

AGUA, ENERGÍA Y MEDIOAMBIENTE



Joaquín Melgarejo Moreno
M^a Inmaculada López Ortiz
Patricia Fernández Aracil



AGUA, ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

© los autores, 2022
© de esta edición: Universitat d'Alacant
ISBN: 978-84-1302-184-3

Reservados todos los derechos. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado -electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etcétera-, sin el permiso previo de los titulares de la propiedad intelectual.

Reflexiones sobre agua, energía y medioambiente

Joaquín Melgarejo Moreno

jmelgar@ua.es

<https://orcid.org/0000-0002-9752-2854>

M^a Inmaculada López Ortiz

iortiz@ua.es

<https://orcid.org/0000-0002-0022-4624>

Patricia Fernández Aracil

patricia@ua.es

<https://orcid.org/0000-0001-6299-2680>

Instituto Universitario del Agua y las Ciencias Ambientales,
Universidad de Alicante, España

Cuatro grandes temas preocupan especialmente a la humanidad: el agua, la energía, la alimentación y el medioambiente; entre ellos existe un vínculo que los condiciona y a su vez les hace ser interdependientes.

El crecimiento poblacional y económico junto con la globalización han aumentado sustancialmente la demanda de recursos esenciales como el agua, la energía y el acceso a la tierra, para alimentar a una población creciente, con mayor esperanza de vida y con cambios extraordinarios en los hábitos alimentarios, a lo largo de las últimas décadas. Los estudios de prospectiva, además, apuntan a una tendencia continuista de aumento de la demanda a escala mundial, especialmente como resultado del crecimiento de las economías emergentes. Desde el punto de vista energético, el consumo de energía primaria globalmente ha aumentado en casi un 42% entre el año 2000 y 2015, y las proyecciones apuntan a que la demanda de energía aumentará un 32% más hasta 2035. El aumento de la demanda de energía primaria se debe a la progresiva industrialización de muchos países, seguido del crecimiento del consumo de energía residencial, la agricultura, y en menor medida el transporte (Willaarts et al. 2016).

En efecto, el crecimiento de la población y el aumento de la esperanza de vida están provocando una creciente presión sobre los recursos hídricos, como se puede apreciar en la Figura 1, donde se representa la evolución de la disponibilidad de agua renovable por habitante y año, con una proyección hasta 2050. La línea azul representa la disponibilidad total y la línea verde la disponibilidad real, una vez restados los caudales de los grandes ríos que van al mar, las escorrentías de ramblas que desembocan en el mar, los recursos en zonas no habitadas, etc. En 2016, con una población mundial de 7.400 millones de habitantes, el caudal de agua renovable disponible era inferior a 2.000 m³/hab. año. Si tenemos en cuenta que la ONU estima en 1.500 m³/hab. año el caudal apropiado para cubrir todas las necesidades, se deduce la grave situación actual y futura para muchos países y regiones, dados los desequilibrios geográficos y temporales de la distribución de agua y las desigualdades en las disponibilidades técnicas y económicas para su aprovechamiento.

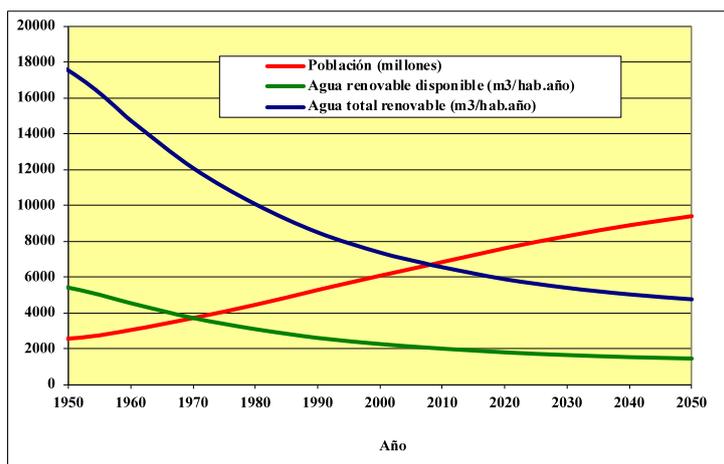


Figura 1. Evolución de la población mundial y proyección de la disponibilidad de agua. Fuente: Prats, 2016.

Por su parte, en Europa, según la Agencia Europea de Medio Ambiente, un tercio de los países del continente presenta una baja disponibilidad de agua (por debajo de 5.000 m³/año). La escasez de agua afecta al 11% de la población europea y al 17% del territorio de la UE. La mayor parte de estos países pertenecen a la región mediterránea, donde los problemas de estrés hídrico tienen mayor impacto y recurrencia, y se han visto agravados por los efectos del cambio climático. Entre estos países se encuentra España.

Tal y como reconoce la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE, 2018)¹ existe un vínculo natural entre el agua y la producción de energía. Por esta razón, las estrategias de adaptación al cambio climático deben buscar soluciones en torno a este nexo que influye en uno de los principales efectos del calentamiento global: las sequías, que llevan a la falta de recursos hídricos y a la desertización.

El agua y la energía son recursos imprescindibles para nuestra vida y desarrollo. Como hemos podido comprobar en esta última época, tan convulsa que estamos viviendo, se encuentran fuertemente interrelacionados. Con unos incrementos elevadísimos en los precios de la energía, que a su vez están afectando muy negativamente a los costes de la captación, tratamiento, distribución del agua, desalación, depuración y regeneración, así como a la producción de alimentos. La agricultura debe ser considerada un sector estratégico, dado que la producción de alimentos depende de ello. Esta garantía de suministro se fundamenta en la productividad y fiabilidad de los cultivos de regadío. En España, la agricultura de regadío supone más del 65% de la producción con solo el 22% de la superficie cultivada.

El agua y la energía están estrechamente interconectados y son sumamente interdependientes. La relación entre el agua y la energía es tan antigua como la humanidad. Los saltos de agua movieron norias y molinos hasta época reciente, y los cursos de agua fueron, a favor de la corriente, nuestras primeras vías de comunicación para transportar personas y mercancías.

La primera gran novedad al cabo de los siglos fue la máquina de vapor. Con ella se convirtió el agua en un intermediario energético de otras fuentes como la leña o el carbón. Las ventajas fueron enormes: por una parte, se pudo deslocalizar la producción de los lugares en los que el agua era abundante; por otra, la intensidad energética transmitida por el agua se multiplicó. El vapor multiplicó la energía asociada al agua; el salto de un metro cúbico de agua por un desnivel de un metro, cede 2,7 vatios/hora. El vapor a presión cede cantidades variables de energía según las características de calderas y turbinas, pero que se miden en kilovatios/hora y en general superan en tres órdenes de magnitud a la de un salto de agua. Además, los ciclos termodinámicos de las máquinas requieren de refrigeración. Entre los materiales más usados están el agua, por su elevado calor específico, y el aire, por su ubicuidad. Un metro cúbico de agua es capaz de absorber 1,16 kWh de energía calorífica por cada grado centígrado que se calienta.

¹ [1900909_S_ECE_MP.WAT_55_WEB.pdf\(unece.org\)](https://www.unece.org/press/2018/09/1900909_S_ECE_MP.WAT_55_WEB.pdf)

La nueva frontera de las energías renovables también tiene reservado un lugar privilegiado para el agua. Se trata de liberar la energía del enlace hidrógeno-oxígeno para liberar hidrógeno como nueva fuente de energía. La ruptura de ese enlace supone liberar 6.500 kWh por cada metro cúbico de agua tratada; o lo que es equivalente, una tonelada de hidrógeno libera la misma energía que 136 toneladas de petróleo. El hidrógeno es un combustible limpio y de notable intensidad energética que puede ser consumido de forma inmediata, pero su ventaja estratégica es que puede ser almacenado y transportado, es decir, usado como colchón logístico para compensar la variabilidad de las renovables y disociar su producción de las pautas de consumo. El Proyecto Power to Green Hydrogen Mallorca, liderado por Enagás y ACCIONA Energía y en el que participan también IDAE y CEMEX, ya ha producido las primeras moléculas de hidrógeno en diciembre de 2021. La planta industrial de hidrógeno verde de Lloseta (Mallorca) contribuirá a posicionar a España como el hub del hidrógeno renovable de referencia en el sur de Europa. El proyecto forma parte de la iniciativa europea Green Hysland, la primera iniciativa de hidrógeno renovable de un país mediterráneo en recibir financiación europea (MITECO, 2022).

El informe del Estado del sector hidroeléctrico mundial 2020 de la Asociación Hidroeléctrica Internacional (IHA)², muestra que la generación hidroeléctrica alcanzó un récord de 4.306 teravatios hora (TWh) en 2019, la mayor contribución de una fuente de energía renovable en la historia. La capacidad instalada de energía hidroeléctrica mundial alcanzó los 1.308 gigavatios (GW) en 2019, ya que 50 países completaron proyectos nuevos y de actualización, incluido el almacenamiento por bombeo. La clasificación mundial por países está encabezada por China, con una capacidad hidroeléctrica instalada de 356,4 GW, seguida de Brasil, con 109 GW y Estados Unidos, con 102,7 GW. España ocupa el duodécimo lugar por capacidad instalada con un total de 20,4 GW instalados.

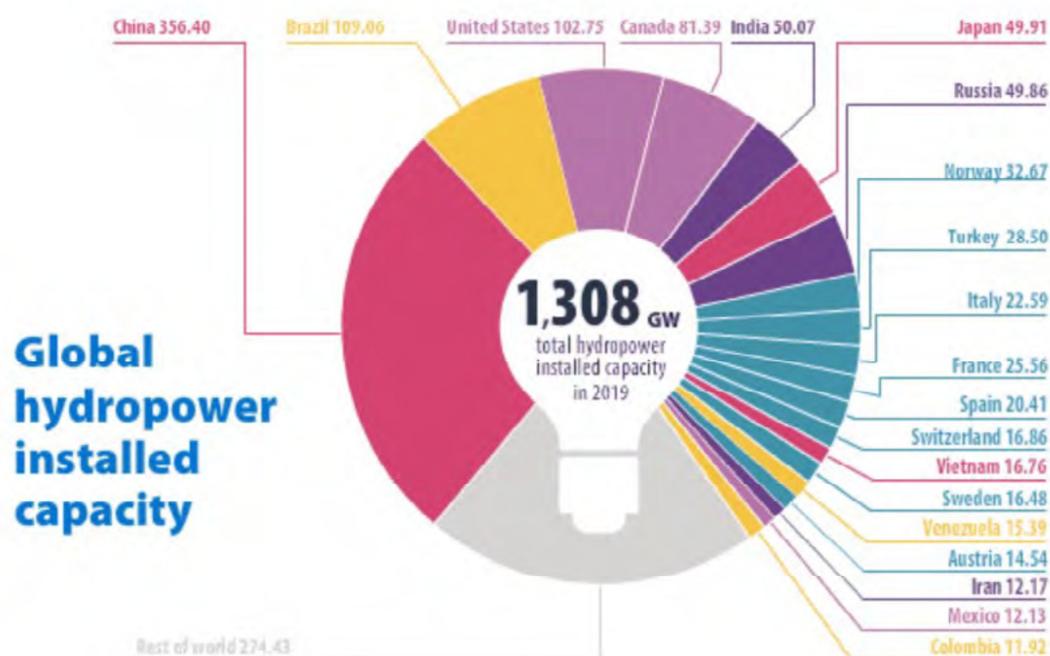


Figura 2. Mapa mundial de la hidroelectricidad en función de la capacidad instalada. Fuente: International Hydropower Association.

A través del desembalse de agua, las centrales hidroeléctricas consiguen generar energía renovable por medio de una serie de turbinas. El agua a través de una serie de canalizaciones en la presa del embalse consigue accionar éstas generando así energía mecánica, y sale de ellas a un canal de desagüe, a través del cual se devuelve al río. Directamente conectado a la turbina está el alternador, que convierte la energía mecánica recibida por la turbina en energía eléctrica.

² [International Hydropower Association](https://www.ihpa.org/)

Existen dos tipologías básicas de aprovechamientos hidroeléctricos: la fluyente (aprovechando el curso del río, como hacen las norias tradicionales) o la embalsada, en la que es necesaria la construcción de presas, siendo esta la de principal uso para generación eléctrica. España cuenta en la actualidad con cerca de 800 centrales hidroeléctricas, con un rango de tamaño muy variado. En esta generación influye la cantidad de agua que haya embalsada y que se pueda aprovechar, así como la altura desde la que se produce ese descenso. Además, una de sus principales ventajas es que “en apenas dos minutos” se puede poner en marcha una planta hidroeléctrica para generar energía, frente a los dos días que tarda la nuclear o la hora larga que puede tardar una central de ciclo combinado. En 2021, la producción de energía hidráulica alcanzó el 11,9% del total, según datos de Red Eléctrica Española (Figura 3).

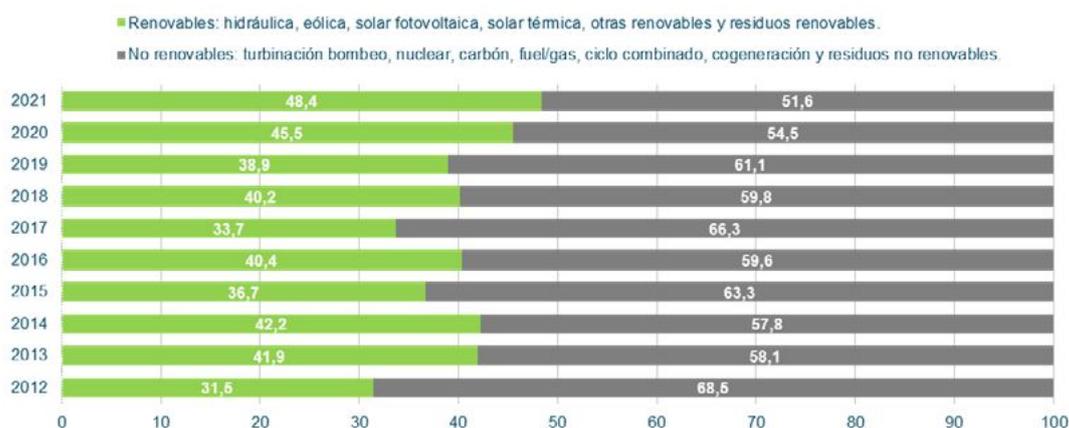


Figura 3. Evolución de la generación renovable y no renovable peninsular %. Fuente: REE, 2021. <https://www.sistemaelectrico-ree.es/informe-del-sistema-electrico>

Contribuir a la lucha contra el cambio climático incrementando el volumen de energía renovable en España es la vocación de una ambiciosa iniciativa impulsada por la empresa Totobiegosode, una sociedad con sede en Sevilla. La empresa acaba de presentar 50 proyectos a siete confederaciones hidrográficas para la instalación en embalses de 2.500 MWp (pico de megavatios). En una primera fase, con una inversión estimada de 300 millones de euros, la producción se realizará mediante paneles fotovoltaicos, pero el proyecto está también abierto a tecnologías eólicas, hidráulicas y termosolares de torre.

Los paneles fotovoltaicos se ubicarán sobre las plataformas fijas horizontales, apoyadas y sustentadas sobre hincas o pilotes; cimentadas en el fondo de los embalses, y ubicadas por encima de la cota máxima de llenado de los mismos. Ocuparán aproximadamente 100 hectáreas en cada uno de los proyectos, localizados en el dominio público estatal y cuya construcción y operación no estará sometida a las incidencias de las variaciones de nivel de agua de los embalses. Entre las ventajas que esta opción técnica e innovadora tiene destaca su total compatibilidad con el aprovechamiento hídrico, hidráulico e hidroeléctrico y con los distintos usos que los embalses tienen en España, como los de navegación deportiva y de recreo, pesca y baño, se ha tenido en cuenta el efecto positivo sobre la conservación del agua embalsada en las zonas de sombra que las plataformas proyectan sobre la lámina de agua, reduciendo de este modo la evaporación y la eutrofización.

Se estima que el planeta necesitaría dedicar entre el 0,5 y el 5 por ciento de su superficie terrestre a paneles solares para descarbonizar completamente la economía en 2050. Sin embargo, allí donde el espacio es escaso o está protegido por leyes ambientales, este objetivo podría crear controversias y conflictos por la gestión del territorio. Hay otros sitios donde poner paneles solares con mucho menos impacto, una opción es la instalación de placas fotovoltaicas flotantes en lugares artificialmente creados por el hombre, como es el caso de embalses o balsas. La energía solar flotante ofrece una serie de beneficios, las placas flotantes se mantienen más frescas y funcionan de manera más eficiente en el agua (UNEF, 2020). Ayudan a evitar la evaporación del agua y pueden ayudar a minimizar la proliferación de algas no

deseadas al dar sombra al agua³. En España, a partir del RD 6/2022 de medidas urgentes, consecuencias económicas y sociales de la guerra de Ucrania, se favorece, a través del nuevo artículo 77 Bis del Texto Refundido de la Ley de Aguas, la “instalación de plantas fotovoltaicas flotantes en el dominio público hidráulico”, se trata de una oportunidad extraordinaria para conseguir energía renovable, con afecciones reducidas de carácter ambiental.

Como vemos en la Figura 4, referida a los porcentajes de producción de energía eléctrica en 2021 en España, destaca en primer lugar la eólica con un 23% de la producción; posteriormente, la energía nuclear, con un 20%; luego, los ciclos combinados de gas natural con un 17%, y así sucesivamente.

De los sectores de producción eléctrica actual, podemos considerar energías con recursos naturales autónomos: la nuclear, la eólica, la solar (tanto en su vertiente fotovoltaica, como termosolar) y la hidráulica. España posee 56.000 hm³ de embalses, muchos de ellos con gran proximidad y diferencia de cotas; el uso de centrales reversibles nos permitiría sustituir el gas natural como energía complementaria a la producida por el sol y el viento, la ubicación de zonas de cota superior y cercanas a los embalses existentes puede dar lugar a centrales de bombeo puro mediante el establecimiento de un depósito en la cota superior que permita acumular la energía sobrante, algo que se consideraría como un tipo de central reversible.

Las energías renovables necesitan un complemento de almacenamiento de energía para que, cuando la producción supere al consumo, la energía pueda ser guardada y utilizada con posterioridad, esto es, cuando el consumo supere la producción (García et al. 2022). El almacenamiento de la energía en el mundo tiene dos sistemas principales: en primer lugar, están las centrales reversibles, que son el 94% del almacenamiento existente, y en segundo, las baterías, que representan el 6%. El sistema de almacenamiento por centrales reversibles está totalmente probado y constituye una tecnología punta absolutamente segura, económica y con un periodo de vida útil del orden de 100 años; las baterías, en cambio, se encuentran en un estado experimental, su vida útil no alcanza los 10 años. La superficie de los 56.000 hm³ de embalses de España es de 2.800 km², lo cual permite una importante construcción de placas fotovoltaicas flotantes que servirían para alimentar las nuevas centrales reversibles, pudiendo disponer, con el correspondiente incremento de potencia y de capacidad de transporte, de parques de transformación y líneas de transporte a los centros de consumo. Igualmente, se pueden utilizar parques eólicos próximos a los embalses (del Rivero Asensio, 2022).

La central hidroeléctrica de bombeo reversible Salto de Chira (Gran Canaria) constituye una infraestructura esencial para avanzar hacia la sostenibilidad del nuevo modelo energético canario, basado en las energías renovables. Esta instalación de almacenamiento de energía es una eficaz herramienta de operación del sistema eléctrico para mejorar la garantía de suministro, la seguridad del sistema y la integración de las energías renovables en la isla de Gran Canaria; aprovechará la existencia de dos grandes embalses (las presas de Chira y de Soria) situados en el interior de la isla para construir entre ambos una central hidroeléctrica de bombeo de 200 MW (equivalente aproximadamente al 36% de la punta de demanda de Gran Canaria) y 3,5 GWh de almacenamiento. Además, el proyecto incluye una estación desalinizadora de agua de mar y las obras marinas asociadas, así como las instalaciones necesarias para su conexión a la red de transporte. El agua será un elemento esencial para el funcionamiento de la nueva infraestructura, por eso, el proyecto garantizará el caudal necesario en los embalses en todo momento a través de la planta desaladora de agua que se instalará en el término municipal de Arguineguín, para cumplir con su objetivo de almacenar energía.

³ <https://www.nature.com/articles/d41586-022-01525-1>

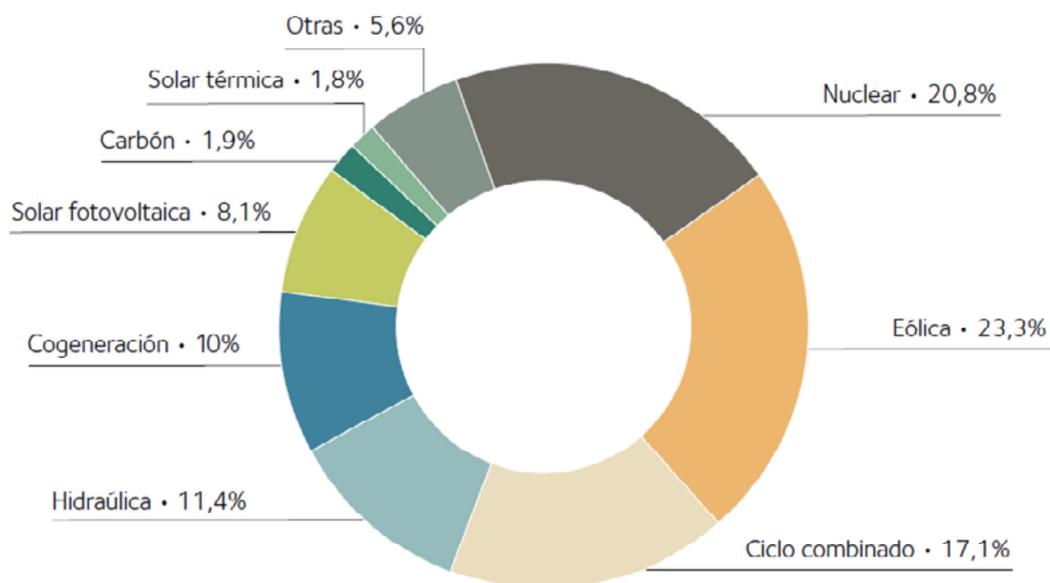


Figura 4. Porcentajes de producción de energía eléctrica en España en 2021. Fuente: Club Español de la Energía. Memoria 2021.

El agua, la energía, el territorio y el medio ambiente son tres recursos fundamentales para el desarrollo social y económico de un país. En términos hídricos, España es el país más árido de la Unión Europea y tiene una disponibilidad natural de agua limitada e irregular. El norte peninsular es húmedo y tiene una disponibilidad de agua elevada, mientras que en el sur y este peninsular la disponibilidad de agua es reducida. La demanda de agua sin embargo sigue un patrón inverso, con la zona mediterránea aglutinando los mayores usos de agua, principalmente para agricultura y abastecimiento urbano. Esta asimetría territorial entre la oferta y la demanda es en buena medida la causa de los diversos conflictos y competencia que existen por el agua (Libro Blanco del Agua, 2000). Resulta imprescindible tener una política hidráulica que combine todas las posibilidades técnicas conocidas e implementar aquellas que han demostrado su eficiencia energética, caso del trasvase Tajo Segura (Melgarejo y Montano, 2011). El desarrollo de la energía fotovoltaica aplicada a las infraestructuras de proximidad, plantas de tratamiento de aguas depuradas y regeneradas, desalinizadoras, bombes, impulsiones en el conjunto del sector del agua, harán que se reduzca la factura energética y ambiental. Un plan nacional de infraestructuras hidráulicas se debe convertir en una prioridad para nuestro país, con él se podría hacer frente con mayores garantías a las sequías que recurrentemente sufrimos.

Una buena combinación de fuentes de energía renovable diversificadas geográficamente contribuiría a modular las oscilaciones que experimenta la generación eléctrica. Pero esto solo será útil si las redes eléctricas pueden transportar energía renovable barata hasta donde haga falta. La última crisis probablemente dará un mayor impulso a los esfuerzos de la Unión Europea (UE) por garantizar precisamente eso. Quizás este momento de gran incertidumbre ayude a dinamizar e implementar la necesaria transición energética de una manera más decidida y rápida.

La nueva época en la que ya estamos, hemos de estar más pendientes que nunca del agua, no sólo por la necesidad de adaptar su disponibilidad a los usos convencionales, regadío y abastecimiento; sino por sus funciones energéticas, las clásicas y las derivadas del nuevo paradigma energético en desarrollo.

El actual episodio de altos precios energéticos en Europa ha sido provocado fundamentalmente por factores de carácter global y coyuntural: fuerte recuperación de la demanda de combustibles fósiles inducida por el rebote pospandemia de la producción (sobre todo en China), resistencia por parte de la OPEP+ a ajustar más decididamente al alza la producción de crudo, fenómenos meteorológicos que afectaron a la baja la generación eléctrica renovable y al alza la demanda de gas, cierres de instalaciones planeados y no planeados limitativos de la oferta de gas y reorientación de esta oferta hacia los mercados

más remuneradores, contención de Rusia en sus exportaciones de gas a Europa (más allá del respeto a sus contratos de suministro a largo plazo), fuerte aumento de los precios de los derechos de emisión de CO₂, traslación a los precios del mercado mayorista (spot) de energía eléctrica en Europa de los incrementos de precios del gas natural y de los derechos de emisión, etc. (Energía y Geoestrategia 2022. Club Español de la Energía)⁴.

En definitiva, la relación entre agua, energía y medioambiente, así como su derivada más visible: sus efectos sobre la alimentación y la subida de los precios; ponen de manifiesto que nos encontramos ante parte de los retos más importantes que afectan a la humanidad y en particular a nuestro país, que tiene una condicionantes geográficas y socio territoriales, que en ocasiones dificultan el tomar medidas adecuadas, que ayuden a mitigar los efectos que la subida de los precios de la energía genera.

REFERENCIAS

- Club Español de la Energía (2021). Memoria. https://www.enerclub.es/frontBookAction/Biblioteca/_Publicaciones_Enerclub/Libros_y_articulos/Memoria2021
- Del Rivero Asensio, L. (2022). Soberanía, independencia o autonomía energética de España. Revista de Obras Públicas, 3637.
- <https://www.revistadeobraspublicas.com/coyuntura/soberania-independencia-o-autonomia-energetica-de-espana/>
- García, M., Montano, B. y Melgarejo, J. (2022). La viabilidad del autoconsumo energético por medio de placas solares en los servicios del agua en España. Revista Técnica “Energía”, 19(I), 132-149. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v19.n1.2022.533>
- Melgarejo, J. y Montano, B. (2011). The power efficiency of the Tajo-Segura transfer and desalination. Water Science and Technology, 63(3), 536-541. <https://doi.org/10.2166/wst.2011.254>
- MITECO (2000). Libro Blanco del Agua. http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CEH/Documentos_Descargas/LB_LibroBlancoAgua.htm
- MITECO (2022). [https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/la-vicepresidenta-teresa-ribera-inaugura-en-lloseta-\(mallorca\)-la-primer-planta-industrial-de-hidr%C3%B3geno-renovable-de-espa%C3%B1a/tcm:30-538114](https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/la-vicepresidenta-teresa-ribera-inaugura-en-lloseta-(mallorca)-la-primer-planta-industrial-de-hidr%C3%B3geno-renovable-de-espa%C3%B1a/tcm:30-538114)
- Prats, D. (2016). La reutilización de aguas depuradas regeneradas a escala mundial. Análisis y prospectivas. Agua y Territorio, 8.
- <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma/article/view/3293>
- UNEF (2020). El sector fotovoltaico: hacia una nueva era. Informe anual 2020. Unión Española Fotovoltaica. <https://www.unef.es/es/descargardocumento/09a06238296b8a54271cea2112d40040>
- Willaarts, B. A., De la Rúa, C., Cabal, H., Garrido, A. y Lechon, Y. (2016). El Nexo Agua-Tierra-Energía en España. Fundación Canal Isabel II. <https://www.fundacioncanal.com/tienda/producto/el-nexo-agua-tierra-energia-en-espana/>

⁴ https://www.enerclub.es/frontBookAction/Biblioteca/_Publicaciones_Enerclub/Libros_y_articulos/Memoria2021#associatedDocument

TABLA DE CONTENIDO

BLOQUE I - EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA, JURÍDICA Y AMBIENTAL

Integración de la energía solar fotovoltaica en los esquemas de gestión del agua Miguel Ángel Pérez	23
Análisis tendencial del cambio climático registrado en las variables hidrológicas en España Luis Garrote, Álvaro Sordo-Ward, Javier Montalvo y Alberto González	35
Agua, agricultura y efectos económicos en el campo de Cartagena Alberto del Villar García y Marcos García López	55
Energía en el regadío y posibles actuaciones para reducirla Luis Juana y Raúl Sánchez	91
Herramientas y soluciones innovadoras para la gestión del nexo Agua-Energía-Alimentos- Ecosistemas: GoNEXUS Manuel Pulido-Velázquez, Héctor Macián-Sorribes y Sergio Segura	115
Sobreexplotación de acuíferos, subsidencia y su impacto en el riesgo de inundación. El caso paradigmático del Valle del Alto Guadalentín Javier Valdés, María I. Navarro-Hernández, Roberto Tomás, Serena Tessitore, Pablo Ezquerro y Gerardo Herrera	121
Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Desalación Domingo Zarzo	139
Optimización energética en bombeo de aguas subterráneas Miguel Fernández-Mejuto y Héctor Fernández Rodríguez	153
Microgeneración y mejora de bombeos en redes de distribución de agua: un compromiso con la Sostenibilidad Camila Andrea García Rodríguez, Modesto Pérez-Sánchez, Francisco-Javier Sánchez-Romero y Petra Amparo López-Jiménez	171
Avances y limitaciones en el desarrollo de un gemelo digital del Mar Menor Javier Senent, Adrián López Ballesteros, Francisco José Segura Méndez, Anders Nielsen, Dennis Trolle, Salvador Peña-Haro y José María Cecilia	187
<i>Smart Metering</i> : las redes inteligentes al servicio del agua César Vázquez y Vicent Joan Martínez Soler	205
Proyecto NAIADES: un ecosistema para la digitalización del ciclo urbano del Agua Ignacio Casals, Manuel Ramiro, Juan Manuel Fernández Montenegro y Leonardo Alfonso	215
Solución al problema del agua y de la energía en España Francisco Javier Flores Montoya	237
Herramienta para la gestión de riesgos incorporando el impacto del cambio climático en infraestructuras críticas hidráulicas Ignacio Escuder y Adrián Morales Torres	271
Experiencias prácticas en la integración de la gestión del agua de lluvia en el paisaje urbano Sara Perales y Miguel Rico-Cortés	277
Cambio global y aguas subterráneas en un contexto de escasez y sequías David Pulido, Leticia Baena, Antonio Juan Collados, África de la Hera, Juan de Dios Gómez, José Luis García- Aróstegui, Francisco J. Alcalá y Juan Grima Olmedo	293

Posibilidades para la optimización y reducción del uso del agua y la energía en el riego de la zona mediterránea. Retos para su implementación Miguel Ángel Jiménez-Bello, Fernando Martínez-Alzamora, Juan Manuel Carricondo, Joan Carles Alonso Campos y Manuel Pulido-Velázquez	315
Instrumentos Innovadores para la Gestión Integrada de las Aguas Subterráneas en un contexto de escasez creciente de recursos hídricos (Proyecto Interreg Sudoeste AQUIFER) José Luis García Aróstegui et al.	335
Nueva dimensión en la gestión patrimonial de redes Raúl González.....	349
Nuevos retos de la reutilización Amador Rancaño Pérez, M ^a del Mar Micó Reche y Aina Soler-Jofra	359
Evaluación de la recarga del acuífero Solana. Análisis de escenarios de cambio climático María Alejandra Feinstein, Miguel Fernández Mejuto y José Miguel Andreu Rodes	381
Cálculo de la huella de carbono como herramienta de gestión ambiental. Caso de éxito de la EDAR Helados Alacant Mercedes A. Calzada Garzón, Juan Carlos Bugallo Tena, Elena Campos Pozuelo, Domingo Zarzo Martínez y Enrique Ortiz González	393
Reducción de boro en parcela mediante ósmosis inversa y resinas de intercambio iónico. Aspectos técnicos y económicos José Francisco Maestre Valero, Alberto Imbernón Mulero, Belén Gallego Elvira, Victoriano Martínez Álvarez y Bernardo Martín Górriz	403
Derechos de agua de riego diferenciados por su prioridad a nivel de cuenca José A. Gómez-Limón, Carlos Gutiérrez-Martín y Nazaret M. Montilla-López	413
Algoritmo de sincronización entre la energía consumida en una red de riego y producida por módulos solares fotovoltaicos Francisco José Navarro-González, Miguel Ángel Pardo, Housseem Eddine Chabour y Tarek Alksaif	425
Boro en la red de azarbes de la Vega Baja del Segura y el Baix Vinalopó (Alicante) Jose Navarro Pedreño, Teresa Rodríguez Espinosa, María Belén Almendro Candel, Ana Pérez Gimeno, Ignacio Gómez Lucas e Ignacio Meléndez Pastor	439
Tratamiento ecológico para la eutrofización y la anoxia en balsas de riego Ricardo Mateos Aparicio	451
Estimación de la movilización del suelo como efecto de la escorrentía en viñedos mediante ISUM (Improved Stock Unearthing Method) en el Sureste de España Antonio Jódar Abellán, Amparo Melián Navarro y Jesús Rodrigo-Comino	459
Estimación de la evapotranspiración real, escorrentía superficial y recarga de acuíferos mediante dos modelos hidrológicos en el Sureste de España Antonio Jódar Abellán, Ryan T. Bailey, Dámaris Núñez-Gómez, Pablo Melgarejo, Derdour Abdessamed y Pilar Legua.....	467
Cálculo de la evaporación de agua en la microcuenca agrícola del río Coñaque, Ecuador José Gerardo Becerra Carrión, Antonio Jódar Abellán y Miguel Ángel Pardo Picazo	479
Aplicación del método de precipitación rápida controlada para estudios del efecto del tratamiento electromagnético en agua de elevada dureza Sergio Martínez Moya, Nuria Boluda Botella, María Dolores Saquete Ferrándiz y Jaime García Quiles	491
Un modelo matemático para la gestión de riesgos Ramón Egea Pérez y Francisco J. Navarro González	499

Reducción del contenido en fósforo en aguas de riego mediante filtro verde construido con residuos Teresa Rodríguez Espinosa, Jose Navarro Pedreño, María Belén Almendro Candel, Ignacio Gómez Lucas, Ignacio Meléndez Pastor y Manuel Jordán Vidal	513
Casos de estudio de soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación a las inundaciones en zonas agropecuarias María José Marcos Palacios y Esther Sánchez Almodóvar	525
Análisis hidrológico-edáfico para la gestión ambiental de un Sistema Léntico Artificial de alta montaña en Colombia Breiner Dan Bastidas Osejo, Antonio Jódar Abellán y Pablo Melgarejo	539
Evaluación del efecto del cambio climático en dos cultivos de secano en la provincia de Alicante Yailin Fernández González, Javier Valdes-Abellan, Marlon Mederos Corrales y Concepción Pla	551
Perspectiva de las partes interesadas en la gestión de las aguas subterráneas en cuatro cuencas mediterráneas bajo estrés hídrico: prioridades y desafíos Roberta Boni et al.....	563
Estudio de los parámetros más relevantes en el periodo de amortización de un bombeo solar en la provincia de Alicante Héctor Fernández Rodríguez y Miguel Ángel Pardo Picazo.....	585
El impacto de la continuidad de negocio y la gestión del riesgo en el ciclo integral del agua. Caso de Estudio: Aguas Municipalizadas de Alicante, E. M. Andrés Miguel Roca Lloret, Andrés Pina Martínez, Manuel Latorre Gijón y Joaquín Marco Terrés	597
Inundaciones compuestas: modelación computacional en zonas urbanas-costeras Daniela Córdova de Horta	611
Análisis del ciclo de vida de la red de riego de la Universidad de Alicante Daniel Elie Benalcázar Murillo y Miguel Ángel Pardo Picazo.....	623
Conducción Júcar - Vinalopó: binomio Agua y Energía Estefanía Blasco Casal y Vicente José Richart Díaz	635

BLOQUE II - EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA, JURÍDICA Y AMBIENTAL

Construcción de una <i>Biblioteca de Mensajes</i> para la comunicación del riesgo de inundación Pablo Aznar-Crespo, Guadalupe Ortiz y Antonio Aledo	647
La relación agua, territorio y urbanismo en un nuevo escenario Rosa Arce.....	659
El binomio agua y energía: claves jurídicas para la transición a un sistema energético autosuficiente y sostenible Asensio Navarro Ortega y Estanislao Arana García	675
Economía circular y regulación de los lodos de EDAR Ángel Ruiz de Apodaca Espinosa.....	691
Efecto de los caudales ecológicos sobre la disponibilidad de agua en la España peninsular Álvaro Sordo, Paola Bianucci, Beatriz de Lama Pedrosa y Luis Garrote	715
Costes energéticos de la desalación Jaime Lora María, Fernanda López Pérez y Carlos Carbonell Alcaina	727
Uso eficiente del agua en el diseño y control del riego de jardines y zonas verdes: una experiencia formativa práctica Fernando Echarri.....	745

Los ingenieros en el suministro de agua potable en España (siglo XIX) Juan Manuel Matés-Barco	759
Economía circular en el ciclo del agua Fernando Morcillo Bernaldo de Quirós y Andrés Guerra-Librero Castilla	775
La recarga artificial como técnica resiliente ante el cambio climático. Aplicación a los parques naturales y masas de agua subterránea de la provincia de Alicante (España) José Manuel Murillo Díaz y Alberto Padilla	795
Análisis agronómico, económico y ambiental de distintos escenarios de sustitución de aguas del trasvase Tajo-Segura por agua marina desalinizada Victoriano Martínez, Bernardo Martín, José Francisco Maestre, Belén Gallego y Alberto Imberón	819
El vencimiento de las concesiones hidroeléctricas y su nueva explotación José Antonio Blanco	841
La extinción y reversión de las concesiones hidroeléctricas (a propósito del Salto Lafortunada Cinqueta) Esteban Arimany	861
Governança da água e adaptação justa Carla Gomes y Luísa Schmidt	881
Proyecto <i>Life Baetulo</i> en Badalona: gestión operativa de crisis ante eventos climáticos Monste Martínez, Ángel Villanueva y Beniamino Russo	895
La degradación ambiental y sus implicaciones socioeconómicas en cultivos leñosos bajo un escenario climático difícil de predecir: el caso del viñedo mediterráneo de la provincia de Valencia..... Jesús Rodrigo-Comino, Andrés Caballero-Calvo, José María Senciales-González, Jesús Fernández-Gálvez y Artemi Cerdà	905
La utilización de paneles solares fotovoltaicos para reducir la factura energética del trasvase Tajo-Segura Marcos García, Borja Montaña Sanz y Joaquín Melgarejo Moreno	925
Perspectivas jurídicas del trinomio Agua-Energía-Cambio Climático Jesús Conde Antequera	941
Generación y eficiencia energética en el ciclo del agua urbana. Retos desde la óptica del Derecho..... Andrés Molina Giménez	959
El papel de la desalación frente a una demografía y demanda crecientes Borja Montaña Sanz, Marcos García-López y Joaquín Melgarejo Moreno	969
Sustentabilidad y gobernanza transnacional como fundamentos para la difusión de nuevas matrices energéticas Paulo Marcio Cruz y Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza	989
La eficiencia energética del trasvase Tajo-Segura en comparación con sus posibles alternativas Marcos García-López, Borja Montaña Sanz y Joaquín Melgarejo Moreno	1001
Desarrollo de proyectos hidroeléctricos en Ecuador. Oportunidades frente a los conflictos socioambientales Andrés Martínez-Moscoso e Israel Castro-Enríquez	1011
Enseñar las inundaciones para incrementar la resiliencia socio-territorial. El <i>PATRICOVA</i> como recurso didáctico Álvaro-Francisco Morote	1023
Sostenibilidad y eficiencia hídrica en el «agroecosistema» de la Vega Baja del Segura: estudio histórico-jurídico y ambiental Francisco José Abellán Contreras	1033

Estimación de los sobrecostos producidos por las alternativas para paliar el déficit mediante el bombeo de agua desalinizada en la Demarcación del Segura José Alberto Redondo Orts, Joaquín Melgarejo Moreno y Patricia Fernández Aracil	1045
Nuevos métodos en marketing social para conseguir comportamientos proambientales Carla Rodríguez-Sánchez.....	1057
Aceitação social da reutilização de água para adaptação às alterações climáticas no sul europeu: uma análise de instrumentos políticos de Portugal e Espanha Marcella Conceição y Carla Gomes.....	1067
El derecho humano al agua. Alcances sobre la normativa internacional y peruana Flor Gianina Paucar Aedo.....	1079
Over-fertilising, water pollution and Climate Change: overview of the European and German regulatory framework Mariana Moreno Kuhnke y Josefina Lyda.....	1087
Eficiencia del riego por aspersión en la máquina de pivote central de la finca «El Marqués», Cuba Yoangel Jesu Miranda Agüero	1101
Evaluación de la calidad del riego para el cultivo de la patata en la cooperativa «Amistad Cubano-Búlgara», Cuba Heriberto Vargas Rodríguez, Caridad Sánchez Veranes y Fabienne Torres Menéndez	1111
Buenas prácticas medioambientales a implementar en la Unidad Empresarial de Servicios Técnicos (UEBIST) «Talleres y Desmonte Artemisa», Cuba Fabienne Torres Menéndez, Heriberto Vargas Rodríguez y Zulema Lombillo Laferte.....	1119
Educação ambiental e legislação ambiental: uma reflexão necessária na inserção dentro do ambiente escolar no ensino público Aline Hoffmann y Liton Lanes Pilau Sobrinho	1129
A regulação como mecanismo de proteção dos valores da livre iniciativa e da livre concorrência André Emiliano Uba.....	1137
El uso del instrumento de licencia por admisión y compromiso como medio para la necesaria desburocratización de la generación eléctrica en Brasil Alexandre Waltrick Rates	1149
Evaluación de la gestión y eficiencia de la actividad de riego en la UBPC Granja Arroyo, La Habana (Cuba) Daniel Acosta Rivero, Caridad Sánchez Veranes y María del Carmen Falcón Acosta.....	1157
Valoración económica de la producción agraria española en zonas inundables Adela Bellver Baca, Jesús Garrido Manrique, Margarita Navarro Pabsdorf y Eduardo Cuenca García.....	1169
Smart cities e a dignidade da pessoa humana no transtorno do espectro autista: experiências que vêm do sul do Brasil Liton Lanes Pilau Sobrinho, Vanessa Ramos Casagrande, Franco Scortegagna y Elys Marina Hack	1183
Legal issues of Chinese water rights system Yang Yang	1193
Inconstitucionalidad de la ley y del reglamento de recursos hídricos en Ecuador Luis Alfonso Castillo Vaca	1201
Regulamentação jurídica das águas subterrâneas no Brasil Denise Schmitt Siqueira Garcia y Heloise Siqueira Garcia	1213
Economía circular en el uso del agua en la Región de Murcia y en la Demarcación Hidrográfica del Segura José María Gómez Espín, José María Gómez Gil, Encarnación Gil Meseguer	1223

La desalinización como seguro hídrico en el Sureste Ibérico	
Encarnación Gil Meseguer, José María Gómez Gil, Ramón Martínez Medina, José María Gómez Espín	1233
Energía fotovoltaica y conducción Júcar-Vinalopó	
Vicente José Richart Díaz	1241

Enlace de descarga del libro:

<http://hdl.handle.net/10045/126904>