.openathens.net/Content/Documento.aspx>

Silva Hernández, S., “Principio de precaución y precautorio en materia ambiental”, *Revista Jurídica Derecho*, Vol. 8, N° 11, 2019, pp. 95 – 108. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/rjd/v8n11/v8n11_a06.pdf

Venizelou, V. y Poullikkas, A., “Comprehensive overview of recent research and industrial advancements in nuclear hydrogen production”, *Energies*, Vol. 17, N°. 12, 2024, pp. 2 – 23. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/12/2836>

4.4 Libros y capítulos de libros

Ariño Ortiz, G., *La revolución del hidrógeno: nuevo vector del sistema eléctrico*, 1^a Edición, Thomson Reuter Aranzadi, Cizur Menor, 2022.

Cisneros Cabrerizo, E., “Impacto material de la inteligencia artificial desde la perspectiva de la lucha contra el cambio climático con especial mención a los recursos hídricos”, en Salinas Alcega, S., *Iniciativas normativas para avanzar en la transición ecológica*. 1^a Edición. Valencia, Editorial Tirant Lo Blanch, 2025, pp. 700 – 715.

Fernández Acevedo, R., *Las concesiones administrativas de dominio público*. 1^a Edición, Aranzadi, Cizur Menor, 2007.

García Gómez de Mercado, F., “Las concesiones de aguas”, en González-Varas Ibáñez, S. (coord.), *Nuevo Derecho de aguas*, 1^a Edición, Cizur Menor, Aranzadi, 2007, pp. 329 – 352.

Leiva López, A. D., “La regulación del hidrógeno renovable en España”, en Del Guayo Castiella, I. y Mellado Ruiz, L. (Dirs.), *Retos regulatorios de los gases renovables en la economía circular*, 1^a Edición, Marcial Pons, Madrid, 2023, pp. 149 – 160.

Loperena Rota, D., “El agua como derecho humano”, en González-Varas Ibáñez, S. (coord.), *Nuevo Derecho de aguas*, 1^a Edición, Cizur Menor, Aranzadi, 2007, pp. 81 – 99.

López-Ibor Mayor, V., *Introducción al Derecho Europeo de la Energía*, 1^a Edición, Aranzadi, Cizur Menor, 2024.

Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España (coord.), *España 2050: Fundamentos y Propuestas para una Estrategia Nacional de Largo Plazo*, Madrid, 2021.

Redgwell, C., “Principles and Emerging Norms in International Law: Intra- and Inter-generational Equity”, en Gray, K. R. (ed.) *et al.*, *The Oxford Handbook of International Climate Change Law*, 1^a Edición, Oxford University Press, Oxford, 2016, pp. 185 – 201.

Sands, P. *et al.*, *Principles of International Environmental Law*, 4^a Edición, Cambridge University Press, Cambridge, 2018.

Silván Ochoa, P., “Adicionalidad y correlación geográfica y temporal en materia de hidrógeno renovable”, en Del Guayo Castiella, I. y Mellado Ruiz, L. (Dirs.), *Retos regulatorios de los gases renovables en la economía circular*, 1ª Edición, Marcial Pons, Madrid, 2023, pp. 197 – 214.

Tejado Gallegos, M., “El agua y la producción de hidrógeno desde una perspectiva ambiental”, en García Pachón, M. P. (Ed.), *Derecho de aguas*, Tomo X, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, 2023, pp. 257 – 285.

4.5 Referencias de internet

Bourguignon, D., “The precautionary principle: Definitions, application and governance”, *European Parliamentary Research Service*, 2015. Disponible en: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2015/573876/EPRS_IDA\(2015\)573876_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2015/573876/EPRS_IDA(2015)573876_EN.pdf)

Dagnachew, A.G., y Solf, S., “The Green Hydrogen Dilemma: the risks, trade-offs, and co-benefits of a green hydrogen economy in low- and middle-income countries”, *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency*, 2024. Disponible en: https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-07/pbl-2024-the-green-hydrogen-dilemma_5534.pdf

Draghi, M., The future of European competitiveness Part A | A competitiveness strategy for Europe, *Informe Draghi*, 2024. Disponible en: https://commission.europa.eu/topics/eu-competitiveness/draghi-report_en

Gupta, J. *et al.*, “AI’s excessive water consumption threatens to drown out its environmental contributions”, *Science-Policy Brief for the Multistakeholder Forum on Science, Technology and Innovation for the SDGs*, 2024. Disponible en: <https://sdgs.un.org//2024-05/Gupta, et al. AIs excessive water consumption.pdf>

Klingl, S. *et al.*, “Renewable Hydrogen Project Risks: categorizing, assessing and mitigating risks along the hydrogen value chain”, *Global Alliance Powerfuels*, 2024. Disponible en <https://www.efuel-alliance.eu.pdf>

Nuevo, D., “La electrólisis con agua de mar es posible”, *Es Hidrógeno*, 2024. Disponible en: <https://eshidrogeno.com/electrolisis-agua-mar/>

Parrilla, A. y Grau, A., “El hidrógeno verde, un acumulador energético para catapultar las renovables”, *CSIC*, 2022. Disponible en: <https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/el-hidrogeno-verde-un-acumulador-energetico-para-catapultar-las-renovables>

Pinotti, G., “Impulsores y limitantes al Desarrollo del mercado del hidrógeno verde”, *XII Congreso Nacional AIDIS*, 2024. Disponible en: <https://congresoadis2024.org.uy/wp-content/uploads/2024/10/Pinotti.pdf>

Steinberg, F. y Urbasos Arbeloa, I., “La respuesta transatlántica a la crisis energética europea”, *Análisis del Real Instituto Elcano*, 2024. Disponible en: <https://www.realinstitutoelcano.org/analisis>

Timoner Salvá, T., “Las conclusiones de la COP29: compromisos frágiles, avances mínimos y desafíos pendientes”, *OIKOS Política y Medioambiente*, 2024. Disponible en: <https://www.oikos.eco/descarga-informe-conclusiones-COP29>

4.6 Artículos de prensa

Avilés Pozo, A., “La planta de Meta en Talavera rebaja su previsión de uso de agua y aun así se llevará un 8% de la asignada a la ciudad”, *El Diario*, 2023. Disponible en: <https://www.eldiario.es/castilla-la-mancha/social>

4.7 Otras fuentes

Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento (AEOPAS), “Informe sobre la situación de la sequía. 4º Trimestre del año hidrológico 2023-2024”, 2024. Disponible en: https://www.aeopas.org/wp-2024_InformeSequia_AEOPAS_.pdf

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), “Importstrategie für Wasserstoff und Wasserstoffderivate”, 2024. Disponible en: <https://www.bmwk.de/DE/Wasserstoff/wasserstoffstrategie.html>

Cátedra de Estudios sobre Hidrógeno Verde de la Universidad Pontificia Comillas, “Mapa de proyectos en España”, (s.f.). Disponible en: <https://www.comillas.edu/catedras-de-investigacion/catedra-de-estudios-sobre-el-hidrogeno/mapa-de-proyectos-en-espana/>

Comisión de Industria, Investigación y Energía del Parlamento Europeo, “Informe sobre una estrategia europea para el hidrógeno (2020/2242(INI))”, Parlamento Europeo, 2021. Disponible en: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0116_ES.html

Comunicación de la Comisión, *Directrices por las que se proporciona un concepto común del término «daño medioambiental» tal como se define en el artículo 2 de la Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños medioambientales*, (2021/C 118/01), de 7 de abril de 2021. Disponible en: <https://www.boe.es/2021.pdf>

Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Plan REPowerEU*, COM (2022) 230 final, de 18 de mayo de 2022. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu>

Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité del las Regiones, *Una estrategia del Hidrógeno para una Europa climáticamente neutra*, COM (2020) 301 final, de 8 de julio de 2020. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu>

Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *El Pacto Verde Europeo*, COM (2019) 640 final, de 11 de diciembre de 2019. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu>

Confederación Hidrográfica del Duero, “La CHD Defiende el cumplimiento de la legislación en la concesión de aguas subterráneas en Granja de Moreruela (Zamora), *Nota de prensa*, 2025. Disponible en: <https://www.chduero.es/pdf>

Confederación Hidrográfica del Duero, “Plan Especial de Sequía de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero – Estudio Ambiental Estratégico”. *Borrador para consulta pública*, 2024. Disponible en: https://www.chduero.es/2812815/PES2024_Memoria_v00.pdf

Confederación Hidrográfica del Ebro, Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrológica del Ebro Cuarto Ciclo (2028 – 2033), *Documentos iniciales del cuarto ciclo de planificación hidrológica (2028-2033) – MEMORIA*, 2024. Disponible en: https://www.chebro.es/documents/20121/2459045/PHE4_pDDII_Memoria_V05.pdf/

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, “Resumen general de embalses por provincias”, (s.f.). Disponible en: <https://www.chguadalquivir.es/saih/RecProvMapa.aspx>

Departamento de documentación del Congreso de los diputados, Proyecto de Ley de restablecimiento de la Comisión Nacional de la Energía, A.A.I. [121/000035], Documento de trabajo preparado para la Comisión de Transición Ecológica y Reto Demográfico, *Congreso de los Diputados*, 2024. Disponible en: https://www.congreso.es/docu/docum/ddocum/dosieres/sleg/legislatura_15/spl_28/pdfs/1.pdf

Dictamen 2051/2022 del Consejo de Estado, de 15 de diciembre de 2022, sobre el proyecto de Real Decreto por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=CE-D-2022-2051>

European Commission, Commission Staff Working Document: Implementing the REPowerEU Action Plan: Investment Needs, Hydrogen Accelerator and Achieving the Bio-Methane Targets, SWD(2022) 230 final, 2022. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/PDF/?uri=CELEX:52022SC0230>

IRENA, Decarbonising hard-to-abate sectors with renewables: Perspectives for the G7, *International Renewable Energy Agency*, 2024. Disponible en: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Apr/IRENA_G7_Decarbonising_hard_to_abate_sectors_2024.pdf

IRENA, International co-operation to accelerate green hydrogen deployment, *International Renewable Energy Agency*, 2024. Disponible en: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2024/Apr/IRENA_CF_Green_hydrogen_deployment_2024.pdf

IRENA y Bluerisk, Water for hydrogen production, *International Renewable Energy Agency*, 2023. Disponible en: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Dec/IRENA_Bluerisk_Water_for_hydrogen_production_2023.pdf

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (MTECT), “Stratégie nationale pour le développement de l’hydrogène décarboné en France”, 2023. Disponible en: <https://www.ecologie.gouv.fr/rendez-vous/consultation-nouvelle-strategie-francaise-deploiement-hydrogène-decarbone>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Anuncio de la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Ebro sobre información pública de una solicitud de concesión de un aprovechamiento de aguas públicas en el término municipal de Calanda (Teruel)”, BOE núm. 177, 23 de julio de 2024, Sec. V-B, 41532–41533, 2024. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2024/07/23/pdfs/BOE-B-2024-27209.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Boletín Hidrológico Peninsular”, febrero de 2025. Disponible en: <https://miteco.maps.arcgis.com/apps/dashboards/912dfee767264e3884f7aea8eb1e0673>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Hoja de ruta del Hidrógeno: Una apuesta por el hidrógeno renovable”, 2020. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/hojarutahidrogenorenovable.PDF>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Duero (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Duero.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Ebro.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Guadalquivir.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Segura.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, “Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (2022 – 2027)”, *Resumen divulgativo*, 2023, p. 69. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/miteco/es/agua/planificacion-hidrologica/PH_Tajo.pdf

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), “Strategia Nazionale Idrogeno”, noviembre de 2024. Disponible en: <https://www.mase.gov.it/pagina/strategia-nazionale-idrogeno-sni>

Oficina de Ciencia y Tecnología del Congreso de los Diputados, Hidrógeno verde como combustible: claves para su contribución a una economía descarbonizada, *Congreso de los Diputados*, 2022. Disponible en: https://www.congreso.es/backoffice_doc/prensa/notas_prensa/94235_1668420238765.pdf

Propuesta de Resolución Provisional del Director General de E.P.E Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), M.P., por la que se aprueba la concesión de ayudas correspondientes a la primera convocatoria del programa de incentivos para proyectos de producción y consumo de hidrógeno renovable (Clústeres o valles) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea – Next GenerationEU, publicada mediante la Resolución de 30 de julio de 2024 de E.P.E Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), M.P.(extracto publicado en B.O.E. núm. 186 de 2 de agosto de 2024), y cuyas bases reguladoras fueron establecidas mediante la Orden TED/801/2024, de 26 de julio, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (B.O.E. núm. 183, de 30 de julio de 2024).

Disponible en:

https://sede.idae.gob.es/sites/default/files/documentos/2025/Hidrogeno/H2%20Valles/h2cluster_prop_resol_provis_adjudicacion_v02_con_tablas_firmado.pdf

Recomendación (UE) 2022/822 de la Comisión, de 18 de mayo de 2022, sobre la aceleración de los procedimientos de concesión de permisos para los proyectos de energías renovables y la facilitación de los contratos de compra de electricidad. Disponible en:

<https://www.boe.es/2022.pdf>

Resolución de 29 de abril de 2021, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 27 de abril de 2021, por el que se aprueba el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Disponible en: <https://www.boe.es/2021.pdf>

SUN HIVE 80, S.L., “Alegaciones al Plan Hidrológico 2022-2027”, *Confederación Hidrográfica del Segura, 2021.* Disponible en:
https://www.chsegura.es/planificacionydma/planificacion21-27/alegacionesPH/Alegacion_PH_258.pdf

Tribunal de Cuentas Europeo, *Informe Especial 11/2024: La política industrial de la UE en el ámbito del hidrógeno renovable, 2024.* Disponible en:
<https://www.eca.europa.eu/es/publications/SR-2024-11>

UNESCO y ONU-Agua, *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático*, París, 2020. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611>