

España ante su gran oportunidad hídrica: reformar hoy para resistir mañana

Spain presented with its great water opportunity: renovate today to resist tomorrow



Manuel Martín Arroyo

Ingeniero especializado en la dirección de proyectos y obras de regadíos
Engineer specialising in the management of irrigation projects and works

En los últimos meses, España ha experimentado un periodo de precipitaciones excepcionales que ha devuelto oxígeno a embalses, acuíferos, humedales y ríos. Este respiro hídrico, sin embargo, no debe inducir a la complacencia. La historia reciente nos enseña que los ciclos de altas precipitaciones en el clima mediterráneo son efímeros y que el verdadero reto no es gestionar la lluvia, sino anticipar la sequía. Ahora, con elevadas reservas hídricas y margen para actuar, llega el momento de planificar de manera decidida el futuro hídrico del país.

In recent months, Spain has experienced exceptional rainfall that has replenished reservoirs, aquifers, wetlands and rivers. This respite should not, however, lead to complacency. Recent history shows that periods of abundant rainfall are short lived in the Mediterranean climate, and that the real challenge is not managing rain but acting early in the face of drought. Now that water reserves are high and there is room for manoeuvre, this is precisely the moment to plan decisively for the country's water future

La paradoja de la elevada disponibilidad hídrica: cuando llover no basta

España es un país mediterráneo donde la irregularidad hídrica es la norma. En cuestión de meses podemos pasar de balances hídricos negativos a crecidas que ponen a prueba los cauces y embalses. Esta variabilidad, acentuada por el cambio climático, tiene consecuencias cada vez más severas sobre los sistemas agrícolas, urbanos e industriales.

The paradox of high availability of water: when rain is insufficient

Spain is a Mediterranean country in which hydrological water irregularity is the norm. In a matter of months, the country can shift from negative water balances to floods that put riverbeds and reservoirs to the test. This variability, intensified by climate change, has increasingly severe consequences for agricultural, urban and industrial systems.



Lo que antes se concebía como una anomalía, años de sequía seguidos por lluvias torrenciales, hoy forma parte de la nueva normalidad climática. Según los informes recientes del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, la frecuencia e intensidad de las sequías severas aumentará un 20-30% en los próximos decenios, al mismo tiempo que se espera una reducción significativa de los aportes medios anuales en las principales cuencas hidrográficas.

Paradójicamente, estos episodios de elevada disponibilidad hídrica generan una sensación social de alivio que retrasa la toma de decisiones estructurales. La sequía se olvida, los embalses se llenan y la inversión vuelve a postergarse. Pero cada ciclo perdido de planificación durante estos episodios nos condena a improvisar en los periodos de escasez hídrica.

Un modelo hídrico tensionado: obras que envejecen y retos que crecen

El sistema hidráulico español es uno de los más complejos y extensos del mundo. Con más de 1.200 grandes presas, miles de kilómetros de canales de riego, estaciones de bombeo, conducciones principales, infraestructuras de depuración y redes de distribución, nuestro patrimonio hidráulico es la columna vertebral invisible de la economía y el territorio.

No obstante, una parte significativa de estas infraestructuras supera los 40 o 50 años de vida, y muchas fueron diseñadas en contextos hidrológicos y tecnológicos muy distintos a los actuales. Su mantenimiento, y en algunos casos, su modernización, se ha visto retrasado por falta de inversión sostenida y por la ausencia de una estrategia a largo plazo.

A esto se suma una fragmentación institucional y competencial que dificulta la gestión integrada del recurso. La superposición de competencias entre ministerios, comunidades autónomas y confederaciones hidrográficas ralentiza la ejecución de proyectos y dispersa la responsabilidad sobre la eficiencia del sistema.

Si bien se han hecho avances notables, especialmente en depuración, reutilización y modernización de regadíos, la sensación general en el sector es que hemos invertido más en reacción que en anticipación. Cada sequía impulsa nuevos programas, cada periodo húmedo los detiene. El resultado es un modelo hídrico tensionado, que funciona al límite de su capacidad resiliente.

Almacenamiento, interconexión y recarga: convertir la lluvia en reserva

La gestión inteligente del agua en un país de extremos climáticos pasa, necesariamente, por maximizar

What was once considered an anomaly—years of drought followed by torrential rains—has become part of the new climate normal. According to recent reports from the Spanish Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge, the frequency and intensity of severe droughts will increase by 20-30% in the coming decades, while a significant reduction in average annual rainfall is expected in the main river basins.

Paradoxically, episodes of high water availability create a sense of relief that delays structural decision making. Drought is forgotten, reservoirs fill, and investment is postponed once again. Yet every planning cycle lost during these periods condemns us to improvisation when water scarcity returns.

A water system under strain: aging infrastructure and growing challenges

The Spanish water system is one of the most complex and extensive in the world. With more than 1,200 large dams, thousands of kilometres of irrigation channels, pumping stations, main pipelines, treatment facilities and distribution networks, our water infrastructure is the invisible backbone of the economy and the country.

However, a significant portion of this infrastructure is over 40 or 50 years old, and much of it was designed in hydrological and technological contexts very different to those of today. Infrastructure maintenance, and in some cases modernisation, has been delayed by a lack of sustained investment and the absence of a long-term strategy.

Added to this is institutional and jurisdictional fragmentation, which hinders integrated resource management. Overlapping responsibilities between ministries, autonomous communities and river basin authorities slow down project implementation and diffuse accountability for performance of the system.

Although notable progress has been made, especially in wastewater treatment, reuse and modernisation of irrigation systems, the general feeling in the sector is that more has been invested reactively than proactively. Each drought drives new programmes, each wet period halts them. The result is a strained water model, operating at the limits of its resilient capacity.

Storage, interconnection and recharge: turning rain into a reserve

Intelligent water management in a country with extreme climatic conditions necessarily involves maximising storage and regulation capacity of both surface and groundwater. During periods of heavy



la capacidad de almacenamiento y regulación, tanto superficial como subterránea. Durante los episodios de elevadas precipitaciones, gran parte del agua se pierde por escorrentías e inundaciones localizadas sin que el sistema sea capaz de retenerla o infiltrarla de manera eficiente.

En este contexto, resulta prioritario actualizar la política de embalses y balsas de regulación, apostando por la modernización de las infraestructuras existentes y la creación de pequeños sistemas de almacenamiento complementarios, más adaptados al entorno y con menores impactos ambientales. Estas obras no solo permitirían un aprovechamiento más equilibrado, sino que reducirían riesgos de inundación y aportarían estabilidad al regadío y al abastecimiento urbano.

Asimismo, debe reforzarse la estrategia nacional de recarga artificial de acuíferos, aprovechando los excedentes hídricos actuales mediante sistemas de infiltración natural o conducida. Los acuíferos son las “reservas invisibles” que garantizan la disponibilidad cuando no llueve. España posee un potencial importante en esta materia, pero su aprovechamiento sigue siendo limitado por la falta de planificación operativa y coordinación normativa.

Finalmente, el debate sobre las interconexiones entre cuencas merece una revisión serena, técnica y transparente. Más allá de la confrontación política, es preciso reconceptualizar las conexiones no como

rainfall, much of the water is lost through runoff and localised flooding because the system is unable to retain or infiltrate it efficiently.

In this context, updating the policy on reservoirs and regulating ponds becomes a priority, with a focus on modernising existing infrastructure and creating small, complementary storage systems that are better adapted to the surrounding environment and have a lower environmental impact. These works would not only enable a more balanced use of water resources but also reduce flood risk and provide greater stability for irrigation and urban supply

Likewise, the national strategy for artificial aquifer recharge should be strengthened, availing of current water surpluses through natural or controlled infiltration systems. Aquifers are the “invisible reserves” that guarantee availability in the absence of rain. Spain has significant potential in this area, but it remains untapped due to a lack of operational planning and regulatory coordination.

Finally, the debate on interconnections between basins deserves calm, technical and transparent review. Beyond political confrontation, it is necessary to reconceptualise connections not as permanent transfers, but as emergency or temporary balancing infrastructure that provides the system with flexibility in extreme situations. Mitigating the impact of drought requires room for manoeuvre in



transferencias permanentes, sino como infraestructuras de emergencia o equilibrio temporal que doten al sistema de flexibilidad ante situaciones extremas. Mitigar el impacto de la sequía exige capacidad de maniobra hídrica, y esta no se consigue sin interconexión.

El regadío como aliado de la resiliencia hídrica

El sector agrario, frecuentemente señalado como gran consumidor de agua, debería ser considerado parte esencial de la solución, no únicamente del problema. Los regadíos modernos representan uno de los ejemplos más exitosos de eficiencia y gestión técnica en el uso de recursos hídricos.

Las inversiones de los últimos años en modernización, telecontrol, riego localizado o energías renovables aplicadas a los sistemas de bombeo han reducido significativamente las pérdidas y optimizado los consumos. Sin embargo, la renovación tecnológica debe continuar. Aún existen amplias superficies con infraestructuras obsoletas o gestionadas de manera ineficiente.

La visión estratégica debería centrarse en consolidar un regadío inteligente y energéticamente autosuficiente, capaz de integrar fuentes renovables, datos meteorológicos en tiempo real, modelos de simulación y soluciones basadas en inteligencia artificial. Un riego conectado y eficiente no solo es más sostenible, sino también un estabilizador social y económico en entornos rurales vulnerables.

Además, es importante recordar que el agua agrícola cumple una función territorial: vertebrar zonas rurales, mantiene ecosistemas agroambientales y permite retener población. Modernizar el regadío no es solo una cuestión de eficiencia hídrica, sino también de política de cohesión y ordenación del territorio.

Nuevas fuentes y gestión circular del recurso

En paralelo a la mejora del almacenamiento y el uso eficiente, España debe intensificar la apuesta por fuentes no convencionales: la reutilización de aguas depuradas y la desalinización sostenible. Ambas son herramientas clave para complementar los recursos naturales, especialmente en las cuencas litorales con mayor estrés hídrico.

La reutilización, pese a los avances normativos y técnicos, sigue infrautilizada. Según datos recientes de EurEau, España reutiliza alrededor del 12-14% de sus aguas depuradas, cuando el potencial real, bajo condiciones técnicas e higiénicas adecuadas, podría duplicarse.

Por otro lado, la desalinización ha demostrado su eficacia, pero requiere una integración inteligente

water management, and this cannot be achieved without interconnection.

Irrigation as an ally of water resilience

The agricultural sector, often singled out as a major consumer of water, should be considered an essential part of the solution, not just the problem. Modern irrigation systems are amongst the most successful examples of efficient and technical water resource management.

Investments in recent years in modernisation, remote control, localised irrigation and renewable energies applied to pumping systems have significantly reduced losses and optimised consumption. However, technological renewal must continue, as there are still large areas with obsolete or inefficiently managed infrastructure.

The strategic vision should focus on consolidating smart, energy-self-sufficient irrigation capable of integrating renewable sources, real-time meteorological data, simulation models and artificial intelligence-based solutions. Connected, efficient irrigation is not only more sustainable, but also a social and economic stabiliser in vulnerable rural environments.

Furthermore, it is important to remember that agricultural water plays a territorial role: it structures rural areas, sustains agro-environmental ecosystems and helps to retain population. Modernising irrigation is not only a question of water efficiency, but also of cohesion policy and land-use planning.

New sources and circular management of the resource

In parallel with improving storage and water efficiency, Spain must intensify its commitment to non-conventional sources: the reuse of treated water and sustainable desalination. Both are key tools for supplementing natural resources, especially in coastal basins with greater water stress.

Despite regulatory and technical advances, reuse remains underexploited. According to recent EurEau figures, Spain reuses around 12-14% of its treated water, when, with the right technical and hygiene conditions, this could be doubled.

Desalination has proven its effectiveness, but needs intelligent integration with distribution networks and, above all, energy optimisation through the use of renewable sources. New generation desalination plants, combined with photovoltaic or wind systems, are a promising route to achieving water independence without compromising environmental or economic sustainability.

Both strategies must be approached from the perspective of the circular water economy, where

con las redes de distribución y, sobre todo, una optimización energética mediante el empleo de energías renovables. Las plantas desalinizadoras de nueva generación, combinadas con sistemas fotovoltaicos o eólicos, ofrecen una vía prometedora de independencia hídrica sin comprometer la sostenibilidad ambiental o económica.

Ambas estrategias deben abordarse desde la perspectiva de la economía circular del agua, donde cada gota tiene múltiples vidas y cada proceso productivo es capaz de generar su propio ciclo interno. Esta visión encaja con la transición ecológica que Europa impulsa, y ofrece una oportunidad para alinear políticas hídricas con las de energía, innovación y territorio.

Gobernanza, digitalización y planificación a largo plazo

Sin una gobernanza ágil, integrada y digitalmente capacitada, cualquier plan de inversión corre el riesgo de quedarse en papel. España requiere una planificación hídrica basada en datos, previsión y coordinación institucional, apoyada en tres ejes:

- Planificación estratégica: establecer un Plan Nacional de Resiliencia Hídrica que defina prioridades, plazos, financiación y objetivos medibles. Debe trascender los ciclos políticos, garantizando continuidad y coherencia.
- Gestión digital e inteligencia del dato: desplegar sistemas de monitorización y predicción para todos los niveles de gestión, desde cuencas hasta redes de riego. La inteligencia artificial puede optimizar decisiones sobre distribución, mantenimiento o alerta temprana ante sequías.
- Coordinación multiactor: integrar administraciones, comunidades de regantes, operadores, universidades y empresas tecnológicas en una gobernanza compartida. La gestión del agua es un reto transversal que no admite compartimentos estancos.

La digitalización no debe reducirse a un discurso tecnológico: implica una cultura del dato que permita decidir anticipadamente, no cuando el problema ya es evidente. Cada sensor, cada modelo predictivo o gemelo digital aporta conocimiento. Y el conocimiento, en materia de agua, es poder preventivo.

El papel de los ingeniero/as en la nueva estrategia hídrica

Los ingeniero/as que trabajamos en el ámbito del agua y los regadíos conocemos de primera mano la complejidad técnica y administrativa que conlleva transformar un proyecto en realidad. Pero también

every drop has multiple lives and every productive process is capable of generating its own internal cycle. This vision aligns with the ecological transition being promoted in Europe and offers an opportunity to bring water policy into line with energy, innovation and territorial policies.

Governance, digitalisation and long-term planning

Without agile, integrated and digitally enabled governance, any investment plan risks remaining on paper. Spain needs water planning based on data, foresight and institutional coordination, supported by three pillars:

- Strategic planning: establishment of a National Water Resilience Plan that sets priorities, timelines, financing mechanisms and measurable targets. The Plan must transcend political cycles to ensure continuity and coherence.
- Digital management and data intelligence: deployment of monitoring and predictive systems across all levels of management, from river basins to irrigation networks. Artificial intelligence can optimise decision-making on distribution, maintenance and drought early warning systems.
- Multi actor coordination: integration of public authorities, irrigation communities, operators, universities and technology companies into a shared governance model. Water management is a cross cutting challenge that cannot be addressed in isolation.

Digitalisation should not be reduced to a purely technological narrative. It requires a data culture that enables decisions to be made in advance, not once the problem has already become evident. Every sensor, every predictive model and every digital twin contributes knowledge. And in the field of water, knowledge is preventive power.





Cada ciclo de lluvias es una nueva oportunidad para aprender del pasado y reforzar la resiliencia de nuestro sistema hídrico

comprendemos la trascendencia de cada obra bien planificada.

Frente a la visión de la infraestructura como una ejecución aislada, debemos reivindicar el papel del ingeniero como gestor integral del ciclo del agua, capaz de unir técnica, economía y territorio. Nuestra responsabilidad no es solo construir, sino planificar, optimizar y anticipar.

Las obras hidráulicas, especialmente en el contexto actual, han de concebirse como inversiones de país: infraestructuras de resiliencia que protegen la seguridad hídrica, energética y alimentaria. Para cumplir ese papel, la ingeniería necesita marcos estables de planificación, presupuestos plurianuales y procesos de tramitación menos burocráticos. Prepararse para la sequía del futuro requiere agilidad institucional y visión técnica a largo plazo.

Conclusión: aprovechar la oportunidad antes de que vuelva la escasez

Hoy los embalses suben, los acuíferos se recargan y el paisaje reverdece. Pero si no aprovechamos este breve intervalo de elevadas reservas hídricas para invertir, reformar y planificar, volveremos a enfrentar la próxima sequía con las mismas debilidades estructurales que lo hemos hecho en periodos de sequía anteriores.

Cada ciclo de lluvias es una nueva oportunidad para aprender del pasado y reforzar la resiliencia de nuestro sistema hídrico. El objetivo no puede ser almacenar agua, sino almacenar futuro: capacidad de respuesta, flexibilidad, sostenibilidad y conocimiento.

La gestión del agua en España debe evolucionar hacia un modelo de anticipación estructural, no de reacción coyuntural. Esto pasa por invertir en infraestructuras adaptadas al cambio climático, fortalecer la gobernanza, modernizar el regadío y digitalizar la gestión.

Porque, al final, el verdadero éxito no se medirá por cuánta lluvia cae, sino por cuánta somos capaces de conservar, reutilizar y transformar en seguridad hídrica. Y ese camino empieza ahora, mientras aún llueve 🌧️

Each cycle of rainfall is a new opportunity to learn from the past and strengthen the resilience of our water system.

The role of engineers in new-generation water strategy

Those of us who work as engineers in the field of water and irrigation know first hand the technical and administrative complexity involved in turning a project into reality. But we also understand the significance of every well planned piece of infrastructure. Rather than viewing an infrastructure as an isolated project, we must reaffirm the role of the engineer as an integrated manager of the water cycle, capable of bringing together technology, economics and territorial planning. Our responsibility is not only to build, but to plan, optimise and anticipate.

Hydraulic works, especially in the current context, must be conceived as national investments: resilience infrastructures that safeguard water, energy and food security. To achieve this, engineering requires stable planning frameworks, multi year budgets and less bureaucratic administrative procedures. Preparing for the droughts of the future demands institutional agility and long term technical vision.

Conclusion: avail of the opportunity before scarcity reappears

Today reservoir levels are rising, aquifers are recharging and the landscape is green again. But failure to avail of this brief interval of high water reserves to invest, reform and plan means we will face the next drought with the same structural weaknesses as in the past.

Each cycle of rainfall is a new opportunity to learn from the past and strengthen the resilience of our water system. The goal cannot be to store water, but rather to store the future: response capacity, flexibility, sustainability and know-how.

Water management in Spain must evolve towards a model of structural anticipation rather than short term reaction. This requires investment in infrastructure adapted to climate change aimed at strengthening governance, modernising irrigation and digitalising management.

Because true success will not ultimately be measured by how much rain falls, but rather by how much we are able to conserve, reuse and transform into water security. And that path begins now, while it is still raining. 🌧️