

CAPÍTULO XVIII

La regulación económica de servicios de agua: de la universalidad a la seguridad hídrica a largo plazo y la adaptación al cambio climático

Gonzalo Delacámara
Marta Rodríguez

En el contexto de un sistema de provisión de servicios del ciclo urbano del agua como el de España, con cobertura universal, alto nivel de tecnificación y algunos modelos de provisión considerados como mejores prácticas internacionales, podría dar la sensación de que los desafíos en la gestión del ciclo urbano del agua son inexistentes. Sin embargo, en la práctica, la provisión de estos servicios se ve afectada por altos niveles de atomización (dado el alto número de municipios en el país y el hecho de que las competencias legales son municipales), dificultades en el reemplazo de activos, debilidad en la recuperación de costes y restricciones crecientes como resultado de la dificultad para garantizar la seguridad hídrica a largo plazo en un contexto de adaptación al cambio climático en no pocas cuencas hidrográficas del país. A ello se suma un elemento central, difícil de encontrar como tal en países de nuestro entorno: ante la ausencia de principios únicos de regulación que, como se argumenta en este trabajo, es más determinante en sí que la ausencia de un ente regulador único específico, estos servicios públicos se prestan en un contexto de hiperregulación (vía ordenanzas municipales), que genera no pocas disfuncionalidades. Los criterios de regulación económica de los servicios de agua han respondido hasta el momento a un modelo de inversión basado en la garantía de cobertura universal; ahora, una vez conseguida ésta hace décadas, el desafío es bien diferente y pasa por proteger (y financiar adecuadamente para ello), dos bienes públicos que no han recibido la atención necesaria: la seguridad hídrica a largo plazo y la adaptación.

Palabras clave: regulación, seguridad hídrica, cambio climático, economías de escala, incentivos.

JEL classification: G18, L95, Q25.

1. LOS SERVICIOS DEL CICLO URBANO DEL AGUA EN EL CONTEXTO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Los recursos hídricos, disponibles en la naturaleza (aguas superficiales y subterráneas) o producidos a través de tratamientos avanzados de agua (reutilización de aguas regeneradas o desalación de agua salobre o marina), y los servicios que de ellos se derivan, son críticos para el desarrollo económico y social incluso en regiones del planeta donde el recurso es un activo relativamente abundante.

La gestión del agua está relacionada con la cohesión social y territorial (Clifton, Díaz-Fuentes y Fernández-Gutiérrez, 2016), el desarrollo espacial (Wiering e Immink, 2006), la localización geográfica de las actividades económicas (McDonald *et al.*, 2014), el desempeño macroeconómico (incluida la productividad y la competitividad) (Ibarrarán *et al.*, 2009), la equidad social (Peña, 2011), la sostenibilidad de los patrones de desarrollo, la simbiosis industrial como parte de los enfoques de economía circular (Lawal *et al.*, 2021), la seguridad alimentaria (Young *et al.*, 2021), los desplazamientos forzados de poblaciones (ya sea como migrantes o refugiados) (Whitman, 2019), la generación de energía final (como, por ejemplo, la creciente producción de hidrógeno verde: Beswick, Oliveira y Yan, 2021), la salud pública (Andrés, Joseph y Rana, 2021), la conservación de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas (Maasri *et al.*, 2021), la mitigación y adaptación al cambio climático (Sharifi, 2021).

En el contexto de las economías menos desarrolladas, el agua también explica mayores oportunidades para una vida significativa, diferentes niveles de igualdad de género (Coles y Wallace, 2020), posibilidades de eliminación de la pobreza (Ünver y Mansur, 2019), la intensidad de los flujos migratorios entre el campo y la ciudad (Niva, Taka, y Varis, 2019), la emergencia y la persistencia de conflictos geopolíticos (Zeitoun, Mirumachi y Warner, 2020) o el comportamiento de economías orientadas a la exportación (Donoso, 2021), etcétera.

Convertir el recurso en diferentes servicios (riego para la agricultura, refrigeración de equipos industriales o centrales térmicas de conversión de energía, provisión de agua potable y saneamiento de aguas residuales o reutilización de aguas regeneradas...), demanda no pocos esfuerzos por parte de la sociedad. En esencia, es un caso equivalente (pero desde luego no idéntico), al de transformar recursos de energía primaria (petróleo, gas natural, carbón, biomasa, radiación solar, viento, uranio enriquecido...), en energía final (electricidad, calor, frío, combustible para el transporte de mercancías y personas). De modo específico, los servicios del ciclo urbano del agua, en los que se centra este trabajo, se refieren a un bien vital, afectan por lo tanto a todos los ciudadanos de modo directo y están considerados, bajo el amparo de Naciones Unidas, derechos humanos (desde el 28 de julio de 2010, por resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas –el 17 de diciembre de 2015– el saneamiento fue reconocido como derecho vinculado pero independiente) (A/RES/64/292 y A/RES/70/169).

Con frecuencia, los análisis del ciclo urbano del agua hacen abstracción de los aspectos relativos a la gestión del recurso, como si el agua en alta (antes de ser clorada) estuviese

garantizada de modo estable y la descarga de efluentes con diferentes niveles de tratamiento no tuviese una repercusión significativa aguas abajo. Ninguna de las dos afirmaciones es cierta. Las preocupaciones sobre la seguridad hídrica a largo plazo han evidenciado la necesidad de integrar la gestión del recurso en las inquietudes sectoriales sobre los servicios de agua potable y saneamiento en asentamientos humanos, incluso cuando la aproximación institucional, por una cuestión de competencias regulatorias, como en el caso de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), esté sesgada hacia al segmento minorista de la prestación de servicios (ver CNMC, 2020).

La cantidad de agua disponible de modo sostenible a largo plazo está heterogéneamente distribuida en el territorio y en el tiempo (Rauschenbach, 2016), un hecho que desde hace ya décadas se ve amplificado por los efectos del cambio climático (Bates *et al.*, 2008). Eso explica que, aunque buena parte de la literatura sobre el ciclo urbano del agua se haya ido desvinculando del sistema natural que lo soporta, a medida que los avances tecnológicos se hacían más sofisticados (Zhang *et al.*, 2020), los desafíos actuales y futuros hacen imprescindible, a nuestro juicio, no perder de vista los ecosistemas acuáticos como fuente de servicios (Maasri *et al.*, 2022).

El régimen de precipitaciones (cuánta agua cae, con qué intensidad, cuándo, dónde), la geomorfología (la forma que adopta la superficie terrestre) y las funciones de los ecosistemas (es decir, el depósito de materiales como el carbono, el agua, los nutrientes minerales y una serie de procesos en forma de energía y materia), intervienen determinando la cantidad, calidad y disponibilidad de agua en las principales fuentes convencionales de agua: el agua de escorrentía superficial y el agua subterránea (Hall, Stuntz y Abrams, 2008). Estos recursos hídricos se gestionan en la Unión Europea y en algunos otros países a nivel de cuenca hidrográfica algo que, en España, como se indica en CNMC (*op. cit.*) incluye la gestión intra e intercomunitaria (Real Decreto 1/2016, Real Decreto 11/2016 y Real Decreto 701/2015).

Teniendo en cuenta la vulnerabilidad de los ríos y los acuíferos en numerosas zonas del planeta (y, desde luego, en amplias zonas del territorio español) o, los casos en los que interviene un conjunto de presiones que derivan en impactos significativos sobre los ecosistemas acuáticos (Rockström *et al.*, 2014; Padowski, Carrera y Jawitz, 2015; Richey *et al.*, 2015), se ha ido haciendo progresivamente necesario recurrir a otras fuentes de agua (Gude, 2017). Como recursos no convencionales (únicamente en el sentido de complementarios a las dos fuentes básicas mencionadas), la reutilización de aguas regeneradas, la desalación y la captura de agua de lluvia juegan un papel desigual en la aportación de recursos adicionales en función del balance hidrológico de cada territorio: la reutilización (incorporación de nuevo al ciclo de agua ya utilizada y regenerada), restringida para determinados usos, ha alcanzado un mayor nivel de desarrollo en los países sometidos a mayor estrés hídrico, como Australia, China, Chipre, España, Estados Unidos, Grecia, Israel, Italia, Japón o Singapur (Lee y Jepson, 2020). De la misma manera, la desalación de agua marina contribuye a incorporar recursos hídricos adicionales en los territorios costeros con menos recursos hídricos disponibles, por ejemplo, en Arabia Saudí, Australia, China, Emiratos Árabes Unidos, España, Estados Unidos o Israel (Curto, Franzitta y Guercio, 2021). Por último, la captación de agua de lluvia destaca como fuente menos habitual (pero no por ello más nueva) en países en los que existe alta

variabilidad en el régimen de precipitaciones tales como Estados Unidos, Indonesia, Japón, Malasia o Tailandia (Preeti y Rahman, 2021).

2. LA ORGANIZACIÓN DEL SECTOR

A nivel mundial, pero de modo especialmente claro en las economías más avanzadas como España, el ciclo urbano del agua se organiza en torno a un marco institucional y financiero que establece las reglas, formales o informales, de funcionamiento, como ocurre en otros sectores.

En diversos países, la respuesta inicial a la prestación de servicios públicos por empresas fue confiar en el mercado; es decir, en los proveedores privados y la competencia (Prasad, 2006). No obstante, muy pronto se hizo evidente cierto escepticismo respecto a los méritos de los mercados: la competencia no era práctica cuando se trataba de servicios públicos en red (Pérard, 2009); la duplicación de instalaciones no era eficiente desde el punto de vista económico (Ballance y Taylor, 2005).

Los servicios de agua y saneamiento siguieron siendo municipales en la mayoría de los países, perdiendo economías de escala y de alcance (Klien y Michaud, 2019), como en el caso de España, como se enfatiza en CNMC (2020). Las excepciones fueron escasas durante mucho tiempo, pero en todo caso notables. En las últimas décadas, el Reino Unido (Inglaterra y Gales, para ser más precisos) y Chile evolucionaron de formas municipales a formas regionales de organización industrial para los servicios de agua, entre otras cosas para capitalizar economías de escala y alcance, derivadas de la aglomeración de la actividad (Bel y Warner, 2015). En el caso del Reino Unido, parece claro que el proceso en sí fue diseñado, entre otras cosas, para cumplir con los objetivos de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (2000/60/CE), que nunca se hubieran cumplido (o no al mismo coste), sin la regionalización y el aumento de escala.

La experiencia de diferentes países muestra que hay diversos factores institucionales y económicos relevantes para la provisión exitosa de servicios de agua, es decir de modo equitativo, eficiente, pero también sostenible: algunos de ellos están relacionados con el contexto, otros directamente con el sector. Estos incluyen cuestiones que tienen que ver con la gobernanza general (es decir, con el modo de tomar decisiones a nivel más amplio en la sociedad), el desempeño macroeconómico, la economía del sector, la regulación, la integridad, los tratados de protección jurídica de la inversión (cuando participan inversores extranjeros) y la planificación estratégica, por mencionar algunos de los más importantes.

3. LA REGULACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS DEL CICLO URBANO DEL AGUA PARA UNA MEJOR GOBERNANZA

Con carácter general, la regulación de servicios públicos juega un papel imprescindible alineando intereses individuales y objetivos colectivos. En el ciclo urbano del agua, la regulación se diseña así para responder a la necesidad de equilibrar intereses económicos, sociales y

ambientales. La aparición de principios reguladores de los servicios del ciclo urbano del agua ha sido siempre parte, sin embargo, de reformas más amplias para proteger el interés general, hacer a los proveedores de servicios más responsables en la prestación de estos servicios públicos cuando eso era necesario y establecer mecanismos independientes de fijación de precios, de supervisión de planes de inversión y de resolución de conflictos. Para conseguirlo, teniendo en cuenta la complejidad del sector, uno esperaría del regulador que promoviese la transparencia, la coherencia y la coordinación de políticas, la continuidad, predictibilidad y credibilidad de la toma de decisiones, y la rendición de cuentas a los usuarios, algo que debe tener su reflejo en el nivel de los servicios del agua (Dobbie, Brown y Farrelly, 2016).

En un país como España, donde los retos técnicos ya no son determinantes en el sentido de que no son restricciones vinculantes, la mayor parte de los desafíos están vinculados a eso que genéricamente se da en llamar gobernanza. Ahora bien, la gobernanza no se limita a la transparencia y la rendición de cuentas (Berg, 2016) la participación significativa de los ciudadanos (Marques, da Cruz y Pires, 2015) o la integridad (Neto y Camkin, 2022), siendo todas ellas condiciones imprescindibles. Tampoco, en realidad, tiene que ver con un marco institucional para la toma de decisiones que articule a los diferentes niveles de la Administración pública (locales, supramunicipales, regionales, nacionales, supranacionales), de modo sensato y eficiente (Li, von Eiff y An, 2021). También ésta es una condición necesaria, pero no suficiente, orientada a asignar y distinguir roles y responsabilidades en el diseño y ejecución de políticas, en la gestión operativa de los servicios, en la regulación económica de los mismos, etcétera.

En realidad, una buena gobernanza debe garantizar al tiempo la gestión de los servicios en diferentes escalas espaciales y temporales; asegurar la coordinación de políticas sectoriales (ambiental, salud pública, energía, agricultura, industria, planificación territorial...) (Trein *et al.*, 2021); adaptar las competencias de los responsables del diseño, la ejecución y la evaluación de la gestión del ciclo urbano del agua (Li, von Eiff y An, *op. cit.*); gestionar mediante tecnologías avanzadas la cantidad ingente de datos asociada a estos servicios (Eggimann *et al.*, 2017); proporcionar un marco financiero estratégico que no sólo garantice la suficiencia del capital sino la financiación de los gastos operativos y la recuperación de costes ambientales (Greer, 2020); favorecer la innovación (y no sólo tecnológica sino financiera, social, institucional) (Vairavamoorthy, 2008); y, desde luego, rediseñar incentivos para promover la recuperación de costes financieros y económicos, así como la eficiencia en el uso del recurso y la seguridad hídrica a largo plazo, donde se pone énfasis más adelante en este trabajo (Hoekstra, Buurman y Van Ginkel, 2018).

En torno a esos diferentes desafíos de gobernanza es posible identificar al tiempo una parte de los retos regulatorios más importantes para el sector. A ellos, se suman las dificultades que derivan de algunas de las consecuencias de una gestión responsable de grandes éxitos (cobertura universal, reducción significativa del consumo de agua por persona y día o del agua no registrada, creciente diversificación de fuentes de oferta, una digitalización incipiente en el sector...) (AEAS, 2023), pero también con fallas: el aumento del grado de obsolescencia de algunas infraestructuras críticas por tasas de reposición insignificantes y por insuficiente gestión de activos (Cantos y Juran, 2019); disfuncionalidades entre la regulación ambiental

(del recurso) y económica (de los servicios); creciente incertidumbre asociada a eventos climáticos y meteorológicos extremos (Leigh y Lee, 2019); la insuficiente comprensión de que no hay vías de mitigación del cambio climático sin vías de adaptación (Sharifi, 2021); la ausencia del agua como política de Estado; el deterioro del estado ecológico de una parte importante de las masas de agua del país (Kristensen *et al.*, 2018).

4. LA AUSENCIA DE PRINCIPIOS ÚNICOS DE REGULACIÓN

Algunas características especialmente importantes de la gobernanza del ciclo urbano del agua en el análisis comparado son la independencia y la profesionalidad de los proveedores; la existencia, autonomía (financiera, operativa, orgánica) y las capacidades reales de los reguladores; la prioridad real del sector en la política pública y la continuidad de la propia política pública. Debido al tiempo que toma ejecutar inversiones y reformas institucionales en el sector, o a sus periodos de madurez y sus costes, las políticas de servicios de agua exitosas son por definición políticas de Estado que trascienden el ciclo político.

Un desafío común en la gestión del ciclo urbano del agua, al que no escapa España, es la fragmentación de órganos con poder de decisión en la gestión del agua en general y el sector del abastecimiento y saneamiento urbano en particular (Mullin, 2020). El diseño de políticas adaptadas a cada realidad local hace difícil, cuando no imposible, resolver retos a escala regional o nacional, como por ejemplo los planes de gestión de sequías o riesgo de inundaciones, o la armonización de la estructura tarifaria y los niveles de precios de estos servicios (Guerreiro *et al.*, 2018), por no hablar en sí de la adaptación al cambio climático, un desafío imposible de abordar con sesgos sectoriales o desde un único nivel de la Administración del Estado.

En la Unión Europea, las decisiones sobre la operación de los servicios relacionados con el agua son competencia exclusiva de las autoridades de los Estados miembros. La prestación de estos servicios es, en general, responsabilidad de las autoridades locales, que son las más cercanas a los ciudadanos y sus preocupaciones, un claro ejemplo del principio de subsidiariedad comunitario. Ahora bien, es precisamente la dialéctica, la tensión, entre ese principio de subsidiariedad y la necesidad de integración la que determina uno de los principales retos regulatorios del sector en España: ¿cómo regular en un sistema tan atomizado? ¿Cómo regular en un contexto con competencias a tantos niveles? ¿Cómo regular en ausencia de principios únicos de regulación a nivel estatal?

En España, la Constitución no define de modo preciso qué son los servicios públicos, pero en el artículo 128.2 los identifica con servicios esenciales, de ahí que la titularidad de la prestación pasa a ser de las administraciones públicas. Según el Artículo 8 de la Ley 27/2013, de Racionalización y Sostenibilidad de la Administración local, la competencia del servicio de agua urbana es municipal (distribución del abastecimiento, alcantarillado y depuración). Los estatutos de autonomía de las CC. AA. recogen las competencias que corresponden a éstas que, respetando las competencias municipales sobre la gestión del ciclo urbano, que deben basarse en criterios de sostenibilidad y eficiencia (Artículo 21 de la Ley 27/2013), pueden establecer objetivos y tributos en materia de salubridad pública y control de la contaminación

del agua o responder a la demanda de actuación supramunicipal, de forma subsidiaria. Esto resulta *de facto* en 8.131 municipios, a 1 de enero de 2023, con competencias en servicios de abastecimiento y saneamiento, que no están regulados a nivel nacional, más allá de la gestión del recurso cuyas competencias corresponden a los organismos de cuenca, coordinados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

El hecho de que las competencias estén fragmentadas dificulta el sistema de gestión. La OCDE destaca que España es uno de los países analizados por ella en los que existe un mayor número de retos en su sistema de gestión del agua y un mayor número de obstáculos para la ejecución de políticas de agua (solapamiento de competencias, descoordinación de políticas, falta de incentivos para la cooperación, etc.) (Woodhouse y Muller, 2018).

5. EL DESAFÍO DE LA SEGURIDAD HÍDRICA Y CÓMO DA LUGAR A NUEVOS RETOS REGULATORIOS

El término “seguridad hídrica” ha sido empleado desde los años noventa en trabajos científicos, primero en áreas de ciencias naturales, después, también en ciencias sociales (Marcal, Antizar-Ladislao y Hofman, 2021), y cada vez más desde el ámbito de la política. La definición más citada es la que propusieron Grey y Sadoff (2007): “disponibilidad de una cantidad y calidad del agua aceptables para la salud, la supervivencia, los ecosistemas y la producción, asumiendo un nivel de riesgos aceptable para la población, el medio ambiente y la economía”, en la que se pone en evidencia la importancia no sólo de la cantidad disponible sino también la calidad del agua como recurso (pues ambas, cantidad y calidad, no pueden disociarse), la demanda, la vulnerabilidad asociada y la sostenibilidad.

La literatura en este sentido refleja la multidimensionalidad del desafío con trabajos que se refieren a la planificación estratégica y la optimización del uso de los recursos hídricos, mediante la llamada gestión integrada de los recursos hídricos (Badham *et al.*, 2019), el fortalecimiento del sistema de gobernanza para crear capacidad institucional y opciones innovadoras para la gestión del recurso y la financiación de los servicios (Lago *et al.*, 2015), la integración de sectores para tomar decisiones que consideren de modo claro *trade-offs* y sinergias (nexo agua-energía-alimentación-medio ambiente, Rasul y Sharma, 2016), y el desarrollo tecnológico que ayuden a predecir situaciones y ejecutar acciones.

A partir de la escasez crónica de agua en amplias zonas del territorio nacional y el aumento del riesgo de sequías cada vez más frecuentes e intensas como resultado del cambio climático, se ha enfatizado crecientemente sobre la oportunidad para el desarrollo de tecnologías que permitan utilizar fuentes alternativas de agua (Boretti y Rosa, 2019). Sin embargo, es bien sabido que esas tecnologías no son capaces de desarrollar su función y contribuir a mayores niveles de resiliencia y seguridad hídrica salvo en presencia de los incentivos adecuados (Lago *et al.*, *op. cit.*).

En España, el tratamiento que se venía haciendo de la escasez estructural y el riesgo e incidencia de sequías, una restricción cada vez más evidente para los operadores de los

servicios del ciclo urbano del agua, se fundamentaba en la creencia de que el agua no era un recurso escaso, sino simplemente mal distribuido, fomentando políticas sesgadas por el lado de la oferta (trasvases y otras grandes obras hidráulicas), con importantes consecuencias sobre la cohesión territorial y el medio ambiente, además de las repercusiones positivas buscadas en términos de desarrollo productivo. Durante mucho tiempo, la política de agua no fue más que la política de desarrollo agrícola sublimada: llevar agua desde donde hay hasta donde se necesita. Solamente con el paso del tiempo se fueron haciendo evidentes otros objetivos de política pública y un enfoque más multisectorial o integrado.

Por su parte, la gestión de inundaciones en relación a la seguridad hídrica y la gestión de los servicios del agua se ha enfrentado en muchas ocasiones con una óptica tecnológica (Munawar, Hammad y Waller, 2021), en muchos casos tratando específicamente la gestión del agua de tormenta, el drenaje de aguas pluviales, el desarrollo de infraestructuras verdes y el modelo de urbanización y artificialización de la costa.

Más allá de la gestión de la escasez o el exceso de agua, la seguridad hídrica también tiene que ver con cuestiones como la calidad del agua y la sostenibilidad ambiental, necesarias para asegurar el buen funcionamiento del ciclo del agua completo (Sadoff, Borgomeo y Uhlenbrook, 2020).

Del mismo modo que los modelos de inversión que han explicado la evolución del sector en las últimas seis décadas en España estaban orientados a garantizar la cobertura universal de los servicios, priorizando así la construcción de redes de abastecimiento y saneamiento, colectores, plantas de tratamiento de agua potable o de depuración de aguas residuales, etc., la seguridad hídrica a largo plazo en un contexto de adaptación al cambio climático demanda de modo explícito, por el lado de la demanda, una apuesta decidida por la eficiencia en el uso de agua (pero no sólo en las redes urbanas sino en las cuencas en su conjunto), complementado por la diversificación de las fuentes de oferta, en un esfuerzo análogo al del sector energético.

¿Por qué la vulnerabilidad a la escasez y la sequía ha aumentado a lo largo del tiempo y en qué sentido eso plantea, a nuestro juicio, la necesidad de redefinir los objetivos regulatorios y avanzar hacia principios únicos de regulación compatibles (al menos con el actual *statu quo* institucional), con las competencias municipales y adaptables a cada realidad local?

España enfrenta una mayor escasez de agua, que en buena parte del territorio nacional es de carácter estructural, y mayores niveles de exposición a la sequía (Vargas y Paneque, 2019). Las razones para ello son, al menos, tres.

Por un lado, una meteorología desafiante para el desarrollo económico y social, cuyos desafíos se ven acentuados por la emergencia climática. Excepto en el norte y varias zonas del centro de España, el suelo es árido o semiárido, con precipitaciones inferiores a la media nacional y pocos recursos disponibles de modo sostenible a largo plazo por unidad de superficie y per cápita (Baigorri, Montañés y Simón-Fernández, 2022). Además, lo que probablemente sea más importante: existe una gran variabilidad entre años húmedos y secos.

Las respuestas públicas y privadas a estas limitaciones en España hacen que la gestión del agua sea singular en el contexto europeo.

Por otro lado, hay poderosos incentivos económicos que conducen a un mayor uso del agua a corto plazo. El agua es el factor limitante para movilizar las ventajas comparativas predominantes para el desarrollo de una agricultura próspera y una economía turística entre las más importantes del mundo, así como para seguir avanzando en las necesidades crecientes de los sectores de energía, construcción y de la industria manufacturera, que deriva, entre otras cosas, en presiones adicionales sobre el ciclo urbano del agua. El agua, además, no sólo es valiosa en sí misma, sino también por su potencial para aprovechar el valor de otros insumos: por ejemplo, cuando disminuye la disponibilidad de agua en las cuencas, el potencial de producción de energía hidroeléctrica existente queda parcialmente ocioso. Además, el agua tiene una importante capacidad para multiplicar los ingresos, las oportunidades de empleo y la producción de bienes y servicios. Por ejemplo, el acceso al agua es el factor crítico que explica la diferencia entre el rendimiento de los cultivos y las ganancias en la agricultura de regadío frente a la de secano, con todas las repercusiones macroeconómicas y en términos de cohesión social y territorial que eso conlleva. Dado que los incentivos económicos vigentes conducen a la demanda de cantidades de agua cada vez más difíciles de satisfacer, también lo hace la demanda de más y mejores respuestas públicas para diferentes propósitos, entre los que uno no menor es resolver los déficits locales y regionales que son difíciles de compatibilizar entre sí a nivel nacional; al uso de la mayor cantidad de agua posible prácticamente con carácter generalizado; y también al compromiso de extracciones adicionales de aquellos recursos que aún no están bajo el control público total (las aguas subterráneas).

En tercer lugar, debe mencionarse, a nuestro entender, el relativo fracaso en el rango de respuestas de política pública a la escasez de agua que no han sido del todo capaces de coordinar las decisiones individuales de todos los usuarios con los objetivos generales de la política del agua. A pesar de la falta de evaluaciones integrales de las respuestas gubernamentales a la escasez de agua, existe evidencia circunstancial pero clara y convincente del efecto limitado que podrían haber tenido para frenar la escasez o reducir la vulnerabilidad a la sequía. Las restricciones para el uso de aguas superficiales, por ejemplo, son menos efectivas cuando los usuarios tienen la opción de compensar los déficits de agua a través de la sobreexplotación (a veces ilegal) de aguas subterráneas y esto puede conducir a una dinámica hacia una mayor escasez de agua y una menor resiliencia a la sequía en el futuro, que termina dañando la seguridad hídrica de algunas de las principales áreas metropolitanas y ciudades del país. Hacer que el uso del agua sea técnicamente más eficiente podría resultar en menores retornos físicos de agua de la agricultura de riego; el agua ahorrada a nivel de parcela bien podría ayudar a cubrir los déficits estructurales de agua con un impacto positivo sobre la economía a corto plazo, pero no tiene ningún efecto significativo en la mitigación del agotamiento del agua a escala de cuenca, añadiendo tensiones al ciclo urbano del agua. En otro ejemplo, la capacidad comprobada para desarrollar nuevas fuentes de agua mediante tratamientos avanzados, no se ha completado con una estrategia financiera para poner en uso todos esos recursos adicionales y la mayoría de los usuarios todavía percibe los mismos como costosos, debilitándose la posibilidad de que sean usados no sólo de modo coyuntural sino estable.

6. EL CAMBIO EN EL MODELO INVERSOR Y EL REDISEÑO DE INCENTIVOS

Este trabajo pretende señalar un punto crítico: las tendencias actuales en el uso del agua únicamente pueden abordarse y cambiarse si se implementa un conjunto adecuado de incentivos, un elemento en el que la regulación económica de los servicios públicos del ciclo urbano del agua tiene un papel destacado que jugar. La restricción no es evidente en los núcleos poblacionales, en gran medida, pero sí en muchas de las cuencas del país, lo que a medio y largo plazo terminará afectando a la seguridad hídrica en las ciudades también (Bernabé-Crespo, Gil-Meseguer y Gómez-Espín, 2019). La regulación debería avanzar en la definición de incentivos para que los usuarios individuales de agua decidan por qué y cuánta agua usar y estar diseñados de tal manera que las decisiones adoptadas por cualquiera de ellos sean compatibles con los objetivos generales de la política de agua y con otros objetivos sociales igualmente legítimos (la calidad ambiental, la salud pública, etc.). Los fallos de gobernanza antes mencionados hacen evidente la necesidad de poner los incentivos en el centro de las discusiones sobre las mejores respuestas de política pública a la seguridad hídrica a largo plazo.

Precisamente por la misma razón, los incentivos económicos son elementos centrales de cualquier alternativa de política del agua que se centre más en opciones no estructurales de gestión del agua que en soluciones basadas en la inversión en capital físico. Una vez que se ha desarrollado el potencial para nuevas infraestructuras, las alternativas disponibles para hacer compatible la disponibilidad y la demanda de agua, reducir la escasez, aumentar la resiliencia a la sequía y mejorar, en fin, la seguridad a largo plazo deben encontrarse en una combinación de nuevas alternativas, como la gestión de la demanda de agua, el aumento en la eficiencia técnica con que se aplica el agua a cualquier uso económico y/o el desarrollo de fuentes no convencionales.

Y llegamos a un tema central en cualquier reflexión sobre posibles reformas del marco regulatorio de los servicios del ciclo urbano del agua: las tarifas y otros instrumentos financieros y económicos. Los precios de los servicios de agua no son correctos o incorrectos en sí mismos, sino más bien debido a su capacidad para conseguir diferentes objetivos: la recuperación de costes, que requiere que los precios se fijen a un nivel adecuado y la capacidad para inducir cambios (voluntarios) en los hogares y otros usuarios de agua urbana, que a su vez implica que los precios estén diseñados deliberadamente para lograr un objetivo de política de agua (eficiencia, descontaminación, economía circular, etc.).

Bajo estas premisas, la discusión sobre incentivos requiere una definición previa de cuáles son los objetivos relevantes que deben servir la estructura tarifaria y otra serie de incentivos.

Por un lado, parece imprescindible el reconocimiento de la necesidad de gestionar de otra manera en cuencas hidrográficas ya sometidas a un alto estrés hídrico. Si no se reconociera el problema, la inevitable transición desde fuentes de agua financieramente baratas (aunque escasas y poco fiables), a fuentes de agua más costosas (aunque abundantes y fiables), tendría efectos nocivos significativos para la economía. Calificar estas fuentes de agua como baratas o

caras es algo limitado y engañoso, y no es más que el reconocimiento de un fallo en la fijación de precios del agua en alta (es decir, el hecho de que se minusvaloran los costes ambientales y de recursos), con sus repercusiones en las tarifas en baja.

Por otro lado, se han hecho progresos considerables a través de los planes de gestión de la sequía. Esos planes hicieron que la respuesta a las sequías se anticipase (en lugar de ser discrecional y reactiva) y se planificase (en lugar de ser improvisada), pero no abordaron el problema real: la falta de control sobre una parte importante de los recursos hídricos disponibles (sobre todo, las aguas subterráneas).

Por último, muchas decisiones de gestión se ven condicionadas por la ausencia de un sistema capaz de transferir información sobre la relativa abundancia o escasez de agua, hasta el punto de que las tarifas del ciclo urbano del agua no son dinámicas y en el corto plazo no responden a las variaciones en la disponibilidad.

7. CONCLUSIONES

Los desafíos regulatorios en un contexto desafiante para la seguridad hídrica a largo plazo y la adaptación al cambio climático, son variados. Destacan algunos como la necesidad de hacer frente al envejecimiento e insuficiente mantenimiento y reposición de activos, vinculados a cuestiones financieras (restricciones financieras públicas y privadas, recuperación de costes vía tarifas) pero también de gestión (débil gestión de activos, más allá del cálculo de vidas útiles). También la disparidad territorial en los precios del agua o la claridad respecto al agua no registrada, concepto opaco que incluye problemas de gestión (por ejemplo, conexiones ilegales a la red) y pérdidas físicas. Hay desafíos asociados a la digitalización del sector, como por ejemplo el uso de nuevas tecnologías que permitan controlar parámetros de calidad del agua en relación con el aumento de la concentración de contaminantes emergentes. Persisten numerosos desafíos sobre la depuración de aguas residuales, especialmente en municipios de menor tamaño, sobre todo para garantizar el cumplimiento de las Directivas europeas en cuanto a calidad del agua potable, depuración de aguas residuales urbanas y recuperación de costes. La armonización de los principios de regulación debería igualmente contribuir a la mejora de la percepción pública en cuanto a transparencia y el modelo de gestión, el aprovechamiento del potencial de las nuevas tecnologías en general y, en particular, sobre la monitorización final del consumo y la calidad del agua. En un contexto de creciente incertidumbre, se impone la necesidad de nuevas técnicas de decisión para hacer frente a desafíos nuevos (contaminantes emergentes, adaptación al cambio climático, eventos meteorológicos extremos, incertidumbre, resiliencia, etc.) o de avanzar en la gestión conjunta de energía y agua o en el uso de infraestructuras naturales como elemento clave en la gestión de aguas pluviales y como complemento de las infraestructuras convencionales.

Este trabajo, sin embargo, pone su énfasis en el necesario vínculo entre los servicios del ciclo urbano del agua y la gestión del recurso, en un contexto de aumento progresivo del coste del agua en alta, como resultado del aumento de la inseguridad hídrica en las cuencas y la necesidad de adaptación al cambio climático. Los desafíos de seguridad hídrica en algunas

ciudades, fundamentalmente aquellas situadas en zonas con mayor escasez estructural y donde confluye mucha actividad económica (arco Mediterráneo, archipiélagos, etc.), ponen de manifiesto la necesidad de profundizar en la gestión de la demanda como complemento de los tradicionales enfoques de oferta. Eso exige no sólo reconocer las debilidades que se derivan de la pérdida de escala en la prestación de los servicios, por la fragmentación del sector, sino entender y rediseñar los incentivos, sobre todo en el contexto de una potencial armonización de la estructura tarifaria que garantice no sólo el objetivo financiero (la recuperación de costes de capital y operación), sino también que se inducen comportamientos más eficientes y se garantice la seguridad hídrica a largo plazo.

Referencias

- AEAS. (2023). XXII Estudio Nacional AEAS-AGA de Suministro de Agua Potable y Saneamiento.
- ANDRÉS, L., JOSEPH, G. y RANA, S. (2021). The Economic and Health Impacts of Inadequate Sanitation. En *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*.
- BADHAM, J., ELSAWAH, S., GUILLAUME, J. H., HAMILTON, S. H., HUNT, R. J., JAKEMAN, A. J., ... y BAMMER, G. (2019). Effective modeling for Integrated Water Resource Management: A guide to contextual practices by phases and steps and future opportunities. *Environmental Modelling & Software*, 116, pp. 40-56.
- BAIGORRI, B., MONTAÑÉS, A. y SIMÓN-FERNÁNDEZ, M. B. (2022). Household water consumption in Spain: disparities between regions. *Water*, 14(7), p. 1121.
- BALLANCE, T. y TAYLOR, A. (2005). *Competition and economic regulation in water*. IWA Publishing.
- BATES, B. C., KUNDZEWICZ, Z. W., WU, S. y PALUTIKOF, J. P. (Eds.). (2008). *Climate Change and Water – Technical Paper*, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- BEL, G. y WARNER, M. E. (2015). Inter-municipal cooperation and costs: Expectations and evidence. *Public Administration*, 93(1), pp. 52-67.
- BERG, S. V. (2016). Seven elements affecting governance and performance in the water sector. *Utilities Policy*, 43, pp. 4-13.
- BERNABÉ-CRESPO, M. B., GIL-MESEGUER, E. y GÓMEZ-ESPÍN, J. M. (2019). Desalination and water security in Southeastern Spain. *Journal of Political Ecology*, 26(1), pp. 486-499.
- BESWICK, R. R., OLIVEIRA, A. M. y YAN, Y. (2021). Does the green hydrogen economy have a water problem? *ACS Energy Letters*, 6(9), pp. 3167-3169.
- BORETTI, A. y ROSA, L. (2019). Reassessing the projections of the world water development report. *NPJ Clean Water*, 2(1), p. 15.
- CANTOS, W. P. y JURAN, I. (2019). Infrastructure aging risk assessment for water distribution systems. *Water Supply*, 19(3), pp. 899-907
- CLIFTON, J., DÍAZ-FUENTES, D. y FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, M. (2016). Public infrastructure services in the European Union: Challenges for territorial cohesion. *Regional Studies*, 50(2), pp. 358-373.
- CNMC. (2020). Estudio sobre los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua urbana, E/CNMC/07/19, Colección Estudios de Mercado, 30 de enero de 2020. ISSN: 2792-5919.
- COLES, A. y WALLACE, T. (Eds.). (2020). *Gender, water and development*. Routledge.
- CURTO, D., FRANZITTA, V. y GUERCIO, A. (2021). A review of the water desalination technologies. *Applied Sciences*, 11(2), p. 670.

- DOBBIE, M. F., BROWN, R. R. y FARRELLY, M. A. (2016). Risk governance in the water sensitive city: Practitioner perspectives on ownership, management and trust. *Environmental Science & Policy*, 55, pp. 218-227.
- DONOSO, G. (2021). Economics of Water Resources. En *Water Resources of Chile* (pp. 335-346). Springer, Cham.
- GREER, R. A. (2020). A review of public water infrastructure financing in the United States. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(5), e1472.
- GREY, D. y SADOFF, C. W. (2007). Sink or swim? Water security for growth and development. *Water policy*, 9(6), pp. 545-571.
- GUDE, V. G. (2017). Desalination and water reuse to address global water scarcity. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 16(4), pp. 591-609.
- GUERREIRO, S. B., DAWSON, R. J., KILSBY, C., LEWIS, E. y FORD, A. (2018). Future heat-waves, droughts and floods in 571 European cities. *Environmental Research Letters*, 13(3), 034009.
- HALL, N. D., STUNTZ, B. B. y ABRAMS, R. H. (2008). Climate change and freshwater resources. *Natural Resources & Environment*, 22(3), pp. 30-35.
- HOEKSTRA, A. Y., BUURMAN, J. y VAN GINKEL, K. C. (2018). Urban water security: A review. *Environmental research letters*, 13(5), 053002.
- IBARRARÁN, M. E., RUTH, M., AHMAD, S. y LONDON, M. (2009). Climate change and natural disasters: macroeconomic performance and distributional impacts. *Environment, development and sustainability*, 11(3), pp. 549-569.
- KLIEN, M. y MICHAUD, D. (2019). Water utility consolidation: Are economies of scale realized? *Utilities Policy*, 61, 100972.
- KRISTENSEN, P., WHALLEY, C., ZAL, F. N. N. y CHRISTIANSEN, T. (2018). European waters assessment of status and pressures 2018. *EEA Report*, (7/2018).
- LAGO, M., MYSIAK, J., GÓMEZ, C. M., DELACÁMARA, G. y MAZIOTIS, A. (2015). *Use of Economic Instruments in Water Policy*. Heidelberg: Springer.
- LAWAL, M., ALWI, S. R. W., MANAN, Z. A. y HO, W. S. (2021). Industrial symbiosis tools—A review. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124327.
- LEE, K. y JEPSON, W. (2020). Drivers and barriers to urban water reuse: a systematic review. *Water Security*, 11, 100073.
- LEIGH, N. G. y LEE, H. (2019). Sustainable and resilient urban water systems: The role of decentralization and planning. *Sustainability*, 11(3), p. 918.
- LI, W., VON EIFF, D. y AN, A. K. (2021). Analyzing the effects of institutional capacity on sustainable water governance. *Sustainability Science*, 16, pp. 169-181.
- MAASRI, A., JÄHNIG, S., ADAMESCU, M., ADRIAN, R., BAIGUN, C., BAIRD, D. ... y WORISCHKA, S. (2021). A Global Agenda for Advancing Freshwater Biodiversity Research. *Authorea Preprints*.
- MARCAL, J., ANTIZAR-LADISLAO, B. y HOFMAN, J. (2021). Addressing Water Security: An Overview. *Sustainability*, 13(24), p. 13702.
- MARQUES, R. C., DA CRUZ, N. F. y PIRES, J. (2015). Measuring the sustainability of urban water services. *Environmental Science & Policy*, 54, pp. 142-151.
- MCDONALD, R. I., WEBER, K., PADOWSKI, J., FLÖRKE, M., SCHNEIDER, C., GREEN, P. A. ... y MONTGOMERY, M. (2014). Water on an urban planet: Urbanization and the reach of urban water infrastructure. *Global environmental change*, 27, pp. 96-105.

- MULLIN, M. (2020). The effects of drinking water service fragmentation on drought-related water security. *Science*, 368(6488), pp. 274-277.
- MUNAWAR, H. S., HAMMAD, A. W. y WALLER, S. T. (2021). A review on flood management technologies related to image processing and machine learning. *Automation in Construction*, 132, 103916.
- NETO, S. y CAMKIN, J. (2022). Transparency, regional diversity, and capacity building: cornerstones for trust and engagement in good water governance. *Water International*, 47(2), pp. 238-256.
- NIVA, V., TAKA, M. y VARIS, O. (2019). Rural-urban migration and the growth of informal settlements: A socio-ecological system conceptualization with insights through a “water lens”. *Sustainability*, 11(12), p. 3487.
- PADOWSKI, J. C., CARRERA, L. y JAWITZ, J. W. (2016). Overcoming urban water insecurity with infrastructure and institutions. *Water Resources Management*, 30, pp. 4913-4926.
- PEÑA, H. (2011). Social equity and integrated water resources management (No. 15). Global Water Partnership, Technical Committee (TEC).
- PÉRARD, E. (2009). Water supply: Public or private? An approach based on cost of funds, transaction costs, efficiency and political costs. *Policy and society*, 27(3), pp. 193-219.
- PRASAD, N. (2006). Privatisation results: Private sector participation in water services after 15 years. *Development Policy Review*, 24(6), pp. 669-692.
- PREETI, P. y RAHMAN, A. (2021). A case study on reliability, water demand and economic analysis of rainwater harvesting in Australian capital cities. *Water*, 13(19), p. 2606.
- RASUL, G. y SHARMA, B. (2016). The nexus approach to water–energy–food security: an option for adaptation to climate change. *Climate Policy*, 16(6), pp. 682-702.
- RAUSCHENBACH, T. (2016). *Modeling, Control and Optimization of Water Systems Systems Engineering Methods for Control and Decision Making Tasks*. Springer.
- RICHEY, A. S., THOMAS, B. F., LO, M. H., FAMILIETTI, J. S., SWENSON, S. y RODELL, M. (2015). Uncertainty in global groundwater storage estimates in a Total Groundwater Stress framework. *Water resources research*, 51(7), pp. 5198-5216.
- ROCKSTRÖM, J., FALKENMARK, M., ALLAN, T., FOLKE, C., GORDON, L., JÄGERSKOG, A. ... y VARIS, O. (2014). The unfolding water drama in the Anthropocene: towards a resilience-based perspective on water for global sustainability. *Ecohydrology*, 7(5), pp.1249-1261.
- SADOFF, C. W., BORGOMEIO, E. y UHLENBROOK, S. (2020). Rethinking water for SDG 6. *Nature Sustainability*, 3(5), pp. 346-347.
- SHARIFI, A. (2021). Co-benefits and synergies between urban climate change mitigation and adaptation measures: A literature review. *Science of the total environment*, 750, 14164.2
- ÜNVER, O. y MANSUR, E. (2019). Land and Water Governance, Poverty, and Sustainability. En *Sustainable Food and Agriculture* (pp. 117-136). Academic Press.
- VAIRAVAMOORTHY, K. (2008). Innovation in water management for the city of the future. En *Water and urban development paradigms* (pp. 21-32). CRC Press.
- VARGAS, J. y PANEQUE, P. (2019). Challenges for the integration of water resource and drought-risk management in Spain. *Sustainability*, 11(2), p. 308.
- WHITMAN, E. (2019). A Land Without Water. *Nature*, 572, pp. 19-21.
- WIERING, M. e IMMINK, I. (2006). When water management meets spatial planning: a policy-arrangements perspective. *Environment and planning C: Government and policy*, 24(3), pp. 423-438.

- WOODHOUSE, P. y MULLER, M. (2017). Water governance—An historical perspective on current debates. *World development*, 92, pp. 225-241.
- YOUNG, S. L., FRONGILLO, E. A., JAMALUDDINE, Z., MELGAR-QUIÑONEZ, H., PÉREZ-ESCAMILLA, R., RINGLER, C. y ROSINGER, A. Y. (2021). Perspective: the importance of water security for ensuring food security, good nutrition, and well-being. *Advances in Nutrition*, 12(4), pp.1058-1073.
- ZEITOUN, M., MIRUMACHI, N. y WARNER, J. (2020). *Water conflicts: Analysis for transformation*. Oxford University Press.
- ZHANG, Y., ZHANG, C., QIU, Y., LI, B., PANG, H., XUE, Y., ... y HUANG, X. (2020). Wastewater treatment technology selection under various influent conditions and effluent standards based on life cycle assessment. *Resources, Conservation and Recycling*, 154, 104562.