



water and landscape

AGUA y TERRITORIO



DOSSIER

RECURSOS HÍDRICOS Y GESTIÓN DE DEMANDA





water and landscape
AGUA y TERRITORIO

<http://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma>
revista-at@ujaen.es

Revista semestral patrocinada por el Seminario Permanente Agua, territorio y medio ambiente (CSIC) y editada por la Universidad de Jaén. Actúan como entidades colaboradoras la Universidade Federal de Minas Gerais, la Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, El Colegio de Michoacán, la Universidad de Costa Rica, la Universidad Autónoma de Chile, la Universidad de Guadalajara y la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

La revista va dirigida a la comunidad científica que desde varias perspectivas científicas se muestra interesada en los enfoques sociales, económicos, territoriales e históricos que posibilitan los estudios sobre el agua en el ámbito iberoamericano y mediterráneo.

Agua y Territorio consta esencialmente de tres secciones: la primera (Dossier) está integrada por la publicación de artículos relacionados con una temática común. La segunda (Miscelánea) contiene artículos de temática libre. La tercera corresponde a Reseñas. Otras secciones no fijas son Documentos y Archivos, Entrevista, Relatos de experiencia, Eventos, Proyectos, y Opinión.

Agua y Territorio considera tan solo trabajos originales que no hayan sido publicados anteriormente ni estén a punto de publicarse o evaluarse.

Agua y Territorio quiere servir como un instrumento para la concertación entre los grupos sociales y los gobiernos que se ven involucrados en los numerosos conflictos y disputas por la utilización del agua, la búsqueda de un nuevo modelo de desarrollo y la promoción de alternativas posibles para contener el deterioro de los ecosistemas. Por su temática y por la proyección iberoamericana y mediterránea de la revista, *Agua y Territorio* tiene una clara vocación internacional que se refleja en su Consejo Asesor y de Redacción.

Agua y Territorio centra su atención en varios aspectos vinculados al agua: el de las políticas públicas y la participación ciudadana, el de los modelos de desarrollo y medioambientales, el del paisaje, la memoria, la salud y el patrimonio hidráulico. Por ello, publica y difunde trabajos que desde diferentes vertientes y disciplinas alientan los intercambios de experiencias a uno y otro lado del Atlántico como reflejo del contexto internacional en el que se ubica. Admite artículos en inglés, español, francés, italiano y portugués.

Agua y Territorio pretende ser una plataforma de estudios sobre el agua capaz de recoger realidades muy diversas, con peculiaridades económicas, sociales, culturales y ambientales muy definidas y heterogéneas.

Directores

Juan Manuel Matés Barco (Universidad de Jaén, España)

Pilar Paneque Salgado (Universidad Pablo de Olavide, España)

Editor

Jesús Raúl Navarro García (CSIC, España)

Secretaría

Mariano Castro Valdivia (Universidad de Jaén, España)

Consejo de Redacción

José Newton Coelho Meneses (Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil)
Lucía De Stefano (Universidad Complutense, España)
Fernando Díaz del Olmo (Universidad de Sevilla, España)
Francisco Javier Escalera Reyes (Universidad Pablo de Olavide, España)
María Luisa Feijoo Bello (Universidad de Zaragoza, España)
Marcelo Gantos (Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil)
Luis Garrido González (Universidad de Jaén, España)
Nuria Hernández Mora (Universidad de Sevilla, España)

Julia Martínez Fernández (Universidad Miguel Hernández, España)
Leandro del Moral Ituarte (Universidad de Sevilla, España)
Jorge Regalado Santillán (Universidad de Guadalajara, México)
José Juan Pablo Rojas Ramírez (Universidad de Guadalajara, México)
Martín Sánchez Rodríguez (El Colegio de Michoacán, México)
Alicia Torres Rodríguez (Universidad de Guadalajara, México)
Alejandro Tortolero Villaseñor (Universidad Autónoma Metropolitana de México, México)
Ronny Viales Hurtado (Universidad de Costa Rica, Costa Rica)

Consejo Asesor

Luis Aboites Aguilar (El Colegio de México, México)
Pedro Arrojo (Universidad de Zaragoza, España)
Roberto Bustos Cara (Universidad Nacional del Sur, Argentina)
Rafael Cámara Artigas (Universidad de Sevilla, España)
Wagner Costa Ribeiro (Universidade de Sao Paulo, Brasil)
José Esteban Castro (Universidad de Newcastle, Reino Unido)
Concepción Fidalgo (Universidad Autónoma de Madrid, España)
Juan Antonio González (Universidad Autónoma de Madrid, España)

González Rodríguez (Universidad Autónoma de Tamaulipas, México)
Leo Heller (Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil)
Abel La Calle (Universidad de Almería, España)
Carlos Larrinaga (Universidad de Granada, España)
José Manuel Lopes Cordeiro (Universidade do Minho, Portugal)
Carmen Maganda (Universidad de Luxemburgo, Luxemburgo)
Eloy Martos Niñez (Universidad de Extremadura, España)
Juan Ojeda (Universidad Pablo de Olavide, España)
Vicente Pinilla (Universidad de Zaragoza, España)

Antonio Embid Irujo (Universidad de Zaragoza, España)
Christopher Scott (University of Arizona, EE. UU.)
Inmaculada Simón (Universidad Autónoma de Chile, Chile)
Erik Swyngeudow (Universidad de Manchester, Reino Unido)
Simonne Teixeira (Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil)
María Luisa Torregrasa (FLACSO, México)
Susan Vincent (University St. Francis Xavier, Canadá)
Florencio Zoido (Centro de Estudios Paisaje y Territorio, España)

Edición

Jorge China
(Wayne State University, EE. UU.)

Francesco D'Esposito
(Università degli Studi G. D'Annunzio, Italia)

Frederico Alvim
(CSIC-Universidad Pablo de Olavide, España)

Jean-Niël Salomon
(Université Bordeaux Montaigne, Francia)

Beatriz Barrera
(Universidad de Sevilla, España)

Alice Poma
(CSIC-Universidad Pablo de Olavide, España)

Francisco Manuel Navarro
(CSIC, España)

Elvira Giannetti
(Università di Bologna, Italia)

Edición de reseñas

Andrea Noria
(Universidad Autónoma de Chile, Chile)

Revista Agua y Territorio

<http://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma>

ISSN 2340-8472 DL J-673-2013

ISSNe 2340-7743 DOI 10.17561/at.12

Correo electrónico: revista-at@ujaen.es

Dirección postal:

Departamento de Economía. Edificio D3 - Despacho 120
Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas, s/n
23071 - JAÉN (ESPAÑA)

Contacto principal:

Dr. D. Juan Manuel Matés-Barco

Dirección postal:

Departamento de Economía. Edificio D3 - Despacho 120
Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas, s/n
23071 - JAÉN (ESPAÑA)
Telf. (+34) 953 212076
Correo electrónico: jmmates@ujaen.es

Edita:

Servicio de Publicaciones. Universidad de Jaén (España)

<http://www10.ujaen.es/conocenos/servicios-unidades/servpub/inicio>

Dirección postal:

Campus Las Lagunillas, s/n. Edif. Biblioteca, 2ª planta
23071 - JAÉN (ESPAÑA)
Telf. (+34) 953 212355
Correo electrónico: servpub@ujaen.es

Contacto de soporte:

Dr. D. Mariano Castro-Valdivia

Telf. (+34) 953 212985

Correo electrónico: mcastro@ujaen.es

Patrocina:

Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente

Dirección postal:

Escuela de Estudios Hispanoamericanos. CSIC.
Calle Alfonso XII, 16. 41002 SEVILLA (ESPAÑA)
Correo electrónico: jraul.navarro@csic.es

Las opiniones y hechos consignados en cada artículo son de la exclusiva responsabilidad de sus autores. La Universidad de Jaén y el Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente y las posibles entidades colaboradoras no se hacen responsables en ningún caso de la credibilidad y autenticidad de los trabajos.

Los originales de la revista son propiedad de la entidad editora, siendo necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total.

© Universidad de Jaén, 2019

Diseño logo y cabecera: Millena Lízia.

Diseño: J. Raúl Navarro y Juan Gallardo (CSIC)

Maquetación: Mariano Castro-Valdivia.

Fotografía de la cubierta: Acuarela "Un amaencer en el mar", pintada por D^a Rosa Lidia Vuolo. Foto facilitada por la pintora.

Agua y Territorio aspira a ser recogida en los más exigentes repertorios y bases de datos bibliográficas por lo que desde su primer número cumple los requisitos en esta materia. Actualmente se encuentra incorporada a:



dialnet.unirioja.es/



Red de Bibliotecas Universitarias

www.rebiun.org



miar.ub.edu

Matriz de Información para el Análisis de Revistas



Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico

www.redib.org



Revistas de Ciencias Sociales y Humanidades
<http://bdoc.csic.es:8080/ver/ISOC/revi/2411.html>



Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
<http://www.latindex.unam.mx>



<http://www.accesodirecto.net/dulcinea/>

Derechos de explotación y permisos para el auto-archivo de revistas científicas españolas



<http://ulrichsweb.serialsolutions.com/login>



Clasificación Integrada de Revistas Científicas

<https://clasificacioncicr.es/inicio>



Índice H de las Revistas Científicas Españolas según Google Scholar Metrics (2012-2016)

Agua y Territorio

H Index
6

Mediana H
6

<http://doi.org/10.13140/RG.2.2.29279.56484>



2019 CALIDAD REVISTAS CIENTÍFICAS ESPAÑOLAS FECYT



water and landscape

AGUA y TERRITORIO



DOSSIER

RECURSOS HÍDRICOS Y GESTIÓN DE DEMANDA



Sumario



Número 13

Dossier: Recursos Hídricos y Gestión de demanda

Water Resources and Demand Management 9

José María Gómez-Espín, coord.

Presentación: JOSÉ MARÍA GÓMEZ-ESPÍN 11

GONZÁLEZ-MORALES, ALEJANDRO; RAMÓN-OJEDA, ANTONIO ÁNGEL: La desalación de agua de mar en las Canarias Orientales: proceso histórico y condicionantes geográficos en los casos de Lanzarote y Fuerteventura. *Desalination of sea water in The East Canaries: Lanzarote and Fuerteventur* 15

HAMRITA, ABDELKARIM; REJEB, HICHEM: Las metrópolis y sus periferias: cinturones de marginación, pobreza y desechos urbanos en la ZM Futuro de la gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” en Túnez. Caso del perímetro de riego público (PRP) de Zaouia (Susa). *Future of integrated management “treated wastewater/peri-urban agriculture” in Tunisia. Case of the public irrigated perimeter (PIP) of Zaouia (Susa)* 27

BERNABÉ-CRESPO, MIGUEL BORJA; LOAICIGA, HUGO: El suministro hídrico al área metropolitana de Los Ángeles, California (EEUU). *Water supply in Los Angeles metropolitan area, California (USA)* 35

BRAVO-SÁNCHEZ, JOSÉ MARCELO; NARANJO-RAMÍREZ, GLORIA DEL CARMEN; HIDALGO-CARRASCO, RAFAEL ANTONIO: La Política de Agua de Chile: una radiografía histórica, legal y administrativa a la gestión del agua en manos del mercado neoliberal. *The Water Policy of Chile: a historical, legal and administrative radiography of water management in the hands of the neoliberal market* 43

GIL-MESEGUER, ENCARNACIÓN: Trasvases de agua al sureste de España. *Water transfers in southeastern Spain* 55

GÓMEZ ESPÍN, JOSÉ MARÍA: Modernización de regadíos en España: experiencias de control, ahorro y eficacia en el uso del agua para riego. *Modernization of irrigation in Spain: experiences in control, saving and effectiveness in the use of water for agriculture* 69

Miscelánea

GÓMEZ-LIMÓN, JOSÉ ANTONIO; GUERRERO-BAENA, MARÍA DOLORES: Diseño de un seguro indexado para la cobertura del riesgo de sequía hidrológica en la agricultura de regadío. *Design of an index-based insurance for hedging the risk of hydrological drought in irrigated agriculture* 79

MARTOS-GARCÍA, AITANA; MARTOS-NÚÑEZ, ELOY; PINO-TORTONDA, ALEJANDRO DEL: Cultura del agua, multinaturalismo y prosopografía. *Water & culture, multinaturalism and prosopography* 93

GARCÍA-RUBIO, MIGUEL ÁNGEL; LÓPEZ-RUIZ, SAMARA; GONZÁLEZ-GÓMEZ, FRANCISCO: Derechos humanos en España: Protección del derecho al agua en familias con problemas de asequibilidad por riesgo de pobreza y exclusión social. Análisis crítico para una reforma legal. *Human rights in Spain: Protection of the right to water in families with affordability problems. Critical analysis for legal reform* 103

Reseñas Bibliográficas 115

Encarte 125

Normas de Publicación 129

Dossier

Recursos Hídricos y Gestión de demanda

Water Resources and Demand Management

José María Gómez-Espín coord.



Presentación

José María Gómez-Espín

Universidad de Murcia

Murcia, España

espín@um.es

Las políticas de agua pueden agruparse entre las que pretenden aportar más recursos hídricos a unos consumidores determinados (abastecimiento, regadío, y otros usos) y las que tienen por objeto el control de las demandas de agua de estos usuarios.

Entre las de oferta de recursos sobresalen: ordenación de cuencas con mayor regulación y capacidad de almacenamiento (depósitos, balsas y embalses, etc.), trasferencias de recursos o trasvases de aguas (incluidas cesiones temporales de derechos), desalinización (desalación y desalobración), depuración y regeneración de residuales (reutilización), nuevas funcionalidades en la captación y distribución de pluviales y subálveas, etc.

Entre las de gestión de las demandas destacan: las mejoras y modernización de regadíos, aplicación de riego deficitario, introducción de cultivos de bajo consumo de agua, mejoras en las infraestructuras de abastecimiento, medidas de ahorro en los consumos urbanos, etc.

En el Dossier se presentan trabajos de investigación en espacios secos de regiones españolas como el Sureste Ibérico (Alicante, Murcia, y Almería) o las islas Canarias Orientales (Lanzarote y Fuerteventura) y políticas de gestión del agua en otras regiones y países como el Suroeste de USA (California), Túnez y Chile.

Los investigadores Alejandro González-Morales y Antonio Ángel Ramón Ojeda, de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, nos presentan la desalación en las Canarias Orientales (Lanzarote y Fuerteventura). El primero de los autores, ya era autor de un libro monográfico sobre *El agua en Lanzarote* de junio del 2006, en el que describe el papel de pozos, aljibes, galerías, presas para el acopio de recursos convencionales, y finaliza con los no convencionales de depuración y regeneración para su reutilización, así como la importancia en los últimos años de la desalación. En este Dossier, los autores incluyen la instalación en Lanzarote de la primera desalinizadora de agua de mar de España. En el año 1964, los hermanos Díaz Rijo adquieren una planta (de la firma Westinghouse) que había estado

operativa en Guantánamo. El sistema de producción era de termocompresión con una producción de 2.300 m³ de agua por día y de 1500 Kw de electricidad. Entre las plantas en servicio, en estos últimos años, sobresalen las plantas por el sistema de ósmosis inversa de Lanzarote III, Lanzarote IV, Janubio I y Janubio II, con una producción total en el 2016 de 24,4 hm³/año. En el caso de Fuerteventura, el inicio de la desalinización es más tardío, en 1969 un particular, José Santana, instala una planta de termocompresión de vapor, en Taralejo, para abastecer el Hotel Maxorata y que desalaba 86 m³/día. En 1970 se instala Fuerteventura I del tipo MSF (Múltiple Stages Flash) con una producción diaria de 2000 m³. En 1976 la empresa BABCOCK WILCOX ESPAÑOLA, S.A. construye Fuerteventura II, desechando el sistema MSF y adoptando el de termocompresión de vapor, con una producción de 4000 m³/día. Las plantas Fuerteventura III y Fuerteventura IV emplean el sistema de osmosis que tiene un consumo energético de 5,5 Kw/h/m³ frente a los 22 Kw del MSF y los 18 Kw de la compresión de vapor. En el 2017 se produjeron 9.490.990 m³, pero con un gasto energético de 40.521.023 Kw. Acaban los autores indicando que la actividad socioeconómica en las islas de Lanzarote y Fuerteventura necesita de los sistemas de desalinización para poder mantener su modelo económico.

Los investigadores Abdelkarin Hamrita e Hichem Rejeb del Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem de l'Université de Sousse (Tunisie) presentan un trabajo sobre la reutilización de las aguas residuales una vez regeneradas para el regadío periurbano de Zaouia (Susa). El uso de las aguas residuales tratadas se ha convertido en un objetivo nacional, para ello deben ser aceptadas estas aguas por actores como los agricultores del perímetro de riego público (PRP) en Zaouia, en la aglomeración de Susa, con más de 200 ha de frutales, olivar y forrajes, y predominio de pequeñas explotaciones con riego por inundación. Los agricultores se quejan de la mala calidad de las aguas ya que a los efluentes de viviendas se unen los de las industrias. La reutilización de

las aguas residuales en Túnez se organiza de la escala nacional a la regional, un Decreto de 1989 establece las condiciones para el uso de residuales con fines agrícolas. En el año 2014, el 38% de las aguas depuradas se destinaban a usos agrarios, el 20% para usos recreativos (incluido el riego de campos de golf), el 10% para servicios urbanos (limpieza de calles, riego de jardines, etc.) y el 32% restante para usos ambientales (incluida recarga de acuíferos). Acaban indicando que el enfoque participativo debiera ayudar en una sensibilización positiva hacia la reutilización.

La estancia del becario FPU Miguel Borja Bernabé en la Universidad de Santa Bárbara (California), donde tuvo como tutor al profesor Hugo A. Loálciga, ha permitido a ambos preparar un trabajo sobre el suministro hídrico en el área metropolitana de Los Angeles (California-USA). En el que nos dan las claves de la participación de recursos de trasvases, de la desalinización y del uso directo e indirecto de la regeneración de aguas residuales. California se sitúa al Suroeste de los Estados Unidos de América del Norte, junto al Océano Pacífico, y la ciudad de Los Ángeles es la segunda más poblada de USA, su área metropolitana alcanza los 20 millones de personas. Para hacer frente al desafío de atender las demandas hídricas del área metropolitana se creó, en 1928, el Metropolitan Water District (MWD). Diversos trasvases se han proyectado y realizado con este objetivo, a los que se han unido recientemente tecnologías de desalinización y de tratamiento de aguas residuales para reutilización directa e indirecta. Hasta principios del siglo XX, la fuente de abastecimiento tradicional era el agua procedente del río Los Ángeles, además de pozos para extraer aguas subterráneas (la cuenca subterránea de San Fernando llegó a aportar hasta el 12% de consumo), pero en la actualidad su contaminación por las aguas de riego y la salinización por sobreexplotación no las hacen atractivas a los usuarios del abastecimiento de Los Ángeles). Dado que los recursos hídricos locales no eran suficientes para abastecer a una población en crecimiento, se recurre a traer agua de otros lugares del estado de California (Acueducto de Los Ángeles, Acueducto de California) o de cuencas interestatales (Acueducto del Río Colorado). De las 18 desaladoras propuestas para generar un recurso adicional de agua en California, solo dos se han construido (Santa Barbara y Carlsbad), y sólo la última está en funcionamiento desde el 2015 con una capacidad de tratamiento de casi 70 Hm³/año. Los autores señalan que el escaso interés por la desalación radica en que los habitantes de la ciudad buscan evitar la masificación en el poblamiento ya que al experimentar la sensación de abundancia por un agua ilimitada se podría generar un efecto llamada. El agua reciclada tiene mejor opinión, aunque sólo representa el 1% del consumo de ciudades como Los Ángeles. El Orange County es pionero en el uso de aguas residuales tratadas para potables, aunque el reúso indirecto, en la recarga de acuíferos, está más extendido.

Los investigadores José Marcelo Bravo Sánchez, Gloria Naranjo Ramírez y Rafael Hidalgo Carrasco, nos presentan una radiografía histórica, legal y administrativa de la gestión del agua en Chile. Para entender la actual Política de Aguas en Chile, hacen una revisión bibliográfica de las diferentes leyes que han administrado los recursos hídricos del país, desde tiempo

precolombinos hasta el Código de Aguas de 1981 y sus modificaciones hasta la última Política Hídrica del 2015. Con las leyes españolas el recurso agua era un bien público, y toda la comunidad era participe en su administración y gestión. Esta relación se quiebra en el periodo republicano, donde las “sociedades de canalistas” expanden su propiedad, no sólo sobre la tierra sino también a aquellas aguas que atravesaban sus terruños. El primer Código de Aguas a nivel nacional se crea en 1951 y se mantuvo con modificaciones hasta 1967, en él se defendían los derechos de la propiedad privada del agua. El Código de Aguas de 1967, bajo el gobierno de Eduardo Frei Montalva, forma parte de la política reformista de distribución de la tierra (Reforma Agraria) y de los derechos de agua. Se consideran un bien nacional de uso público, y se vuelve al sistema de concesión administrativa (de época española). El golpe militar de 1973 da término a las expropiaciones y obliga a la devolución de tierra y agua a los antiguos dueños (se revoca en 1979 el Código de Aguas de 1967). El Decreto Ley 1.122 conocido como Código de Aguas de 1981 permite las transacciones de derechos de aguas entre privados, considera el agua como bien mueble, ya que se puede trasladar de un lugar a otro. Actualmente se contemplan opciones de trasvases, para fortalecer áreas con déficit hídrico como la zona septentrional del País (Regiones de Norte Grande y Norte Chico, donde ha habido conflictos por el uso de agua en explotaciones mineras). Existen proyectos como “Acqatama” que captaría agua de las Regiones VI y VII para trasladarla por megatubería subterránea “submarina” a Antofagasta, Copiapó e Iquique. El coste energético sería de 0,3-0,4 Kw/m³, más económico que el de la desalación de 2,5 Kw/m³. En la actualidad en Chile sólo está funcionando un pequeño trasvase del río Maipó (25 m³/segundo) a los valles de Poyeta, Yali y Alhué, para el riego de 21.500 hectáreas de secano de dominio semiárido. Los autores indican que el éxito del modelo chileno de gestión hídrica sólo se puede expresar desde su dimensión económica (ha beneficiado la defensa de derechos de particulares y una regulación restringida) pero no en lo que respecta a la equidad social y a la conservación del medio ambiente.

La Dra. Encarnación Gil Meseguer, del Departamento de Geografía de la Universidad de Murcia, nos presenta las transferencias de aguas en España (trasvases), centrándose en los que tienen como destino el Sureste de España: Tajo-Segura, Negratín-Almanzora y Júcar-Vinalopó. Solicitados algunos en el medievo, pero ejecutados en época contemporánea, concretamente en las últimas décadas del siglo XX y en los primeros años del siglo XXI. En el Anteproyecto General de Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro y Sureste de España. Complejo Tajo-Segura (DGOH, 1967) se proyecta el acueducto para trasvasar hasta 1000 hm³/año, pero en su primera fase 600 hm³/año. De 1978/1979 a 2017/2018 se ha trasvasado una media de 322,087 hm³/año. La autora indica las causas y las propuestas para su continuidad y futuro. El trasvase de aguas del embalse del Negratín (Granada) al embalse de Cuevas del Almanzora (Almería), a través de la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A) ha transferido del 2003 al 2017 un volumen medio de 40,893 hm³/año. La autora lo propone como modelo de gobernanza en su gestión. Sin

embargo, señala el fracaso del trasvase Júcar-Vinalopó, achacable al cambio de Toma de Cortes de Pallás (en el tramo alto del Júcar) a el Azud de La Marquesa (en la desembocadura), que ocasiona duplicar las inversiones en obras, mayor número de elevaciones y por tanto más costes energéticos, y sobre todo aguas de peor calidad que no las hacen atractivas a regantes y a abastecimientos. Del 2012/2013 al 2017/2018 apenas se han trasvasado 37,9 hm³ que suponen un volumen medio de 6,316 hm³/año, es decir menos del 10% del volumen máximo autorizado para un año hidrológico (hasta 80 hm³). La investigadora manifiesta que la legislación de explotación de los trasvases es garantista respecto a las cuencas cedentes. El Plan de Cuenca del Tajo (R.D. 270/2014, de 11 de abril) evaluaba las demandas del Sistema Cabecera en 261,590 hm³/año y en el escenario de la segunda planificación hidráulica (2021-2027) se alcanzaría los 276,502 hm³/año. Volumen de embalse en reserva muy por debajo del límite de 400 hm³ del Memorándum (Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental). En el caso de la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A) la Ley 55/1999, de 29 de diciembre, preveía un trasvase de hasta 50 hm³/año, siempre y cuando existiera un embalse mínimo en el Negratín de 210 hm³ o cuando el volumen embalsado, en el sistema de regulación al que pertenece el Negratín, supere un mínimo del 30% de la capacidad de embalse del Sistema. Concluye, la Dra Gil, que en un paradigma hidráulico de oferta de recursos, las transferencias de agua son significativas para enjugar los déficits de los balances recursos/demandas. Las infraestructuras de trasvase (conducciones y embalses, estaciones de bombeo y centrales hidroeléctricas, automatismos y redes de comunicaciones, etc.) participan en el abastecimiento de poblaciones, en la disponibilidad de agua para varias zonas regables, en la funcionalidad de determinados establecimientos industriales, incluso en el mantenimiento de humedales y caudales ecológicos. En su recorrido se convierten en un canal multiusos y en las áreas de postrasvase las infraestructuras de distribución de aguas trasvasadas, son como autovías de agua de carácter estructurante que vertebran y ordenan el territorio para mantener y potenciar el desarrollo regional.

Entre las políticas de gestión de la demanda sobresale la modernización de regadíos, que tiene entre sus objetivos actuar sobre el principal consumidor de agua en España: el regadío, que supone más del 68% del consumo total. El Dr. José María Gómez Espín, de la Universidad de Murcia, señala que en los últimos veinte años, se ha

actuado sobre más de la mitad de la superficie regada (en 1,7 millones de hectáreas) con mejoras y sustitución de conducciones de agua, cambio de sistemas de riego, aplicación de automatismos y telecontrol, etc., para el ahorro de agua (unos 1.800 hm³/año) y la eficiencia en el riego (más ajustado a las necesidades de las plantas). El riego debe aplicarse con criterios de productividad y de sostenibilidad. Ahora bien, el objeto final de todo plan de modernización de regadíos, debe ser la mejora de las condiciones de vida del regante. El estudio de la modernización de regadíos también tiene interés por la superficie afectada, por el número de regantes que participan de este proceso, por el cambio del sistema de riego (de riego a la oferta a riego a la demanda), por la inversión prevista, por la renta que generan, etc. En esta primera etapa de modernización de regadíos, el Plan se organiza en tres fases. Fase I: La red de alta o de acopio de agua (para disponer de los recursos de agua). Fase II: La red de baja (con objeto de distribuir el agua hasta el pie de la parcela de cada uno de los regantes). Fase III: De gestión integral del sistema (automatismos, informatización, control, etc.) y adopción y difusión de la innovación. La más reciente modernización “segunda generación” entre otras medidas contempla la reducción de la evaporación no beneficiosa (cubiertas de balsas), ordenar la escorrentía (al recuperar labores según curvas de nivel), disminuir la percolación no recuperable (con el empleo de cinta de riego enterrada). También se preocupa de la eficiencia energética (en algunas comunidades de regantes la factura de energía supone más de la mitad del total de costes), y se apuesta por parques eólicos y fotovoltaicos próximos con los que desarrollar prácticas de autoconsumo energético. Es preciso un nuevo plan de modernización de los regadíos españoles donde a más de un millón de hectáreas se les complete las tres fases de la primera generación y se extiendan las medidas de segunda generación a las dos terceras partes de las explotaciones de regadío para que sean más competitivas y sostenibles.

El debate, sobre las políticas de agua en regiones con déficit hídrico (balance recursos/demandas) como el Sureste de España, aconseja la práctica de una combinación de ambas políticas (de oferta de recursos y de control de demandas). Para ello recurre a un mix de recursos convencionales y no convencionales, junto a experiencias de control de las demandas, para lograr un desarrollo sostenible ante escenarios de Calentamiento Global y de Cambio Climático.

La desalación de agua de mar en las Canarias Orientales: proceso histórico y condicionantes geográficos en los casos de Lanzarote y Fuerteventura

Desalination of sea water in The East Canaries: Lanzarote and Fuerteventura

Alejandro González-Morales

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Las Palmas de Gran Canaria, España
Alejandro.gonzalez@ulpgc.es

Antonio Ángel Ramón-Ojeda

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Las Palmas de Gran Canaria, España
Toni.ramon@ulpgc.es

Resumen — El presente trabajo aborda el proceso histórico y los condicionantes geográficos relativos a la desalación de agua en las dos islas más orientales del Archipiélago Canario: Lanzarote y Fuerteventura, espacios con unas evidentes carencias de recursos hídricos debido a la escasez de precipitaciones. Ello ha propiciado que el hombre haya tenido que transformar de forma significativa el medio para captar las aguas de escomentía. También ha perforado el subsuelo para extraer las aguas subterráneas. Con todo, la escasez de las mismas permitió que en la segunda mitad del siglo XX se fueran desarrollando distintos sistemas de desalinización con un coste de consumo energético cada vez menor.

Abstract — *This study focuses the historical process and the geographical handicaps in relation to the saltwater conversion from sea water in The East Canaries: Lanzarote and Fuerteventura, which has obvious scarcities of hydrological resources due to aridity and low rainfall. This circumstance has generated that men have had to transform in a significant form the environment in order to obtain water. In addition, men have had to drill the subsoil to get water from the aquifer. However, the shortage of water made possible that in the second half of the 20th Century different systems were developing with the objective of getting desalination water with a cost of energetic consumption every time minor.*

Palabras clave: Canarias Orientales, Proceso histórico, Condicionantes geográficos, Desaladora, Desalinización

Keywords: Eastern Canary Islands, Historical process, Geographical conditions, Desalination plant, Desalination

Información Artículo:

Recibido: 11 diciembre 2017

Revisado: 27 enero 2019

Aceptado: 13 abril 2019

INTRODUCCIÓN

En este trabajo analizamos los insuficientes recursos hídricos de las islas orientales del Archipiélago Canario (Lanzarote y Fuerteventura) y como ello ha propiciado la necesidad de buscar alternativas por medios no convencionales: la desalación de agua de mar. Ambos espacios insulares presentan un clima desértico en la mayor parte de su territorio, salvo en las zonas más altas que puede ser estepario o mediterráneo seco. Mientras se vivió del modelo agrario en las islas, esta situación produjo que en los años secos la emigración fuera generalizada. Tras la instalación de desaladoras, a partir de los años sesenta del siglo XX en Lanzarote, y de los setenta en Fuerteventura, el modelo productivo cambia. Desde ese momento las actividades terciarias, sobre todo las relacionadas con el turismo y la explotación del ocio, crecen de forma significativa, al mismo tiempo que las actividades agrarias sufren una mengua notable. En otras palabras, hay un evidente proceso de desagrarización-terciarización que se materializó de forma rápida a partir de la década de 1960 y que ha supuesto un incremento muy importante del contingente demográfico. Por consiguiente, la desalación no es una alternativa más, sino la única solución viable en estos momentos para permitir un desarrollo sostenido de la economía y población insulares.

Los sistemas y técnicas de desalación de agua de mar han ido perfeccionándose con el tiempo. En un primer momento se optó por el sistema de termocompresión que proporciona agua de buena calidad pero supone un mayor gasto de combustible. Hoy

día se imponen las plantas de ósmosis inversa que representan un ahorro energético y proporcionan un recurso hídrico potable, tanto para el consumo humano como para las actividades económicas: agricultura, ganadería, pesca, industria y turismo.

Las fuentes principales de este estudio han sido la información de las Consejerías de Obras Públicas y Aguas de ambos Cabildos Insulares (Consejo Insular de Aguas y Consorcio de agua), pero también los centros de datos estadísticos de las dos instituciones, la Consejería de Obras Públicas y Aguas del Gobierno de Canarias y las concejalías de algunos ayuntamientos de ambas islas. Esta información se ha completado con un exhaustivo trabajo de campo que nos permitió conocer en profundidad las infraestructuras hídricas utilizadas en el pasado y el funcionamiento de las actuales desaladoras.

El estudio consta de tres partes diferenciadas: En primer lugar analizamos de forma breve el medio natural como condicionante de la disponibilidad de agua en estos territorios orientales de Canarias. En segundo lugar abordamos de manera sintética los usos tradicionales y las formas de captación del preciado recurso antes de la desalación. Por último, analizamos con detalle la instalación, funcionamiento y evolución de las plantas desaladoras.

EL MEDIO NATURAL DE LAS CANARIAS ORIENTALES: UNA ELEVADA ARIDEZ Y PERTINAZ SEQUÍA

La isla de Lanzarote es la más septentrional del Archipiélago Canario y juntamente con Fuerteventura son

las más orientales. Lanzarote tiene una forma de óvalo con una clara inclinación NE-SO, por su parte Fuerteventura presenta un doble óvalo unidos por el Istmo de La Pared. Presentan ambas una orografía relativamente llana en comparación con otros espacios insulares canarios. La altitud media de su relieve está por debajo de los 400 metros, lo que supone un rasgo característico propio frente al conjunto de las Canarias Occidentales, donde las altitudes medias son muy superiores. La erosión —sobre todo la hídrica y la eólica— ha trabajado los relieves insulares durante más de 14 millones de años, en particular en los macizos antiguos y el complejo basal, dando lugar a una gran cantidad de valles profundos y amplios, con sus lechos tapizados por glaciares poligénicos, con barrancos en forma de “U” y con frecuencia acéfalos (Criado, C., 1991)

El clima de ambas islas es quizá el factor natural de mayor importancia, pues de las temperaturas y precipitaciones depende la vida animal y vegetal en estos espacios áridos (Marzol y Mayer, 2015) y también sus desarrollos agrarios. (Tabla 1). Dentro de la moderación térmica general (21.1°C), las elevadas temperaturas y la escasez de precipitaciones han condicionado sobremedida la vida en estos territorios, hasta el punto de que el hombre ha tenido que ingeniárselas para sacarle el mayor partido posible a los escasos recursos naturales. Es verdad que también en ocasiones la naturaleza ha facilitado el desarrollo de la vegetación, como es en el caso de los arenados naturales y el jable, en Lanzarote.

Tabla 1. Registro de las principales variables climáticas (media para el periodo 1981-2018)

	T	TM	Tm	P	H	DP	DT	DN	DD	I
Fuerteventura	21.1	24.3	17.8	98	69	15.7	1.3	0.6	68.7	283.6
Lanzarote	21.1	24.8	17.4	111	68	19.0	2.1	1.0	72.5	298.6

T Temperatura media anual (°C); TM Media anual de las temperaturas máximas diarias (°C); Tm Media anual de las temperaturas mínimas diarias (°C); P Precipitación anual media (mm); H Humedad relativa media (%); DP Número medio anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm; DN Número medio anual de días de niebla; DD Número medio anual de días despejados; I Número medio anual de horas de sol.

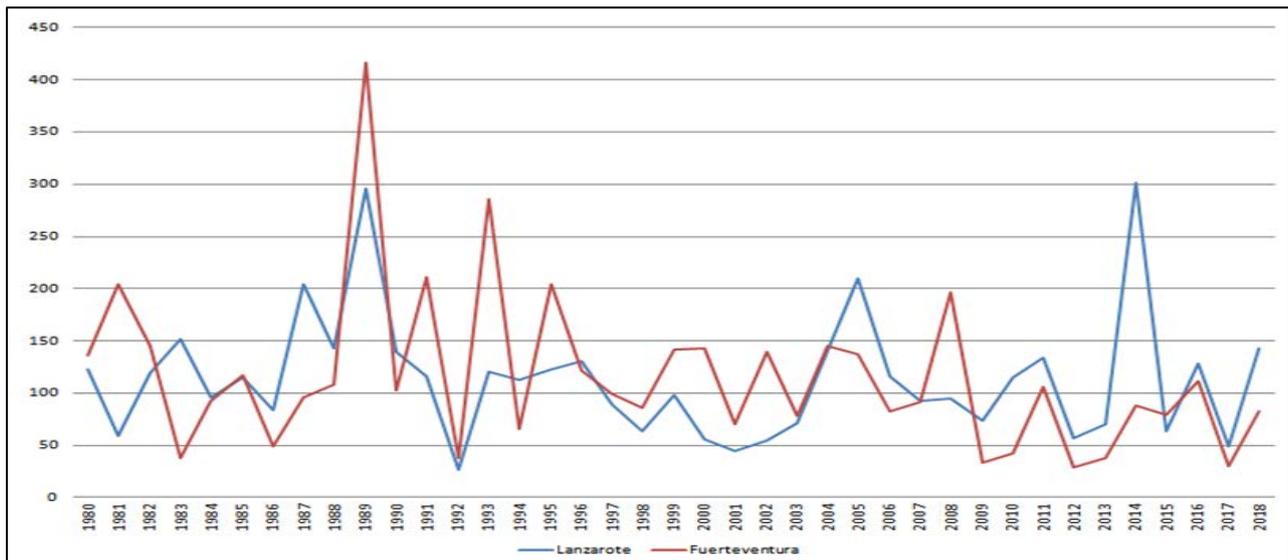
Fuente: AEMET

Las precipitaciones suelen ser de tipo torrencial y buena parte de esta agua discurre por los barrancos y se pierde en el mar si no hay infraestructuras hídricas que lo impidan, como es el caso de las gavias, maretas, aljibes o nateros (González Morales, A., 1989). Sólo la que cae en el Jable y en los arenados naturales y artificiales termina filtrándose. El principal problema es la irregularidad de las precipitaciones, con años por debajo de los 50 mm (1992 o 2017, por ejemplo) y otros que superan los 300, como 1989 (Gráfico 1).

Las temperaturas son elevadas todo el año, nunca bajan de los 10°C, aunque las máximas tampoco superan los 30°C, salvo durante las invasiones de aire sahariano o siroco, cuando es posible alcanzar los 40°C (Dorta, P., 1999).

Este viento proveniente del Sáhara no sólo tiene el efecto de incrementar las temperaturas, sino que al ser aire seco también reduce la humedad y deseca el ambiente —la humedad puede bajar del 80/90% a tan sólo 30%— (SPA 15, 1975). Con todo, estos son fenómenos extraordinarios, pues una de las principales características de las temperaturas insulares es la gran isoterminia que reina

Gráfico 1. Precipitaciones anuales en Lanzarote y Fuerteventura (datos en mm)



Fuente: AEMET. Estaciones de referencia aeropuertos de Lanzarote y Fuerteventura.

durante todo el año. A ello hay que unir una fuerte intensidad del viento, aunque éste sopla con más virulencia en los meses de verano, cuando más reforzado está el alisio (MOPU, 1981). Estas condiciones climáticas hacen de Lanzarote y Fuerteventura territorios áridos y donde la lluvia es escasa y muy irregular, teniendo este aspecto gran incidencia en la carencia general de agua en las Islas.

Uno de los principales problemas de Lanzarote y Fuerteventura es su orografía, pues la escasa altitud de sus relieves condiciona la escasez de precipitaciones. El régimen de alisios imperante en el Archipiélago durante buena parte del año (en torno al 65% de los días los vientos soplan del primer cuadrante) y el recorrido oceánico de este viento antes de alcanzar las Islas, aportan humedad cuando se encuentran con el obstáculo de un relieve vigoroso. Pero ni en Lanzarote, ni en Fuerteventura, existen estas condiciones orográficas, de manera que la masa de estratocúmulos que forma el alisio con frecuencia sobrepasa las islas sin dejar precipitaciones, circunstancia que se agrava por la cercanía del continente africano y la influencia del desierto del Sáhara y el efecto estabilizador de la masa de aire que supone la corriente fría de Canarias.

A estas circunstancias se añade el hecho de que ambas islas presentan una litología inadecuada para el embalsamiento de agua de escorrentía, tanto por la escasez de materiales impermeables (Criado, 1991), como por aparecer el sustrato diaclasado (PHIL, 2017), lo que facilita la infiltración del agua. A ello se añade una alta evaporación por efecto de las elevadas horas de insolación (ver tabla 1), todo lo cual reduce la eficacia de los embalses, cuando no inutiliza por completo y a corto plazo este tipo de soluciones (ejemplo de las presas de Mala, en Lanzarote y de Las Peñitas, en Fuerteventura).

Todas estas circunstancias hacen de Lanzarote y Fuerteventura territorios áridos y de sequías recurrentes, donde el desarrollo de la vida está condicionado por la carestía secular de agua.

LA SITUACIÓN PREVIA A LA DESALACIÓN: CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES

Fuerteventura

La isla se tuvo que procurar recursos hídricos durante cuatro siglos y medio, es decir desde la conquista (1404), mediante captaciones subterráneas, en su mayoría pozos, nacientes o fuentes, y también mediante diferentes sistemas de recogida del agua de lluvia, entre los que destacan las maretas, los aljibes, las gavias, las cadenas y los nateros (Montelongo, A. y Falero, A., 2001). A mediados del siglo XX se construyeron presas de mampostería y presas secas y se organizaron buques-aljibes de la armada española para solventar la carestía hídrica. A partir de la década de los setenta del siglo pasado, comenzó a producirse agua por sistemas no convencionales como la desalación (desalar agua del mar), la potabilización (filtrar por ósmosis inversa el agua de pozos salobres) y la depuración (recuperar las aguas residuales por tratamiento físicos y químicos a través de plantas depuradoras).

La agricultura tradicional de secano basada en los cereales, leguminosas y algunos frutales, producía en ocasiones abundantes cosechas, hasta el punto que esta isla y Lanzarote fueron conocidas como “los graneros de Canarias”, aunque esto ocurría sólo en años de lluvia.

Para poder obtener un mayor rendimiento los agricultores se las ingeniaron por diversos medios. El sistema principal era el de cultivar mediante gavias, parcelas llanas con escasa inclinación rodeadas de un caballón de piedra o tierra, denominado teste, que permitía recoger el agua de escorrentía (Chamorro, P., 1957).

También están los nateros, una infraestructura hidráulica que tiene una gran importancia en la isla, pues aprovecha las escorrentías de las aguas de lluvia que discurren por los pequeños barranquillos. Consiste en crear un muro de contención de piedra seca que intercepte la riada del agua que baja por el torrente. El muro siempre se encuentra perpendicular a la dirección del cauce por donde discurre el agua que arrastra una gran cantidad de

lodo, el cual se va acumulando junto al muro una vez que el preciado líquido se filtra, aportando nutrientes que fertilizan los terrenos. Los nateros tienen siempre tierras de gran calidad, aunque están muy expuestos a que una riada intensa termine rompiendo el muro y destruyendo la obra (Figura 1).

pozos han propiciado un descenso significativo en el nivel piezométrico de las aguas subterráneas, agotando los pozos nacientes que existían.

Otra de las fórmulas de obtener agua en la Isla fue a través de buques-aljibes (A2 y A6 de la armada española, o en los correillos Viera y Clavijo, La Palma y León y

Figura 1. Natero (izq) en Temisas (Haría, Lanzarote) y gavia (Tuineje, Fuerteventura)



Fuente: Alejandro González y Antonio Ramón.

En tercer lugar se encuentran las cadenas que son muretes de piedra que se construyen transversal a la pendiente para frenar la escorrentía y que esta no arrastre el suelo vegetal. Se utilizan para cultivar cereales del tipo centeno y cebada que no son tan exigentes en suelo como el trigo. En Lanzarote, donde también se emplean, reciben el nombre de traveseros (Barreto Caamaño, 1995).

En el siglo XX, a estas infraestructuras hídricas se le unieron las presas de mampostería y las presas secas. Con respecto a las primeras se llegaron a construir hasta cinco presas en Fuerteventura: Esquinzo, Caldereta o también conocida como de La Herradura, la presa de Río Cabras, Los Molinos; y la presa de Las Peñitas, de las cuales sólo queda una en funcionamiento la de Los Molinos, pues las de las Peñitas y Río Cabras se han terminado aterrando; y las de Esquinzo y Caldereta quedaron inutilizadas desde un primer momento por problemas de pérdida del vaso al construirse sobre basaltos permeables.

Por lo que respecta a las presas secas, son pequeñas construcciones de tierra, en las cuales se acumula la misma alrededor de un espacio de recogida de agua. La finalidad es retener este recurso para que se filtre y recargue el acuífero.

Otro aspecto interesante y que debe comentarse son las aguas subterráneas, procedentes de las filtraciones de las aguas de lluvia. Este recurso se eleva a la superficie mediante pozos y galerías, aunque estas últimas son poco frecuentes (Marzol Jaén, M.V., 1988) en Fuerteventura. El uso prolongado del agua almacenada en el acuífero ha supuesto su agotamiento y salinización (PHIL, 2017). En este sentido, la desalación, así como la reutilización de aguas tratadas, puede revertir este proceso y contribuir a la recarga de las aguas subterráneas (Melían-Navarro y Fernández-Zamudio, 2016: 81).

En lo que a fuentes y nacientes respecta, señalar que son escasos en la actualidad, pues las perforaciones de los

Castillo) que hacían la travesía desde Gran Canaria, de donde provenía el agua para Fuerteventura y Lanzarote (Montelongo y Falero, 2001).

Las aguas subterráneas y las de escorrentía se pueden conservar en aljibes, infraestructuras comunes en Fuerteventura, pero sobre todo en Lanzarote. Son depósitos confeccionados con piedra y cal, pues esta última les confiere impermeabilidad y resulta un material abundante y de fácil acceso en ambas islas.

En síntesis, la isla no tiene una geología adecuada para la construcción de grandes embalses, pues los materiales sálicos impermeables no abundan y tampoco existe un régimen de lluvia que permita mantener llenas las presas. Por ello en los últimos años del siglo XX y lo que llevamos del XXI se ha apostado por sistemas como la desalación de agua de mar y la depuración de las aguas residuales.

La primera potabilizadora es de 1969, habiendo sido construida por el MOPU y el Cabildo Insular en Puerto del Rosario, estuvo funcionando una década, siendo abandonada en 1979 y sustituida por otra más eficiente. En 1981 se instalan nuevas plantas en Gran Tarajal y Morro Jable para abastecimiento de la población y la demanda turística. La plantas han seguido creciendo y cubriendo las demandas urbanas y turísticas y en menor medida la agraria. El agua se distribuye a través de una red de tuberías que abarcan ya el norte, centro y sur de la Isla. Las explotaciones más capitalistas de cultivos del tomate también instalaron sus propias desaladoras de ósmosis inversa para poder garantizar las producciones aunque ello originó graves problemas con las salmueras vertidas a los barrancos.

Lanzarote

La isla de Los Volcanes cuenta con las mismas tipologías de infraestructuras hidráulicas que Fuerteventura, excepto presas secas. Lanzarote se ha

abastecido por medio de pozos, presas (sólo una de mampostería en Mala), gavias, nateros, cadenas e incluso por buques-aljibes, pero también presenta rasgos originales con respecto a la isla vecina gracias a la erupción de Timanfaya de 1730-1736 que propició los arenados naturales de La Geria, cuyo aprovechamiento el campesino de Lanzarote extendió por el resto de la superficie insular de manera artificial. También conviene mencionar el paisaje del Jable (arenas marinas) que cubren una parte de la mitad septentrional de la isla y que permiten el desarrollo de cultivos en seco como batatas, melones y sandías.

La humedad ambiental contribuye a paliar la falta de precipitaciones en la zona pues el picón tiene unas vacuolas que facilitan el paso del agua condensada (rocío) y que ésta se filtre. Por ello, cuando retiramos la arena (nombre local que reciben los picones o lapillis volcánicos) el suelo suele estar mojado a pesar de no haber llovido. Los beneficios del picón en el cultivo son de índole diversa: el carácter higroscópico, el efecto *mulching*, evita la escorrentía y absorbe calor o la protección ante el viento (González, A., 2006). Toda esta serie de razones son las que explican en última instancia el milagro de la vida vegetal y de la agricultura, y en particular del viñedo y otros frutales, en la zona de La Geria.

Los arenados artificiales tienen las mismas propiedades que los anteriores, aunque en esta ocasión la diferencia estriba en que no fue la naturaleza la responsable de su origen sino que son de factura humana (Barreto Caamaño, 1995). El hombre los perfecciona aportando también estiércol entre el lapilli y el suelo vegetal.

El jable es un cultivo sobre suelo vegetal que está cubierto por arenas organógenas de procedencia marina. El aprovechamiento ganadero de esta zona data de antes de la conquista normanda (1402), pero su utilización agrícola es más tardía, pues sólo se explota desde el siglo XIX.

En Lanzarote hay también algunas galerías en el Macizo de Famara, las primeras se perforaron en 1925 con capital del Cabildo Insular. La única presa que hay en la isla es la de Mala, pues Lanzarote no reúne buenas condiciones geo-hidráulicas para tal tipo de infraestructura.

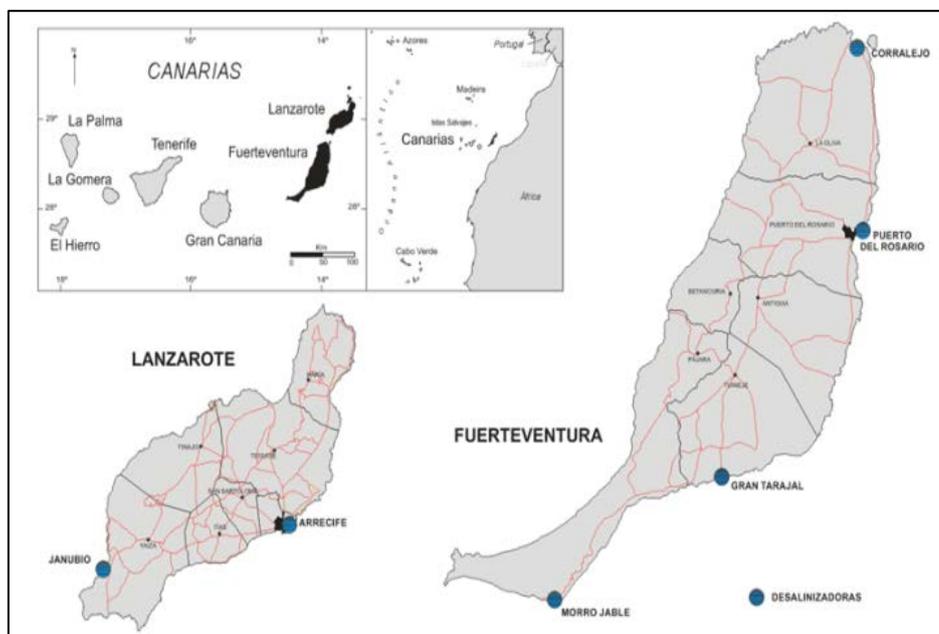
Los buques aljibes constituyeron un novedoso recurso para abastecer a la población insular en periodos de sequía. En 1912 comienza Transmediterránea con los correíllos (Viera y Clavijo, La Palma y León y Castillo), cada uno de los cuales tenía un tanque de 200 tm con los que abastecía la isla dos veces por semana: los martes y jueves.

LA DESALACIÓN DE AGUA DEL MAR PARA CONSUMO HUMANO Y LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS

El agua es el auténtico motor de la economía insular y del crecimiento poblacional, pues sin este preciado recurso producido de forma no convencional sería imposible mantener la actividad turística, la agricultura de riego y el suministro a las poblaciones urbanas. El Mapa 1 indica las desalinizadoras existentes en ambas islas. Es cierto que estos sistemas de producción de agua artificial tiene sus consecuencias ecológicas y ambientales, pero es que sin ellos es impensable la vida en estas islas, al menos tal y como hoy se produce, es decir con una actividad intensa de explotación de los espacios del ocio (turismo de masas) y una población en claro crecimiento en las últimas décadas (ISTAC).

En ambas islas, pero sobre todo en Lanzarote, el agua desalada es empleada para aportar riegos a los cultivos. La empresa concesionaria mantiene 11 redes de riego que emplean tanto agua desalada, como depurada (PHIL, 2017). En el caso de Fuerteventura es más común la desalación de agua salobre procedente de pozos y, por tanto, del acuífero, que es utilizada previa corrección de su calidad para el riego de tomates (PHIF, 2017). de cara a la calidad de los suelos, esta práctica conlleva establecer medidas correctoras que reduzcan la salinización cuando las precipitaciones anuales se sitúan por debajo de los 400 mm/año, como es el caso, siendo aconsejable alternar la procedencia de las aguas (Cabildo de Lanzarote, 2016). El riego con agua desalada en sistemas tradicionalmente de secano (arenados y gavias) puede permitir un incremento de la actividad agrícola, pero debe ir acompañada de los estudios necesarios que permitan adoptar las medidas

Mapa 1. Distribución de las desalinizadoras de Lanzarote y Fuerteventura.



Fuente: Consorcio Insular de Aguas de Lanzarote y Fuerteventura. Elaboración propia.

pertinentes para asegurar la sostenibilidad de estos sistemas extremadamente frágiles.

Por otra parte, los beneficios medioambientales derivan principalmente de la reducción de costes, incluidos los energéticos, y la recuperación de los acuíferos insulares

(PHIL, 2017 y PHIF, 2017). Además, un estudio del Cabildo de Lanzarote demuestra que el mantenimiento en producción de los suelos agrícolas parece estar asociado a la existencia de redes de abastecimiento de aguas depuradas, contribuyendo por tanto a conservar el paisaje agrario. A esto se añade el beneficio socio-económico, pues según estudio del coste de agua para consumo doméstico en Lanzarote y Fuerteventura, estas islas tiene a fecha de 2016 los precios más bajos del archipiélago, siendo además las que registran una mayor proporción de agua desalada per cápita.

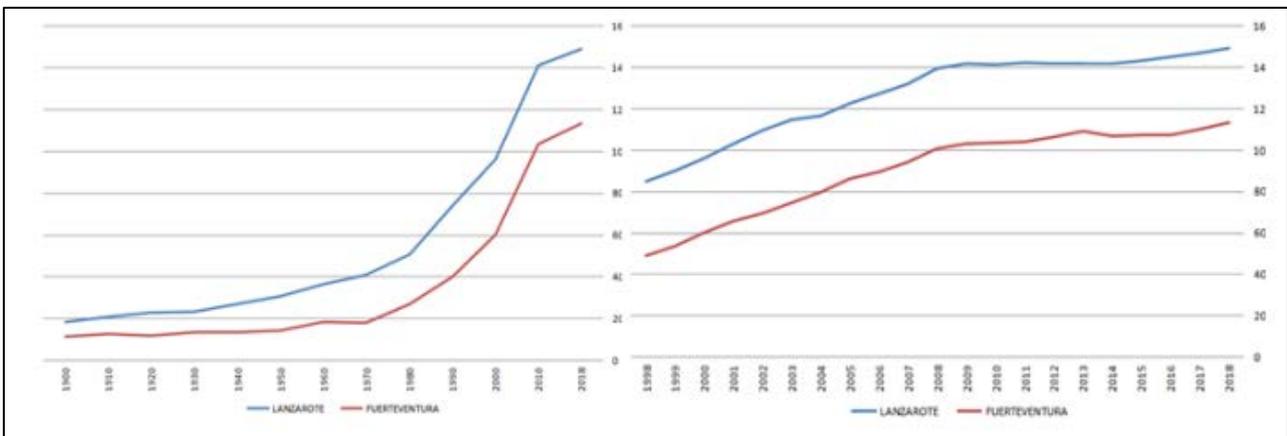
El crecimiento demográfico, Gráfico 2, y la demanda turística hacen de Lanzarote y Fuerteventura las islas cuyo abastecimiento se soporta casi íntegramente en la producción de agua desalada, en torno al 98%, según informe de 2015 de la Dirección General de Salud Pública (Mapa 2). Los retos están fijados en reducir los costes energéticos e incrementar la eficiencia y rentabilidad del agua desalada, tal y como señala el estudio del Plan de

Ecogestión del ITC (2014). Por otra parte, la prioridad ahora mismo, en especial en Fuerteventura, es incrementar la producción de agua como solución al aumento de la demanda y evitar así los cortes que se producen eventualmente como resultado de las carencias del actual sistema.

El desarrollo de las técnicas de desalación de agua de mar, Gráfico 3, permitió el crecimiento económico de las islas y el incremento demográfico que tuvo lugar a partir de la década de 1970 como resultado del turismo. Al fuerte crecimiento del contingente poblacional debe sumarse el incremento del número de visitantes anuales, que según los últimos datos publicados suman entre ambas islas más de 4 millones de turistas (ISTAC, 2018).

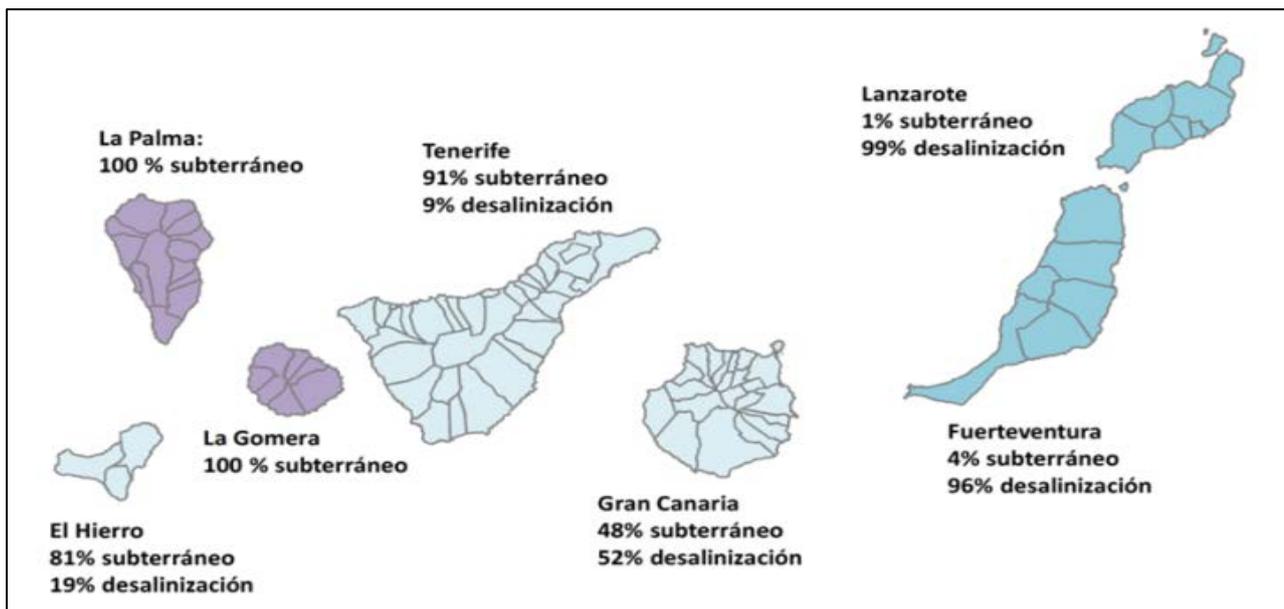
El gráfico 3 nos muestra la evolución anual de la producción de agua salada en Lanzarote. Seguidamente se expone cómo ha sido el proceso de implantación de los sistemas de desalación de agua en las dos islas más orientales del Archipiélago.

Gráfico 2. Evolución demográfica de Lanzarote y Fuerteventura. Serie histórica decenal 1900-2018 (izq.) y variación anual 1998-2018 (dch.)



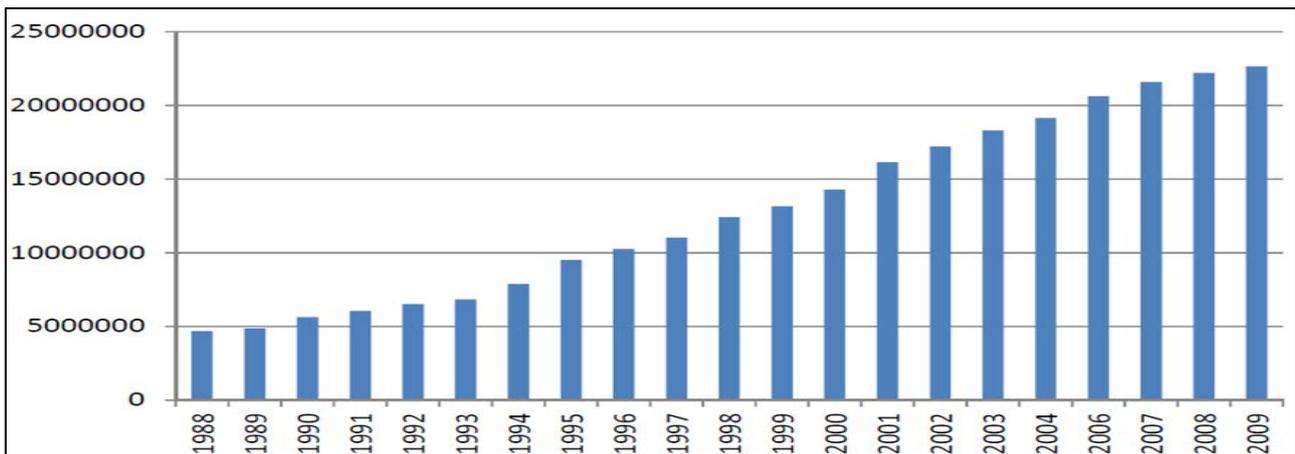
Fuente: ISTAC. Padrón y censos de población.

Mapa 2. Consumo de agua según procedencia por islas (2015)



Fuente: Dirección General de Salud Pública.

Gráfico 3. Evolución anual de la producción de agua desalada en Lanzarote



Fuente: PHIL, 2017.

LA DESALACIÓN EN FUERTEVENTURA

Antes de implantarse la primera desaladora en la isla se intentó incrementar el muro de las presas existentes y drenar sus fondos del lodo acumulado, pero ello suponía costosísimas inversiones sin que garantizaran la disponibilidad de agua, ya que llueve muy poco y la recarga es escasa. Asimismo se barajó la posibilidad de crear nuevas presas: Presa del Barranco de La Palma Muerta, en Valle de Santa Inés; Presa del Barranco del Obispo, en Antigua y La presa del Barranco de Tabaibe, en Tuineje. Ninguna de ellas se realizó porque tampoco suponían una solución de futuro para paliar las necesidades de Fuerteventura. En 1956 D. Víctor Pavillard, representante de la empresa *Griscom Russel and Co*, de Ohio (USA), propuso la construcción de una evaporadora para destilar agua de mar (Torres, C, 2015) y en 1966 se encargó a D. Isidro Esteban Gómez, director de *Investigadora Química Industrial*, un estudio para poder regar cultivos con agua de mar, pero ninguno de estos proyectos llegó a materializarse.

Por ello, la idea que cada vez adquiría más fuerza era la de instalar potabilizadoras-desaladoras. La primera referencia que tenemos de introducir desaladoras es de 1961, se recoge en el Boletín de Información Económica de la Cámara de Comercio, Industria y Navegación de Las Palmas, un artículo publicado por Ubaldo Urquía. Ese mismo año el Cabildo crea una oficina de estudio para implantar una desaladora, destinando al efecto la cantidad de 25.000 pesetas (Archivo Cabildo Insular). Finalmente el estudio no se realizó. En 1963 fue el empresario José Juan Medina, promotor de la sociedad *Compañía Industrial Agrícola y Naval de Fuerteventura* quien propuso el montaje de una potabilizadora, pero este proyecto llegó a buen término.

En 1966 fue el propio Cabildo el promotor principal de la iniciativa. En un acta de la Corporación de 3 de mayo se señala que tras reunirse con el Director General de Obras Públicas, se adoptó el acuerdo de realizar un informe preliminar sobre potabilización de agua de mar, para lo que se acuerda instalar una planta en el municipio de Puerto del Rosario y una tubería que llegara hasta Gran Tarajal (Libro de Acta del Cabildo de 3 de mayo de 1966).

Los acuerdos adoptados fueron los siguientes: Primero, aprobar el Cabildo el planteamiento y líneas generales del informe citado, haciéndolo suyo; segundo, comprometerse la Corporación a aportar los terrenos necesarios para la instalación de la planta; tercero, comprometerse a abonar su parte correspondiente de las cantidades económicas necesarias (pues también participaría el Estado); cuarto, realizar la explotación de la planta con los gastos que ello suponga; quinto, facultar al presidente del Cabildo (Guillermo Sánchez) para que realice todas las gestiones oportunas y necesarias.

En 1967 se tiene reuniones en Madrid para incluir la planta potabilizadora en el II Plan de Desarrollo Económico y Social para Canarias. En este mismo año se decide que si no prospera la petición de la potabilizadora se gestione con la empresa IONICS un proyecto para potabilizar 500 m³ de agua del pozo de Cristóbal Fránquiz, en El Matorral, próximo al aeropuerto, con la finalidad de abastecer a la capital insular de forma provisional. De ese mismo año es también la oferta de la empresa ERINSA para producir agua a 25 pesetas el m³ (Acta del Cabildo de 18 de abril de 1967).

Tras la reunión de Madrid (II Plan de Desarrollo Económico y Social para Canarias) el presidente del Cabildo informa (Acta del Cabildo de 3 de mayo de 1967) que está conseguido el dinero, pero los ministerios de Obras Públicas y el de Industria deben ponerse de acuerdo en qué tipo de potabilizadora. El Cabildo propone que sea una de 2.000 m³ con un coste de 150.000.000 de pesetas (Acta del Cabildo de 8 de mayo de 1967). En 1969 y aprovechando la normativa vigente (Ruiz-Villaverde, 2013), la iniciativa privada se adelanta a la pública de manera que José Santana solicita la exención del pago de arbitrios para instalar una planta desaladora en Tarajalejo (Tuineje) y abastecer así el Hotel Maxorata, concediéndole la Institución Insular tal petición. Fue la primera planta instalada en la isla, era de termocompresión de vapor, tomaba el agua de un pozo de agua salobre y desalaba 85 m³/día.

En 1970 la empresa TAMOIN (Talleres y Montajes Industriales, S.A.) de Bilbao solicita la misma exención, concediéndosele de igual manera. Es en este año cuando

se instala también la primera planta pública para desalar agua (Fuerteventura I), que era del tipo MSF (*Múltiple Stages Flash* o *multiflash*), con una producción diaria de 2.000 m³. Este sistema se escogió por su mayor fiabilidad y por ser capaz de autoabastecerse de energía. Primero funcionó sólo para Puerto del Rosario, pero enseguida se establecieron conexiones de tuberías con Gran Tarajal (al sur) y Corralejo (al norte), realizadas por la empresa Hidrocivil S.A. Otra potabilizadora de similares características fue la instalada por la Sociedad de Aguas de Levante S.A., tanto para abastecer a la población como a los incipientes núcleos turísticos. En 1972, el Cabildo, siendo su presidente Santiago Hormiga, llega a un acuerdo con la Sociedad de Aguas de Levante S.A., filial de Aguas de Barcelona, para el suministro de la población y de las industrias de Puerto del Rosario, Tuineje y La Oliva. Los precios fijados fueron los siguientes: 1.- Industrias de transformación (45 ptas/m³). 2.- Consumo doméstico de 3 a 100 m³ (50 ptas/m³). 3.- Consumos domésticos superiores a 100 m³ (75 ptas/m³) (Plan Hidrológico de Fuerteventura, 2017).

En 1973 se inauguró una segunda planta del Cabildo con ayuda del Ministerio de Obras Públicas, también de Termocompresión, llegando a producir hasta 4.000 m³ por día. A partir de este momento numerosas empresas turísticas, tanto nacionales como extranjeras, se implantan en la isla. De forma paralela a la instalación de la planta de la empresa Babcock and Wilcox se contrató por parte del Cabildo personal cualificado para el mantenimiento de la planta, pues en los primeros tiempos se rompía con facilidad y ello provocó que se tuviera que acudir en ocasiones a los buques-aljibes. Este mismo año el Cabildo decide mancomunarse con La Oliva, Puerto del Rosario y Tuineje para el suministro de agua de la desaladora pública. La Guerra Árabe-Israelí (*Yom Kippur*) produjo un alza en el precio del petróleo de manera que en 1974 el Consejo de Ministros autoriza (Acta del Cabildo de 26 de julio de 1974) nuevos precios del agua: los consumos de menos de 100 m³ facturarían a 70 ptas/m³, mientras que los consumos de más de 100 m³ se establecen a 90 ptas/m³. Este mismo año se autoriza por parte del Gobierno Central una segunda planta.

En 1975 el Gobierno entrega la propiedad de la desaladora y la consiguiente explotación de la planta al Cabildo Insular. A partir de este momento empresas relacionadas con el turismo como PALAFUSA S.A. o GEAFOND S.A., solicitaron agua para sus instalaciones de recreo y ocio. El Cabildo aparte de extender la red de tuberías también contaba con dos camiones cubas para llevar agua a los aljibes donde no llegara la red de abasto pública.

En 1976 la empresa Aguas de Levante S.A. solicita subir el precio y una subvención al combustible a lo que el Cabildo responde de forma negativa y crea un Consorcio el 25 de noviembre de 1976. Éste se denominó Consorcio de Abastecimiento de Aguas de Fuerteventura (CAAF) y tuvo su primera sede en el antiguo Hotel Fuerteventura, hoy Oficina del Patronato de Turismo en Puerto del Rosario. Este consorcio contó con los ayuntamientos de La Oliva, Tuineje y Puerto del Rosario para controlar de forma pública un bien tan preciado como es el agua. Pájara solicita incorporarse el 27 de septiembre de ese

mismo año, y también ese mismo año lo harán Betancuria y Antigua.

También en 1976 año Babcock Wilcox Española S.A. construye una segunda planta potabilizadora (Fuerteventura II), desechándose ahora el sistema MSF y adoptándose el de Compresión de vapor, (planta de 4.000 m³ diarios, por un montante total de 497.450.000 de pesetas) (Acta del Cabildo de 12 de noviembre de 1976). Ésta entró en funcionamiento al año siguiente (1977) con dos unidades, la primera (módulo 1) estuvo en servicio 18 años; mientras que la segunda (módulo 2) lo estuvo 20. Otros dos módulos (3 y 4) entran en servicio en 1978 y permanecen funcionando 19 años. En 1980 entraron en servicio otros dos módulos (5 y 6) y permanecieron activos 18 años. Por último los módulos 7 y 8 entran en servicio en 1981 y permanecen en servicio durante otros 18 años. Otro problema grave planteado en el Cabildo eran las mermas por pérdidas en la red y en los depósitos reguladores, por ello este mismo año (1977) se aprueba una partida de 4.300.690 pesetas para impermeabilizar los depósitos de Puerto del Rosario, Corralejo y Gran Tarajal (Acta del Cabildo de 5 de mayo de 1977). De igual manera la empresa Dragados y Construcciones S.A. acopla cuatro nuevos módulos a la desaladora ya existente (Acta del Cabildo de 29 de septiembre de 1977), por un montante total de 11.735.000 pesetas, duplicando así la producción de agua.

Asesorado el Cabildo por la universidad alemana de Berlín, en 1979 se planteó la posibilidad de utilizar energía eólica y solar para desalar agua de mar. Se pone esto en conocimiento de la Mancomunidad de Cabildos para que ésta lleve la iniciativa, incluso en 1981 un grupo del Centro de Estudios Hidrográficos acude a la isla para estudiar el tema, aunque todo ello fue descartado finalmente y se siguió apostando por los combustibles fósiles.

Se crearon nuevas plantas potabilizadoras en Corralejo, Gran Tarajal (1980, era de 250 m³/día y estuvo en servicio hasta 1991) y Morro Jable, y al poco tiempo hay que ampliarlas con nuevos módulos pues la demanda no cesaba de crecer debido al enorme crecimiento turístico y demográfico de la isla. Así pues, en 1981 la capacidad de producción insular era de 2.000 m³/día en la planta MSF, y de 4.000 m³/día en la planta de Compresión de vapor. Aparte había una planta en Morro Jable de Compresión de vapor de 250 m³/día de la empresa LOPESAN, que en el año 1992 sería adquirida por el CAAF.

En 1985, a pesar de las ampliaciones incrementos en la plantas, todavía había unas 6.000 personas que no recibían el servicio de agua a través de la red de abasto, por lo que el Cabildo se plantea como política prioritaria hacer llegar a todos los rincones habitados el agua y la luz, aprovechando la inversiones del Gobierno de Canarias y los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER). De este último organismo también se solicita la creación de un parque eólico, presupuestado en 450 millones de pesetas, lo cual permitiría cubrir el 40% de la energía demandada por las plantas desaladoras.

En 1989 se compró un módulo de compresión de vapor que estuvo funcionando hasta 1992, pero debido a su elevado coste en el gasto de combustible el Ministerio de Obras Públicas debió aprobar una partida de

999.432.000 de pesetas con las que construir la Fuerteventura III en Puerto del Rosario (El Gobierno de Canarias aporta un 10%, el Cabildo de Fuerteventura un 15%; mientras que el resto lo paga el Estado). El coste final será de 1.100.000.000 de pesetas (6.611.113€), y el primer módulo entraría en funcionamiento en 1990; mientras que el segundo lo hizo en 1991, cada uno con una capacidad de 2.000 m³/día, lo que permitió cubrir la demanda de agua insular en aquel momento. Esta planta de dos módulos era de ósmosis inversa y tenía un consumo de 5,5, KWh/m³, frente a los 22 KWh/m³ del sistema MSF, y de los 18 KWh/m³ de la compresión de vapor. (Plan Hidrológico de Fuerteventura, 2017).

En 1993 el CAAF crea dos nuevos centros de ósmosis inversa, uno en Corralejo y otro en Gran Tarajal, cada uno con una producción de 1.500 m³/día. Estas plantas fueron financiadas por el Ministerio de Obras Públicas (75%), Gobierno de Canarias (10%) y Cabildo de Fuerteventura (15%) y costaron 475.000.000 y 500.000.000 de pesetas respectivamente. La segunda fue más cara por tener la toma en mar abierto, mientras que la de Corralejo lo hace de un pozo a pie de playa. Ambas serán mejoradas en 1998 pasando a producir 1880 m³/día cada una. (Plan Hidrológico de Fuerteventura, 2017).

En 1996 se mejoran los 2 módulos de ósmosis inversa y pasan a producir 5.000 m³/día, es decir 1.000 más que hasta ahora. Asimismo, se realiza un nuevo módulo de 2.200 m³/día. Este mismo año se construye la Fuerteventura IV-I con capacidad de producción de 5.300 m³/día.

En 2001 se realiza una nueva ampliación del centro de producción de Puerto del Rosario (Fuerteventura IV-II) con capacidad de 6.300 m³/día, más otra en Corralejo de 1.800 m³/día. En el año 2003 entra en funcionamiento una nueva red de transporte para poder llevar agua de Puerto del Rosario a Gran Tarajal, su capacidad es de 3.600 m³/día. En 2006 se llevaron en sendos contenedores dos plantas móviles de 300 m³/día a Corralejo debido al aumento de la demanda y se amplió la Fuerteventura IV-I a 5.660 m³/día.

En 2007 se adjudica una planta móvil de ósmosis inversa a la empresa *General Electric IONICS* para el centro de producción de Gran Tarajal, con capacidad para producir 2.500 m³/día. Ahora el consumo de energía de estas nuevas plantas es de 3,6 KWh/m³. En 2008 es la empresa *Talleres Falcón Suárez* quien monta una planta de 2.500 m³/día, con un consumo de 2,8 KWh/m³. (Archivos CAAF)

En 2014 la planta Fuerteventura IV pasa a producir 14.000 m³/día. En estos últimos años hasta hoy día se han puesto en funcionamiento varios depósitos reguladores: La Calderetilla (La Asomada, Puerto del Rosario), con capacidad de 15.000 m³; Lomo Francisco (Corralejo, La Oliva) con 5.000 m³, Lomo del Puerco (Fimapaire, La Oliva) con otros 5.000 m³, y por último el de Tiscamanita (Tuineje) también con 5.000 m³. La actual red de abasto es capaz de transportar 10.000 m³/día. (Archivos CAAF)

De esta manera se puede afirmar que hoy día las necesidades de agua en Fuerteventura están cubiertas, llegando el abastecimiento a todos los pueblos de la isla.

Tabla 2. Consumo de energía eléctrica y producción de agua (m³) en las desaladoras de Fuerteventura. 1993 -2016

Año	Energía (KWh)	Producción (m ³)
1993	24.980.010	2.762.427
1995	33.916.236	3.701.019
1997	30.244.371	4.148.477
1999	24.240.618	3.976.364
2001	25.886.211	4.573.089
2003	32.560.238	6.034.502
2005	47.184.369	8.397.858
2007	49.533.907	8.900.554
2009	39.997.228	7.966.470
2011	37.832.176	7.611.050
2013	38.123.277	7.830.974
2015	39.315.623	8.720.575
2017	40.521.023	9.490.990

Fuente: Cabildo de Fuerteventura. CAAF.

Figura 2. Planta potabilizadora de Puerto del Rosario (Fuerteventura)



Fuente: imagen aérea Grafcan 2017 y foto del autor.

LA DESALACIÓN EN LANZAROTE

En el año 1964 los hermanos Díaz Rijo compraron una planta desaladora dual que producía agua y electricidad para la isla, ya que la demanda comenzaba a desbordar la producción y la disponibilidad de este recurso en Lanzarote. La planta que compran era de la firma americana *Westinghouse* y hasta entonces había estado operativa en la base militar norteamericana de Guantánamo. La producción era de 2.300 m³ de agua por día y de 1.500 Kw de electricidad. El sistema de producción era de termocompresión, es decir, se basaba en desalar agua del mar por el sistema de calentarla hasta la evaporación, momento en que se desprende de la sal y luego, mediante enfriamiento, se recupera nuevamente el agua, ya lista para el abasto público (Trapote, 2016). El consumo de combustible era muy elevado pero el agua producida era también de una gran calidad, incluso podía ser consumida por la población (Aguas Chafarí, una marca de agua embotellada para consumo, se elaboraba en esta planta de Lanzarote I) La producción era destinada a la ciudad de Arrecife y también al núcleo turístico de Fariones (Tías).

Figura 3. Planta desalinizadora multflash-dual de Arrecife (1964)



Fuente: Alejandro González.

En 1973 se negocia con el Ministerio de Industria la ampliación de esta planta, pues la demanda crecía de forma notable al igual que la llegada de visitantes a la isla. En este mismo año se produce una rotura de la planta que la deja inservible, lo cual obligó a traer agua de Fuerteventura en buques-aljibe, llegándose a transportar unos 5.000 m³, cantidad que resultó insuficiente para el abastecimiento de la población. Por ello fue necesario contratar también al *Luis de Requesén* (buque aljibe de la armada), que trajo a la isla entre julio y agosto de 1973 otros 76 millones de litros de agua desde Gran Canaria y Tenerife.

Tras estos episodios el Estado decide hacerse con la propiedad de la planta desalinizadora de los hermanos Rijo. Éstos se resisten en un primer momento a vender Termolanza (Termoeléctrica de Lanzarote S.A.) e intentan seguir manteniendo la propiedad pero aumentando el tamaño de la empresa y la producción. Por ello acuden al Banco de Valladolid y piden un crédito para sufragar dicha operación. Este intento no fructifica, pero de nuevo los hermanos Díaz Rijo intentan mantener la compañía, en esta ocasión comprando los derechos de abastecimiento de agua a Yaiza. La operación consistía en cambiar el agua por terrenos que estaban adquiriendo un gran valor por el incipiente desarrollo turístico. El trato consistía en cambiar mil metros cúbicos de agua por un metro cúbico de tierra (Información facilitada por D. José Manuel Fiestas Coll). Sin embargo, el Estado no permite que tal operación fragüe debido a que se consideraba demasiado onerosa para los intereses del municipio y se dejaba un recurso estratégico en manos privadas. Ante esta situación de incertidumbre financiera de Termolanza y la necesidad de garantizar el abasto de agua y luz en la isla, en 1974 se procede a la compra de la parte eléctrica de Termolanza por UNELCO; mientras que la producción de agua quedará en manos de un consorcio creado para tal fin entre el Cabildo Insular y los siete ayuntamientos de la isla. Al año siguiente el consorcio pone en marcha la planta desaladora Lanzarote I, que iba a ser financiada entre el Cabildo Insular con un 25% del total y el Estado con las tres cuartas partes restantes.

La situación se mantuvo así hasta inicios de los ochenta, en que el Consorcio tiene dos plantas a su servicio: la de termocompresión –de la antigua Termolanza– que producía unos 350 m³/día; y la de

Lanzarote I, de ósmosis inversa, cuya producción era de 400 m³/día. Para ahorrar costes de desalación esta última planta se nutría con aguas salobres de las galerías de Famara cuyo contenido en sales era de unos 5 gramos por litro. En el año 1983 el Ministerio de Obras Públicas crea dos nuevos módulos en la isla, uno de termocompresión y otro de ósmosis inversa, siendo la producción de cada uno de 500 m³/día. Un año más tarde es el Gobierno de Canarias quien compra una nueva planta dual de tipo MSF cuya producción se establecía en 2.500 m³ por día. Esta planta ya venía funcionando en la isla a cargo de la empresa Río Tinto, que la había instalado en la urbanización de su propiedad situada en Costa Teguise.

En 1986 se necesita instalar una nueva planta en la isla (Lanzarote II), con una producción de 7.500 m³ diarios. Esta desaladora es del tipo ósmosis inversa, que da un agua de peor calidad, pero también con unos costes de producción menores. La planta estuvo sufragada por completo por el Gobierno Autónomo y por el Cabildo. De esta manera INALSA (Insular de Aguas de Lanzarote), que se crea como empresa en ese año, ya tenía en 1989 una capacidad de producción de 16.000 m³ por día en la isla (Archivos de INALSA).

Este organismo encargado de la producción de agua en la isla compra una nueva planta de ósmosis inversa en 1990, cuya producción se establecía en 5.000 m³. Precisamente en este mismo año entra en funcionamiento el centro de producción del Janubio (Yaiza), con una producción de 3.600 m³ por día, siendo el sistema elegido para la producción de agua de ósmosis inversa. La intención de esta planta no es sólo la de abastecer a los núcleos de Yaiza, Uga y Femés, sino sobre todo a la urbanización turística de Playa Blanca. La planta Lanzarote I, que había quedado obsoleta, se para de forma definitiva. Al año siguiente, 1991, entraría en funcionamiento la nueva planta Lanzarote III, con dos módulos de ósmosis inversa que tienen una capacidad de producción entre ambos de 5.000 m³ por día. En 1994 es necesario poner en funcionamiento un nuevo módulo en Lanzarote III con otros 5.000 m³/día.

En 1995 INALSA compra a Ercros los activos hidráulicos que esta compañía tenía en la isla y que a su vez los había recibido de Río Tinto. Las plantas que se compran a Ercros son cuatro: dos de ósmosis inversa que sumaban unos 2.000 m³ por día, y dos de termocompresión de 500 y 600 m³ por día respectivamente. En 1996, INALSA compra otro nuevo módulo, y ya son cuatro, para Lanzarote III. Este es de otros 5.000 m³ por día.

Dos años más tarde la empresa de aguas del Consorcio de Lanzarote instala en la isla una nueva planta de ósmosis inversa que producía 20.000 m³ por día de un agua que contiene una cantidad de sales de sólo 50 partes por millón.

Desde el año 2013 la producción de agua en la isla pasa a ser explotada por la empresa Canal Gestión de Aguas de Lanzarote S.A, que es subsidiaria de la empresa madrileña de aguas: Canal Isabel II. Con anterioridad el servicio lo ofrecía otra empresa privada (INALSA), que tenía una concesión del Consorcio Insular de Aguas, cuya propiedad detenta el Cabildo Insular con los siete ayuntamientos de Lanzarote.

Tabla 3. Producción de agua en Lanzarote según las distintas plantas desaladoras

Lanzarote I (temporalmente fuera de servicio)	5.000 m ³ por día y 7.200 Kw
Lanzarote II (temporalmente fuera de servicio)	16.000 m ³ por día
Lanzarote III Punta de Los Vientos	30.000 m ³ por día
Lanzarote IV O.I. Punta de Los Vientos	30.000 m ³ por día
Janubio I C.P. Yaiza	3.500 m ³ por día
Janubio II O.I. Yaiza	4.000 m ³ por día

Fuente: Lanzarote Reserva de la Biosfera. INALSA. CANAL GESTIÓN. Centro de datos del Cabildo de Lanzarote.

Tabla 4. Producción de agua en Lanzarote.

1977	1,76 Hm ³ anuales
1996	10,2 Hm ³ anuales
2001	16,1 Hm ³ anuales
2016	24,4 Hm ³ anuales

Fuente: Lanzarote Reserva de la Biosfera. INALSA. CANAL GESTIÓN. Centro de datos del Cabildo de Lanzarote.

Según el estudio de “Lanzarote Reserva de la Biosfera” (2014), la isla tiene planteado desalar en el 2017 unos 80.000 m³ por día, crecimiento que es a todas luces insostenible por lo que ello supone de dependencia y de consumo de combustible, una factura que sería excesivamente onerosa para los intereses insulares con miras a la conservación medioambiental.

figura 4. Planta potabilizadora de Arrecife (Lanzarote)



Fuente: imagen aérea Grafcan 2017.

En la termocompresión hay una mayor pureza del agua, pues la cantidad de sal es muy reducida, pero por el contrario la factura energética es más elevada. En cambio, en la ósmosis inversa el agua obtenida es más barata, pero con un mayor contenido en sales. Ambos procesos de desalación son similares, salvo que la termocompresión introduce el agua en una caldera donde hierve, momento en el que se separa la sal del agua y luego es enfriada para obtener el preciado recurso. En cambio, en la ósmosis se le da presión al agua salada en una bomba y pasa luego por las membranas, dejando la salmuera por un lado y el agua dulce por otro. En síntesis, se puede afirmar que la desalación de agua del mar, por ambos sistemas, ha permitido que la isla de Lanzarote se haya podido desarrollar económicamente, sobre todo la actividad

turística, aunque este proceso de desalación no está exento de generar algunos inconvenientes ambientales.

CONCLUSIONES

Las islas de Lanzarote y Fuerteventura necesitan de los sistemas de desalinización de agua de mar para poder mantener su modelo económico, pues como se ha comprobado en este estudio la naturaleza es poco pródiga en suministrar este preciado recurso. En efecto, las elevadas temperaturas, la fuerte insolación, la escasez de precipitaciones y la notable evaporación han propiciado que la cantidad de agua disponible, tanto subterránea como superficial, sea muy exigua. A ello hay que añadirle que el acuífero insular está muy esquilmo por las perforaciones de pozos y galerías, las condiciones orográficas no son las más adecuadas y la litología dificulta embalsar agua, pues se producen continuas infiltraciones (presa de Mala) y aterramientos (presa de Las Peñitas) de las infraestructuras.

Para superar la carestía el hombre ha tenido que ingeniar numerosas infraestructuras tales como gavias, nateros, beberos, traveseros y cadenas con que aprovechar el agua de escorrentía para la agricultura. Gracias a estas técnicas de cultivo Lanzarote y Fuerteventura han mantenido en determinados momentos históricos importantes cosechas de cereales y granos, de ahí el sobrenombre de Granero de Canaria que en ocasiones se les ha asignado, pero, insistimos, esto sólo era posible cuando llovía. La mayor parte de los años la sequía era la nota dominante. Para el acopio de la población y los animales se utilizaron los nacientes o fuentes de las zonas más montañosas, los pozos, las maretas y los aljibes. Todas ellas construcciones de valor etnográfico que ponen de manifiesto la dureza de las labores primarias en unas islas áridas y con escasos recursos.

Con todo, estas infraestructuras hidráulicas resultaban insuficientes, por lo que también hubo que construir presas, tanto secas (sólo en Fuerteventura) como de mampostería, galerías, e incluso traer agua en buques aljibes. Las carencias hidráulicas habrían imposibilitado el desarrollo económico y demográfico que tuvo lugar a partir de la década de 1970 de no haberse invertido en instalaciones para desalar agua de mar.

En efecto, en los años sesenta la situación era muy preocupante, pues sin agua abundante no se garantizaba el despegue turístico, coartando el crecimiento económico. Por todo ello se hizo necesario el concurso de las plantas desalinizadoras.

La primera se trae de Guatánamo (Base Americana en Cuba) a Lanzarote en 1963 por los hermanos Díaz Rijo y Javier Pinacho, se trataba de una planta dual (electricidad y agua) con un coste del kw/h muy elevado. Para el caso de Fuerteventura habrá que esperar a 1970 cuando se instala la primera planta en Puerto del Rosario. Todo ello propició que más adelante se introdujeran nuevos módulos de termocompresión y de ósmosis inversa, que abarataron el coste producción de forma significativa. En efecto, la ósmosis inversa tiene un consumo de 5,5, KWh/m³, frente a los 22 KWh/m³ del sistema MSF, y de los 18 KWh/m³ de la compresión de vapor. Por esta y otras razones la gran revolución en la producción y consumo de energía en las plantas desaladoras viene de la mano del sistema de ósmosis inversa. Este sistema utiliza la presión de una

bomba para pasar el agua por ella y separar la salmuera del agua dulce. Es cierto que la calidad del agua obtenida mediante este método no es tan elevada, pero el ahorro energético compensa, sobre todo en unas islas donde los combustibles fósiles no existen y hay que importarlos.

En la actualidad se están introduciendo parques eólicos, tanto en Lanzarote como en Fuerteventura, para destinar la energía eléctrica que producen hacia las plantas de desalación. También se ha incrementado el parque de energía solar y se está avanzando en la geotérmica, sobre todo esta última para climatizar edificios como hospitales. En Lanzarote hay dos centros de producción, el de Punta de Los Vientos, junto al muelle de Los Mármoles, y el de Yaiza, cerca de Playa Blanca, para abastecer a esta localidad turística. Por su parte, en Fuerteventura, al ser una isla más larga y extensa, existen cuatro: el principal en Puerto del Rosario y otros tres de menor entidad en Corralejo y Jandía, que suministran al norte y sur de la isla respectivamente, sobre todo a los núcleos turísticos; y el de Gran Tarajal, que abastece a esta localidad y buena parte del municipio de Tuineje.

BIBLIOGRAFÍA

- Barreto Caamaño, J. M. 1995: *Lanzarote, la lucha por el agua*. Arrecife. Inalsa.
- Cabildo de Lanzarote 2014: *Lanzarote en la Reserva de la Biosfera*. Arrecife.
- Cabildo de Lanzarote 2016. *Influencia del agua de riego en las propiedades de los suelos de Lanzarote: aguas desaladas y regeneradas*. Arrecife.
- Chamorro, P. 1957: *Plan de Riegos e industrialización en las Islas de Lanzarote y Fuerteventura*. Madrid
- Criado, C. 1991: *La evolución del relieve de Fuerteventura*. Puerto del Rosario Cabildo de Fuerteventura.
- Dirección General de Salud Pública 2015: *Primer informe autonómico de calidad del agua de consumo humano*.
- Dorta Antequera, P. 1999: *Las invasiones de aire sahariano en Canarias*. Santa Cruz de Tenerife. Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de Canarias.
- González Morales, A. 1989: *Estructuras Agrarias Recientes de Fuerteventura*. Puerto del Rosario. Cabildo de Fuerteventura.
- González Morales, A. 2006: *El agua en Lanzarote*. Las Palmas de Gran Canaria. Anroart.
- ITC 2014. Plan de ecogestión en la producción y distribución de agua de Canarias (2014-2020).
- Marzol Jaén, M. V. 1988: *La lluvia, un recurso natural para Canarias*. Santa Cruz de Tenerife. Caja General de Ahorros.
- Marzol Jaén, M. V y Mayer, P. 2015: "Características generales de la pluviosidad", en VV.AA.: *Fuerteventura. La Cultura del agua*. Puerto del Rosario. Cabildo de Fuerteventura.
- Melián-Navarro, A. y Fernández-Zamudio, M. A. 2016: "Reutilización de agua para la agricultura y el medioambiente", *Agua y Territorio*, 8, 80-92. <https://doi.org/10.17561/at.v0i8.3298>.
- Montelongo, A. y Falero, A. 2001: "El agua en Arrecife: condicionantes históricos", en VV.AA.: *IX Jornadas de Estudios de Lanzarote y Fuerteventura*. Puerto del Rosario. Cabildo de Fuerteventura.
- MOPU 1981: *Proyecto de Planificación y explotación de los recursos de agua en las islas Canarias (MAC 21)*. 20 volúmenes. Las Palmas de Gran Canaria y Santa Cruz de Tenerife.
- PHIF 2017. Plan *Hidrológico Insular de Fuerteventura*. Cabildo de Fuerteventura.
- PHIL 2017 Plan *Hidrológico Insular de Lanzarote. Documento de aprobación inicial*. Cabildo de Lanzarote.
- Ruiz-Villaverde, A. 2013: "Reflexiones sobre la gestión de los servicios urbanos del agua: un recorrido histórico del caso español". *Agua y Territorio*, 1, 31-40. <https://dx.doi.org/10.17561/at.v1i1.1031>
- SPA 15, 1975: *Estudio Científico de los Recursos de Agua de las islas Canarias*. Madrid. Ministerio de obras Públicas. Dirección General de Obras Hidráulicas. UNESCO.
- Trapote-Jaume, A. 2016: "Tecnologías de depuración y reutilización: nuevos enfoques", *Agua y Territorio*, 8, 48-60. <https://dx.doi.org/10.17561/at.v0i8.3295>.

Futuro de la gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” en Túnez. Caso del perímetro de riego público (PRP) de Zaouia (Susa)

Future of integrated management "treated wastewater/peri-urban agriculture" in Tunisia. Case of the public irrigated perimeter (PIP) of Zaouia (Susa)

Abdelkarim Hamrita

High Agronomic Institute of Chott-Mariem. University of Sousse
Susa, Túnez
abdelkarimhamrita@gmail.com

Hichem Rejeb

High Agronomic Institute of Chott-Mariem. University of Sousse
Susa, Túnez
hrejeb62@yahoo.fr

Resumen — Las aguas residuales tratadas eran recursos y su uso en los países áridos y semiáridos es una pregunta de nivel internacional. El artículo aborda el proceso de gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” en Túnez, y sus conflictos ambientales y sociales. La investigación se basa en la combinación del método de evaluación del paisaje, *Landscape Character Assessment* (LCA), y las entrevistas realizadas con los agricultores de la zona de riego público (ZRP) de Zaouia, lo que permite la caracterización de los paisajes del ámbito de estudio y explicar la percepción de los agricultores, especialmente, sobre el uso de las aguas residuales tratadas y su interacción con otros actores del territorio. Los resultados serán una herramienta de toma de la decisión y desarrollar el compromiso entre las aguas residuales tratadas y la agricultura periurbana.

Abstract — *Treated wastewater (TWW) was a resource and its use in arid and semi-arid countries is a topical question of an international level. The article addresses the integrated management process "treated wastewater / peri-urban agriculture" in Tunisia, and its environmental and social conflicts. The research is based on the combination of landscape assessment method, Landscape Character Assessment (LCA), and interviews with farmers in the public irrigated perimeter (PIP) of Zaouia, which allows the characterization of the landscape of the area of study and explain the perception of farmers, especially, about the use of treated wastewater and its interaction with other actors in the territory. The results will be a tool for making the decision and developing the commitment between treated wastewater and peri-urban agriculture.*

Palabras clave: Gestión integrada, Aguas residuales tratadas, Agricultura periurbana, ZRP de Zaouia

Keywords: Integrated management, Treated wastewater, Peri-urban agriculture, PIP of Zaouia

Información Artículo:

Recibido: 4 septiembre 2018

Revisado: 27 enero 2019

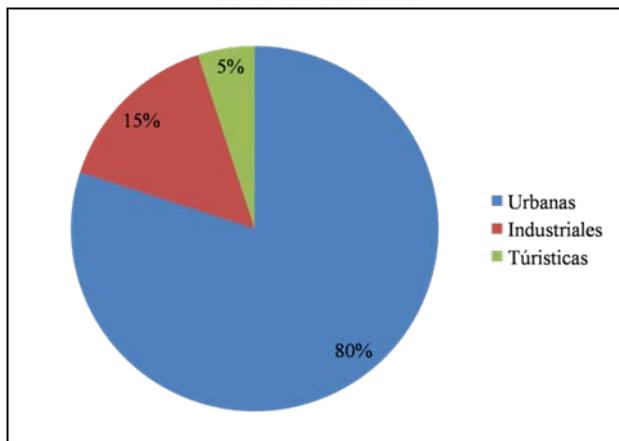
Aceptado: 13 abril 2019

INTRODUCCIÓN

En los países del sur y el norte del mediterráneo y particularmente, en los del sur de la región (Monteverdi and al, 2014) la consiguiente creciente demanda de agua, para uso turístico, industrial y agrícola supone un serio inconveniente frente de un déficit estructural en los recursos. En razón de su situación geográfica, El actual Túnez está situado entre la zona templada, influenciada por el mediterráneo, al Norte, y la zona subtropical, sujeta a la influencia sahariana, al Sur. Este es el origen de una irregularidad y una variabilidad de su pluviometría y su dependencia del cambio climático, que corresponde a una repartición variable en el espacio y en el tiempo de la lluvia en las diferentes regiones naturales. De este modo, los riesgos de abundancia o de insuficiencia de agua constituyen dos fenómenos que necesitan una gestión óptimala de los recursos que permite el almacenamiento del excedente durante los años sobrantes por la sequia y también la recarga artificial del nivel freático. El país dispone de 4,6 millones de m³ de agua, el 60% son aguas superficiales –el 80% de ésta están en el Norte de Túnez– y el resto, el 40%, son recursos subterráneos –el 70% de éstos están en el Sur del país– (Kochbati, 2009). La salinidad mediana del agua esta de 1 g/l. Solamente el 50% tienen una salinidad inferior a 1,5 g/l y el 16% tienen una salinidad superior a 3 g/l (Lebdi, 2005). Así, el balance hídrico en el país indica que la demanda se encuentra muy por encima de los recursos hídricos disponibles y el mantenimiento del crecimiento económico del sector agrícola, particularmente, el sector de riego (417.285 hectáreas de regadío en 2015) y la garantía de la sostenibilidad de su paisaje depende del factor del agua que es un factor limitante y limitado (Hamrita et al., 2017). Esta situación crónica de escasez de agua, obligan a unas iniciativas, principalmente, publicas para mejorar la sostenibilidad del uso del agua. La tendencia actual es la intensificación del reciclaje de aguas residuales gracias a sus ventajas económicas y ecológicas (Angelakis, Marecos Do Monte, Bontoux y Asano; 1999). En Túnez, el 80% de las aguas residuales son de origen urbanas. El resto proviene de aguas industriales y turísticas (Figura 1). Las tecnologías de agua, las medidas y políticas para reutilizarla, han permitido recuperar más de 200 millones de m³ en 2010 de aguas no convencionales, el 42% son producidas en el Gran Túnez (Figura 2), que una vez tratadas y regeneradas, se aplican en asegurar regadíos y en facilitar otros usos como el ambiental (Tabla 1). Además, la rápida expansión de tejido urbano sobre los espacios agrícolas y naturales ha dado lugar a la proliferación de barrios populares en la zona periurbana de la ciudad de Túnez en los últimos años, que ha generado una emergencia social dada la gran dificultad de planificación, de ordenación y diversificación de restricciones en la gestión integrada de los recursos del agua y del suelo (Bouraoui et Houman, 2008). Así, el objetivo principal del uso de las aguas residuales tratadas es la mejora de las condiciones socioeconómicas de la población desfavorecida, en particular la colectividad de los pequeños agricultores, a través la valorización del agua residual tratada en la agricultura urbana y periurbana en el contexto de pequeñas granjas familiares. Con este panorama de menos y peor agua distribuida, problemas de planificación y de

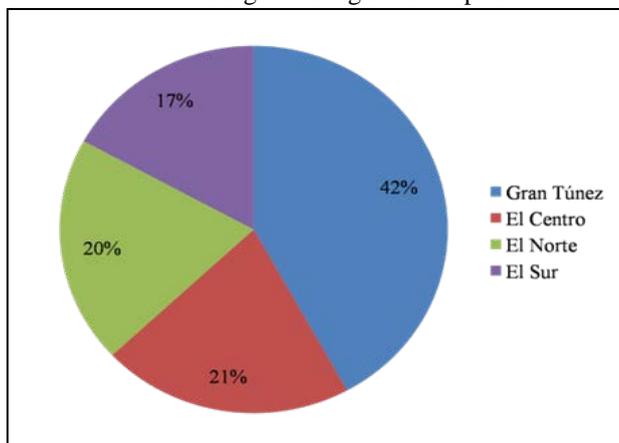
gestión de los recursos naturales, la reutilización de las aguas residuales tratadas en el sector agrícola tunecino es una de las principales estrategias de la gestión integrada de los recursos hídricos del país para solucionar el problema de la escasez de agua. Además, esta estrategia también forma parte de la nueva política ambiental del país que, de forma conjunta, promueva una nueva cultura del agua, tratando de aumentar el uso no convencional y garantizar al mismo tiempo la física, la química, y la calidad bacteriológica de los recursos hídricos (Pérez et al., 2011).

Figura 1: Origen de las aguas residuales recolectadas por la ONAS en Túnez



Fuente: ONAS, 2009.

Figura 2: Porcentaje de producción de las aguas residuales tratadas según las regiones del país



Fuente: ONAS, 2009.

Tabla 1: Tipos de los usos de las aguas residuales tratadas

Uso de las aguas residuales tratadas	Superficie (ha)	cantidad de agua consumida (m ³)	Número de las EDAR
Agrícola	8.065	40	26
Riego de los campos de golf	1.040	12	6
Riego de los espacios verdes	450	7,3	-
Otros usos	-	21	-

Fuente: ONAS, 2009.

MATERIAL Y MÉTODOS

La mayoría de las ciudades tunecinas son caracterizados por una agricultura periurbana materializada en su mayoría en los perímetros de riego públicos o privados. Es una agricultura que ofrece

productos frescos de calidad y de proximidad a la ciudad y también otros servicios paisajísticos (Termorshuizen and Opdam, 2009). El uso de las aguas residuales tratadas para

cubren alrededor de 4.232 ha, más del 50% del total del área irrigado por los aguas residuales tratadas (Tabla 2).

La puesta en marche de la estrategia de gestión integrada

Tabla 2: Los Perímetros de Riegos Públicos regados por aguas residuales tratadas en el territorio tunecino

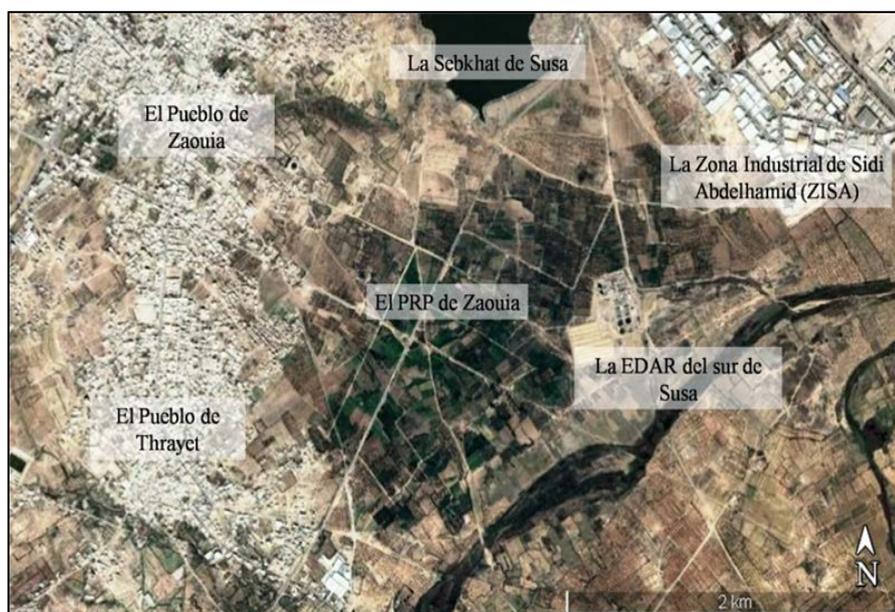
Provincia	Perímetro de riego	Año de puesta en marcha	Superficie	Culturas practicadas
Ariana	Soukra	1965	409	Cítricos, granaderos, forraje
	Bordj Touil	1989	3.145	Cereales, forraje, arboricultura
Ben Arous	Mornag	1989	1.087	Cereales, forraje, arboricultura
Bizerte	Sidi Ahmed	2005	174	
Béja	Béja	2003	354	Cereales, forraje
	Medjez El bab	2003	100	Cereales, forraje
Le Kef	Semmama	2004	180	Cereales, forraje
Nabeul	Souhil, Messadi	1981	562,5	Árboles frutales, cereales, forraje
	Bir Romana	2001		
	El Houaria	2002		
	Beni Khair	2003		
Sousse	Zaouit Sousse	1997	205	Árboles frutales, forraje, olivos
	M'saken	2003	125	Cereales, forraje
Monastir	Ouardanine	1997	45	Cereales, forraje, arboricultura
	Lamta-Sayada-Bouhjar	1999	50	Árboles frutales, forraje
Kairouan	Dhraa Tammar	1989	240	Cereales, forraje
Siliana	Mediouna	2006	87,2	Cereales, forraje
Kasserine	Oued Essid	1998	131	Cereales, forraje, árboles frutales
Sfax	El Hajeb	1989	537	Olivos, forraje
Gafsa	El Aguila	2000	117	Cereales, forraje, arboricultura
Gabes	Dissa (I y II)	1999/2007	300	Olivos, granaderos, forraje
	El Hamma	2007	50	Olivos, granaderos, forraje
Medenine	Oulget Elkhodher	2004	30	Arboricultura, forraje
	Jerba Aghir	2005	51	Arboricultura, forraje

Fuente: Dirección General de Ingeniería Rural y Explotación del Agua, 2008.

finés agrícolas comenzó en 1965 en la región de Soukra, en la región periurbana de la capital Túnez para el riego de 1.200 hectáreas de cítricos por las aguas de la EDAR de Charguia. Desde la década de 1980, la política de reutilización de las aguas residuales tratadas ha sido confirmada. Los proyectos más importantes se han implementado en Cebela-Bordj Touil, Soukra, Mornag, Nabeul, Sousse, Monastir, Sfax y Kairouan, siendo los perímetros más grandes los de Bordj Touil y Mornag que

comparación con el resto de regiones tunecinas. El perímetro de riego público de Zaouia corresponde al primero proyecto de valorización de las aguas residuales tratadas en la región desde los años 90. El objetivo general de este proyecto es la mejora de las condiciones socioeconómicas de la población desfavorecida de la región de Susa, en particular los pequeños agricultores, a través la valorización de las aguas residuales tratadas en la agricultura y particularmente en los olivares periurbanos

Figura 2: El perímetro de riego público (PRP) de Zaouia y su proximidad



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de imagen google earth.

“aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” en Túnez en 1990, principalmente, por razones ambientales ayudé a la implementación de 10 proyectos o experiencias en este periodo y actualmente otros proyectos implementados para la FAO en el cuaderno del “*Forest restoration in Algeria, Egypt, Morocco and Tunisia using treated wastewater to sustain smallholders' and farmers' livelihoods*” (Monteverdi and al, 2014). Uno de estos proyectos es el perímetro de riego público (PRP) de Zaouia en la aglomeración de Susa, la tercera ciudad metropolitana del país y su capital turística. El caso de la región de Susa resulta particularmente interesante pues se trata de una de las regiones que, en términos generales, ha registrado uno de los crecimientos más rápidos en materia de producción de aguas residuales en el contexto de pequeñas y medianas granjas agrícolas familiares gestionadas por los miembros de la comunidad de Zaouia.

La exploración sobre la idea de la agricultura periurbana y las aguas residuales tratadas nos conduce a la definición de una metodología de investigación sistemática de identificación y de caracterización de los paisajes de la agricultura periurbana “*Landscape Character Assessment*”, integrando las entrevistas de campo de una muestra de actores, compuesta principalmente por agricultores y actores institucionales. El objetivo de este artículo es el de tratar y explicar la estrategia nacional de la gestión integrada “aguas residuales tratadas-agricultura periurbana” aplicada

al caso del PRP de Zaouia caracterizado como un área paisajístico de agricultura periurbana (APAP) (Hamrita, 2017) a partir de *Landscape Character Assessment* (Swanwick, 2002; Hurni, 2004; Tudor, 2014; Fernández Álvarez, 2015) y también, estudiar el futuro de la dicha estrategia frente a un cambio climático, político y de percepciones de los actores poco a poco integrados en un proceso de gobernanza después la revolución del 14 de enero de 2011. Las entrevistas realizadas en colaboración con el comisaría regional de desarrollo agrícola (CRDA) sobre una muestra representativa de 150 agricultores locales y algunos actores institucionales en las regiones periurbanas de la Gran Susa que se caracterizan con un patrimonio agrícola de calidad y de alto valor económico como los olivos de Kalâa Kébira, Kalâa Sghira y M'saken, nos permiten saber, en primer lugar, las leyes, las tecnologías empleadas para el tratamiento de las aguas residuales y las infraestructuras creadas para llevar estas aguas a los perímetros de riego y en segundo lugar, saber el grado de aceptación del uso de las aguas residuales tratadas en el riego de los olivos y la necesidad de la aportación de un suplente de agua, principalmente, en los periodos de sequía. Los resultados pueden ser, una herramienta de toma de la decisión y desarrollar la estrategia de la gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana”.

RESULTADOS

La mayor parte de los recursos hídricos de la región del Gran Susa, proceden del centro del país, principalmente, de la presa de Nabhana en la región de Kairouan. El resto proceden de la circulación efímera tras lluvias de fuerte intensidad y recursos subterráneos. El balance hídrico de la región de Susa es deficitario, lo que provoca que las necesidades de abastecimientos, regadíos y otros usos superen a la suma de volúmenes propios y los trasvasados de Nabhana. Como medidas para reducir este déficit, tenemos; la medida de pago del consumo, la práctica de sistemas de riegos deficitarios, el establecimiento de la gestión participativa de los recursos hídricos (Grupos de desarrollo agrícola (GDA)), el desarrollo de las políticas de modernización de regadíos gracia al uso de equipamientos y técnicos modernos, el recargo artificial de las napas subterráneas y la reutilización de aguas residuales tratadas. Los parámetros físico-químicos y microbiológicos de aguas regeneradas para riego son los que aconsejan su uso en cultivos como los frutales de hueso y pepita, incluidos almendro, olivar y viñedo, especialmente con sistemas de riego a presión localizado del tipo goteo (Nicolás et al, 2012).

El ciclo del agua residual establecido por la Oficina Nacional de Saneamiento (ONAS)

El organismo en cargo de la gestión de aguas residuales es la Oficina Nacional de Saneamiento (Office National d'Assainissement (ONAS)). Es un organismo público creado en agosto 1974 con un carácter industrial y comercial, cargado de la gestión.

La mayoría de los residentes de los grandes centros urbanos tienen acceso a los sistemas de saneamiento adecuados y a las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, generalmente, con diseños convencionales. 5.8 millones (61%) de la población urbana están acordados al red de saneamiento con un tasa de conexión promedio de

89.5%. Según estimaciones recogidas del ministerio del medioambiente, en la actualidad existen en Túnez 110 Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) que depuran más de 230 Millones m³ anuales de aguas residuales. Las Tecnologías de tratamiento adoptadas son de tres categorías: 80% lodos activados, 12% lagunaje y 8% otras tecnologías del sector de saneamiento e interviniente principal en la protección del ámbito hídrico. Sus misiones son:

- La lucha contra cualquier contaminación de aguas superficiales, subterráneas, presas, albuferas, y sebkhas
- Gestión, operación y mantenimiento de las redes de saneamiento
- La realización de estudios y la construcción de la infraestructura de saneamiento por parte de las autoridades estatales y locales
- Desarrollo e implementación de los proyectos de tratamiento y evacuación de aguas pluviales
- La promoción de subproductos de purificación

Leyes y reglamentaciones

En Túnez, las legislación sobre el tratamiento ha experimentando un gran desarrollo y está consolidada desde los años noventa. El marco político-administrativo de la reutilización de las aguas residuales se organiza jerárquicamente desde la escala central a la escala regional, donde el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Salud Pública, el Ministerio de Medio-ambiente y la Oficina Nacional de Saneamiento (ONAS) se encargan de buscar formas de mejorar la efectividad de la política nacional de reutilización del agua. En Túnez, como en otros países del mediterráneo, y en particular en España, los usos que se puedan dar a las aguas residuales tratadas son varios: el mayoritario es la regeneración de las mismas y su aplicación al riego; le siguen en importancia los procesos de depuración para los llamados caudales ecológicos, al verter a cauce público una vez depuradas (uso ambiental), con al menos un tratamiento primario y secundario; finalmente, pero en menor volumen, se reutilizan en el entorno de las industrias que las generan o en las urbanizaciones aplicadas a higiene de calles y riego de jardines. Siempre, y en todos los casos, con los tratamientos necesarios para que garanticen la salud de los usuarios de estos espacios. Además, hay que tener en cuenta el papel de los fangos y lodos para la agricultura y para la producción de biogás.

De acuerdo con la promulgación del código de agua y la ley de 1975, está prohibido el uso de aguas residuales tratadas para riego y el uso agrícola. Luego, el decreto del 1989 estableció las condiciones para el uso de aguas residuales tratadas con fines agrícolas según el estándar tunecino que estableció la calidad del agua residual tratada para los mismos fines. Por último y en el año 1994, el estándar tunecino estableció la lista de cultivos irrigables por aguas residuales tratadas y en 1995, aprobó un conjunto de especificaciones que establecen las condiciones para el uso de aguas residuales tratadas con fines agrícolas. Las regulaciones de 1989 especifican que el uso de efluentes secundarios tratados está autorizado para regar todo tipo de cultivos, excepto los vegetales que se consumen cocidos o crudos. Por lo tanto, las aguas residuales tratadas se utilizan para regar árboles frutales

(limón, aceitunas, almendras, melocotones, manzanas, pimientos...), viñedos, forrajes (sogho, alfalfa), algodón, tabaco y cereales (Tabla 3). Además, se usan en los campos de golf (Tunis, Monastir, Hammamet, Sousse), jardines de hoteles y espacios verdes (Kessira, 2005). Según los últimos datos disponibles, la distribución por usos del agua depurada es la siguiente: 40% para uso agrícola, 30 % para usos ecológicos y recarga de acuíferos, 20% para usos recreativos y campos de golf y 10 %, para servicios urbanos y riego de los espacios verdes (Abroug, 2014).

Tabla 3: Los cultivos producidos en los perímetros agrícolas regados por aguas residuales tratadas

Cultivos		% de la área
Árboles frutales	Olivos, almendras, granadera...	45
forrajes	Alfalfa, sorgo, avena...	36
Cereales	Trigo, cebada...	15
Cultivos industriales	Tabaco, girasol...	4

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2014.

Recursos hídricos, método de tratamiento y instalaciones hidráulicas

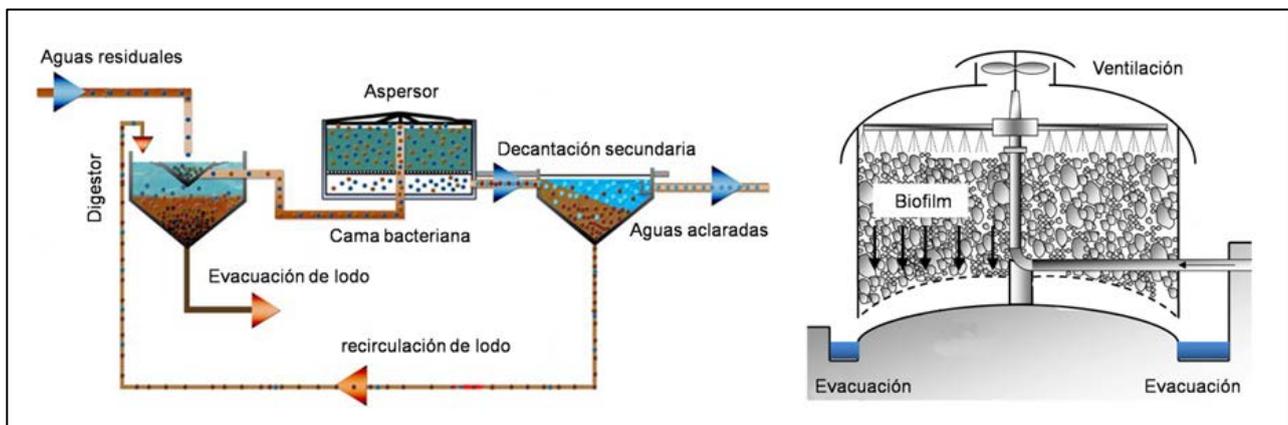
El perímetro de riego público (PRP) de Zaouia recibe las aguas tratadas de la Estación depuradora del sur de Susa localizada en el extremo este del territorio de la ciudad de Zaouia y a lado sureste de la Sekbkhat de Susa y a lado oeste de la zona industrial de Sidi Abdelhamid (Figura 2). La estación recibe las aguas residuales de las ciudades del sur de Susa y de la zona industrial de Sidi Abdelhamid. Las aguas residuales se someten a un tratamiento biológico combinado con el sistema de lodo activado y la estabilización aeróbica y el sistema de la cama bacteriana que es un proceso de purificación biológica basado en el desarrollo de las bacterias sobre un soporte inerte (biofilm) (Figura 3). Frente a un problema

cooperación financiera entre Túnez y Alemania, las principales acciones ha sido: el cambio de las camas bacterianas, la instalación de dos unidades de hidratación mecánica para el tratamiento del lodo y el cambio de los ventiladores de la cuenca de estabilización. El modo de riego practicado es el de inundación por turnos entre los agricultores, con un flujo de agua de 10 l/s. La infraestructura hidráulica del proyecto se compone de: una estación de bombeo controlada por radio, ubicada a unos 200 m de la planta de tratamiento de aguas residuales y equipada con 3 bombas con un flujo unitario de 73 l/s, es decir, un total de 220 l/s, un tanque de almacenamiento de agua de 2500 m³; una red de tuberías de 12.770 m compartida entre una de descarga y otra de distribución, 9 distritos de distribución y 36 terminales de riego.

Características paisajísticas del PRP de Zaouia

La metodología aplicada está basada en el enfoque del paisaje para identificar y caracterizar las áreas paisajísticas que identifican y caracterizan el espacio agrario periurbano del gran Susa y comprender su percepción social, es decir, entendiendo el paisaje en su doble dimensión, la de su materialidad morfológica, territorial y funcional, y sus percepciones. Desde esta perspectiva, por el caso de Susa, y particularmente en el espacio agrario periurbano, éste está estructurado por la trilogía de la olivicultura, de la arboricultura frutal y de la hortaliza. La metodología de investigación aplicada nos permitió clasificar la agricultura periurbana en una tradicional y en otra moderna, sobre la base de gestión del agua de riego que parece un factor fundamental del desarrollo de la actividad agraria en la región y también como un criterio de clasificación. El PRP de Zaouia según esta metodología se corresponde a un área paisajística de agricultura periurbana (APAP) con sistemas de producción combinada “olivicultura, forraje y ganadería poco intensiva” sobre un parcelario heterogéneo privado y familiar de tamaño mediano a pequeño irrigado con los aguas residuales tratadas de la estación depuradora del sur de Susa cuya finalidad principalmente es la comercial. En segundo lugar, está la alimentaria (Tabla 4 y Figura 4). El perímetro cubre un área de 405 hectáreas. De ellas, solamente, 205 hectáreas son explotados. La explotación

Figura 3: Tecnología de tratamiento con cama bacteriana



Fuente: Elaboración propia de los autores

de capacidad, la estación ha sufrido una acción de rehabilitación en el año 2004/2005 en base al acuerdo de

de estas tierras comenzó en 1987. Este territorio pertenece a 577 propietario. La estructura de la propiedad está

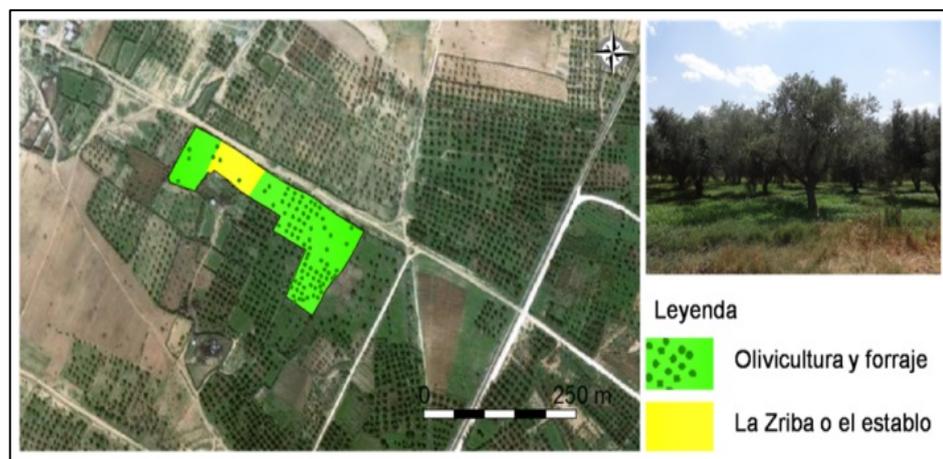
marcada por una fuerte fragmentación. Alrededor de 90% de las tierras tienen un superficie menor a 1 hectárea (tabla 5).

Tabla 4: Síntesis sobre los característicos paisajísticos del PRP de Zaouia

Área de paisaje de agricultura periurbana (APAP)	Organización general, componentes y elementos paisajísticos	Funcionamiento y dinámicas paisajísticas
APAP "PRP de Zaouia"	<ul style="list-style-type: none"> -Olivos tradicionales irrigados con los aguas residuales -Localizados al suroeste de la ciudad de Susa -El olivo corresponde al elemento fundamental del área de paisaje -Parcelario de tamaño pequeño < 3 ha -Sistema de riego tradicional: acequia 	<ul style="list-style-type: none"> -Sistemas de producción combinada "olivicultura, forraje y ganadería poco intensiva" -Propiedad privada y familiar -Gestión familiar de las granjas -Técnicos de riego y de producción tradicionales -Venta de los productos al mercado local y a la granja

Fuente: Elaboración propia y de síntesis de los autores

Figura 4: Ejemplo de una granja representativa de la APAP de PRP de Zouia



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de imagen google earth y trabajo de campo.

Tabla 5: Estructura de la propiedad de las granjas del PRP de Zaouia

Tamaño de las granjas	Cantidad de propietarios	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje de área	Área promedio
0-1 ha	530	91,85%	114	63,33%	0,21
1 a 2 ha	40	6,93%	46	25,56%	1,15
2 a 5 ha	6	1,04%	14	7,78%	2,34
> 5 ha	1	0,17%	6	3,33%	6
Total	577	100%	180	100%	-

Fuente: Plan maestro para la creación de PRP a partir de los aguas residuales tratadas, CRDA (2006).

La práctica de cultivo está basada en dos niveles (olivos + forrajero) que caracterizan el perímetro. Los olivos cubren aproximadamente el 70% del área con un espaciado de 10 m por 10 m y los cultivos forrajeros como el sorgo forrajero, la cebada, la avena y la alfalfa son intercaladas entre el olivar. Según los datos de la CRDA y las entrevistas, el 98% de las familias tienen vacas lecheras, contabilizándose un total de 715 vacas lecheras, que supone en torno al 35% del ganado de la región de Susa, estimado a 2.110 cabezas (CRDA, 2007). Además de la práctica de los cultivos forrajeros en el perímetro, los agricultores explotan los espacios libres ubicados en el área y las tierras comunes de Oued Laya en el pasturaje.

La aplicación a riego de las aguas regeneradas según comunidades de regantes

Como en España, la política del agua en Túnez se ha centrado en la gestión participativa y la participación de los usuarios con la creación de las comunidades de regantes, que son corporaciones en las que los agricultores se agrupan con la finalidad de autogestionar la distribución del agua de un modo eficaz, ordenado y equitativo. Ésta, admeás, promueven la participación de los usuarios, delegan las misiones técnicas de operación y mantenimiento de las estructuras, administran el sistema administrativo y financiero de las comunidades, y quizás administrarán próximamente las aguas subterráneas sometidas a la explotación (Marlet y Mnajja, 2017).

Según la política del agua tunecina, el modelo de los Grupos de Desarrollo Agrario (GDA) se adopta para todas las comunidades de regantes. A finales de 2012 había un total de 1.327 grupos con lo que se ha conseguido aumentar la participación de los usuarios en el manejo del riego, mejorar la calidad del servicio del agua, reducir el coste del riego para el gobierno, mejorar la productividad del agua y la rentabilidad de la agricultura de riego y promover la organización colectiva y la cooperación en el sector agrícola.

Además, la aplicación a riego de las aguas regeneradas ordenadas a través de comunidades de regantes y la actividad agrícola en el PRP está protegida por la Ley N° 83-87 del Artículo 1 del Boletín Oficial de la República de Túnez de 1983, que define las tierras agrícolas como "todas las tierras con potencial físico y afectadas o que pueden serlo al sustento de la producción agrícola o forestal" (JORT, 1983). También la clasificación del PRP, como un área roja de alto valor productivo y económico, va a proteger sginfivativamente estas tierras de una futura expansión urbana significativa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el estado actual, la EDAR al sur de Susa sufre de una saturación hidráulica en comparación a su capacidad normal de tratamiento, y en especial durante los períodos punta. Desde un punto de vista cualitativo basado en la segunda parte de la metodología (las entrevistas), y a pesar de que la EDAR opera alrededor del 50% de su carga de diseño orgánico, las aguas se caracterizan por su baja calidad, confirmada por todos los agricultores del PRP. El 100% de los agricultores confirman la mediocridad de la calidad del agua de riego que presenta muchos tipos de polución sólida, coloidal o mineral y que muchas granjas están afectadas por una salinidad muy alta y debido a la disconformidad de la legislación que regula las descargas de agua. De acuerdo con las entrevistas realizadas con los servicios del ONAS de Susa, la degradación de la calidad del agua tratada proviene principalmente de la peor calidad del agua bruta de las descargas industriales. Según las entrevistas realizadas con los agricultores y las organizaciones de gestión del proyecto, así como del trabajo de campo, hemos detectado problemas técnicos y otros sociales

Sobre el plan técnico los entrevistados mencionan la falta de flexibilidad en el uso del agua por parte de los agricultores, que no hay almacenamiento de agua de riego en la granja y hay problemas de gestión de las horas punta entre la EDAR, la Compañía Nacional de Electricidad y Gas (CNEG) y el consumo de agua. En este punto, los agricultores cometen que el problema es de falta de organización y sincronización de las horas de operación de la EDAR, el CNEG y la presencia de los agricultores en sus granjas. También observamos que muchos dispositivos no son funcionales, como la ubicación incorrecta de los contadores de agua. Asimismo, hay un gran problema con la calidad del suelo y el aumento del nivel freático de la zona del proyecto.

Sobre el plan social, los agricultores manifiestan siempre su desacuerdo con las ayudas concedidas por el CRDA de Susa y la limitación de la gama de cultivos permitidos en este recurso hídrico. Como en toda la región, el PRP de Zaouia no hace la excepción y sufre también de un fuerte problema de fragmentación de las tierras agrícolas. A pesar del precio del agua, subvencionado por la CRDA, el índice del uso de las aguas regeneradas tratadas es bajo y solo aumenta durante los años secos.

Por otra parte, los entrevistados, muchos de ellos beneficiarios, muestran indiferencia hacia el proyecto del PRP de Zaouia y la política del uso de las aguas regeneradas tratadas en el riego de los cultivos. Así, el uso que los agricultores hacen de las aguas residuales tratadas en el riego ultores es inestable, ya que sólo el 20% de ellos las utilizan en el riego de olivos. Los factores principales de esta inestabilidad son las condiciones climáticas (año lluvioso o no) y el efecto del agua residual en la calidad de los productos, especialmente, el aceite de oliva. Esta inestabilidad provoca una incertidumbre sobre el éxito de los proyectos de desarrollo agrario y de los nuevos perímetros de riego con aguas residuales tratadas proyectados en la región y del éxito del enfoque participativo para la toma de decisiones. Frente de esta situación, el CRDA y los GDA continúan sensibilizando a los agricultores sobre la importancia de la estrategia

“aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” y permitieron el uso de las aguas residuales tratadas en otras granjas fuera del perímetro de riego de Zaouia y establecer su extensión y su reordenación a su sistema de drenaje y además desarrollar otros proyectos para poner en valor las aguas regeneradas en la región de Susa en otras ciudades como la ciudad de Kalaa Kébira, la ciudad de Kalaa Séghira...

De esta manera, la participación de los actores fue insuficiente con respecto a los problemas del agua: la mayoría de los usuarios tienen solo una visión parcial y de corto plazo de los problemas del agua, no se preocupan por el futuro a gran escala y/o al largo plazo del recurso, asumen que su gestión es una prerrogativa de la administración y se involucran solo en los programas en términos a los beneficios que pueden extraer de la administración. Así, el desarrollo de recursos humanos y responsables a nivel local (formación profesional, apoyo técnico y administrativo, modernización de herramientas de gestión, acceso a la información...) se ve como una necesidad urgente. Por tanto, el futuro del agua se basará fundamentalmente en los tres pilares siguientes: (i) la valorización del potencial de agua verde y la optimización de los flujos de agua virtuales para garantizar la seguridad alimentaria; (ii) el desarrollo de los recursos alternativos, en particular, la desalación, que representa un importante desafío tecnológico y financiero, (iii) la mejora del rendimiento del riego, donde producir más con menos agua es una obligación, y la modernización de la gestión del agua que implica una evolución cognitiva y masiva. Para lograr estos objetivos, las administraciones y los organismos públicos responsables de la gestión del agua deben implementar una forma de asociación institucionalizada con los agricultores planteando un conjunto de métodos y procedimientos transparentes para consolidar una real participación en la toma de la decisión. La reutilización de las aguas residuales debe entenderse como un procedimiento planificado, con infraestructuras de distribución adecuadas y con normas rigurosas en el manejo del agua atendiendo a las exigencias de calidad de los usos implicados. Tenemos que recordar también los valiosos papeles económico, social y ambiental que juega la gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” que implica una nueva dimensión paisajística y de multifuncionalidad, propiciada por nuevas preocupaciones urbanas y por la evolución de la percepción social del espacio agrario periurbano vivido y utilizado como paisaje. Es una estrategia para desarrollar una agricultura periurbana viva e innovadora que aumenta la productividad, la calidad alimentaria, la producción de proximidad, la calidad paisajística periurbana y, a la vez, el desarrollo económico sostenible. En base de esta multifuncionalidad, los esfuerzos por parte de la administración tunecina a escala regional y también nacional, se habían concentrado principalmente en la construcción de nuevas estaciones depuradoras para mejorar la calidad de las aguas reutilizadas e implementar nuevos perímetros de riego públicos en el territorio agrario periurbano de la región de acuerdo con las instrucciones del plan maestro de planificación.

BIBLIOGRAFÍA

- Angelakis, A. N.; Marecos Do Monte, M. H. F.; Bontoux, L. y Asano, T. 1999: "The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin: need for guidelines", *Water Research*, 33(10), 2201-2217, [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(98\)00465-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00465-5)
- Bouraoui, M. y Houman, B. 2008: "Valorisation des eaux pluviales et grises en agriculture urbaine pour l'amélioration des conditions socio-économiques des populations défavorisées: Le cas de la ville de Soukra dans le Grand Tunis", en Vidal R (dir.): *La diversité de l'agriculture urbaine dans le monde*, vol. 3 des actes du colloque *Les agricultures périurbaines, un enjeu pour la ville*. Paris, Ecole Nationale Supérieure de la Police-Université de Nanterre, 109-118.
- Fernández Álvarez, R. 2015: "La Aplicación de Landscape Character Assessment a los espacios de montaña media: el paisaje del macizo de las Villuercas", *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, XLVII(185), 499-518.
- Hamrita, A. 2017: *Le devenir des espaces agricoles et naturels dans le territoire de la ville métropolitaine. De la protection au projet de paysage. Cas du Grand Sousse*, Tesis Doctoral, Universidad de Sousa y Universidad Autónoma de Madrid, Túnez.
- Hamrita, A.; Boussetta, A.; Mata Olmo, R.; Saqalli, M. y Rejeb, H. 2017: "Integrated water management and durability of landscape of public irrigated areas in tunisia: cases of public irrigated areas of Chott-mariem and Mornag", *International Journal of Research-Granthaalayah*, 5(1), 73-89, <https://doi.org/10.5281/zenodo.260280>
- Hurni Jensen, L. 2004: *Is Landscape Character Assessment the work of public policy?*, University of Nottingham, 1-9.
- Journal Officiel de la République Tunisienne, 1983.
- Kessira, M. 2005: "Gestion de l'irrigation avec les eaux non conventionnelles", en Hamdy, A. (ed.): *The use of non conventional water resources*. CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, Séminaires Méditerranéens, 66, 203-216.
- Kochbati, H. 2009: *Aménagement des eaux dans les villes en Tunisie*. s. d.
- Lebdi, F. 2005: "Appui pour l'irrigation et la gestion des systèmes hydrauliques", *CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série B, Etudes et Recherches*, 52, 193-203.
- Marlet, S. y Mnajja, A. 2016: *Guide pour l'action : transfert de la gestion des périmètres publics irrigués aux associations d'irrigants en Tunisie. Tome 1 : Mise en œuvre et adaptation de la stratégie nationale. Retour d'expérience du projet PAP-AGIR pour l'autonomie progressive des associations*, Montpellier, CIRAD.
- Monteverdi, M. C.; Da Canal, S.; Del Lungo, A.; Masi, S.; Larbi, H. y De Angelis, P. 2014: "Re-use of wastewater for a sustainable forest production and climate change mitigation under arid environments", *Annals of Silvicultural Research*, 38(1), 22-31, <http://dx.doi.org/10.12899/asr-778>
- Naser Abroug, S. 2014: *Traitement et réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie*. Túnez, Office National de l'Assainissement
- Nicolás, E.; Pedrero, F.; Alarcón, J. J.; Mounzer, O.; Martínez, V.; Nortes, P. A.; Alcón, F.; Egea, G. y De Miguel, M. D. 2012: *Estudio de la viabilidad de uso de las aguas regeneradas procedentes de la EDAR de Jumilla en la Comunidad de Regantes Miraflores*. Cartagena, Universidad Politécnica de Caartagena
- Office National de l'Assainissement, 2009.
- Office National de l'Assainissement, 2010.
- Pérez Morales, P. Gil Meseguer, E. Gómez Espín, J.M. 2014: "Las aguas residuales regeneradas como recurso para los regadíos de la demarcación hidrográfica del segura (España)", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 64, 151-175, <https://doi.org/10.21138/bage.1691>
- Pérez, S.; Köck, M. L.; Tong. Ginebreda, A.; López-Serna, R.; Postigo, C.; Brix, R.; López De Alda, M.; Petrovic, M.; Wang, Y. y Barcelo, D. (2012): "Wastewater Reuse in the Llobregat: The Experience at the Prat de Llobregat Treatment Plant", en Sabater S., Ginebreda A., Barceló D. (eds): *The Llobregat. The Story of a Polluted Mediterranean River*, Berlin, Springer, 327-346, http://dx.doi.org/10.1007/698_2012_151
- Swanwick, C. 2002: *Landscape Character Assessment. Guidance for England and Scotland*. Cheltenham – Edinburgh, The Countryside Agency and Scottish Natural Heritage.
- Termorshuizen, J. y Opdam, P. 2009: "Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development", *Landscape Ecology*, 24(8) 1037-1052, <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9314-8>
- Tudor, Ch. 2014: *An Approach of Landscape Character Assessment*, s. l., Natural England

El suministro hídrico al área metropolitana de Los Ángeles, California (EEUU)

Water supply in Los Angeles metropolitan area, California (USA)

Miguel Borja Bernabé-Crespo
Universidad de Murcia
Murcia, España
miguelborja.bernabe@um.es

Hugo Loáiciga
University of California, Santa Barbara
Santa Barbara, California, USA
hloaiciga@ucsb.edu

Resumen — La gran presión demográfica y un clima de rasgos semiáridos hacen que la disponibilidad de agua en el sur de California sea reducida. Diversos trasvases se han realizado con el objetivo de abastecer de agua al área metropolitana de Los Ángeles. Recientemente, nuevas técnicas de desalación y reciclaje de aguas residuales son tomadas en consideración. El artículo realiza un recorrido histórico del suministro de agua a esta región y presenta un resumen de la situación actual.

Abstract — *Population growth and semiarid climate limit water availability in southern California. Several water transfers have been and are being made with the aim of supplying Los Angeles metropolitan region. Seawater desalination and sewage reuse contribute to the sources of water supply in Los Angeles regions and neighboring regions of Southern California. This article surveys water supply in Southern California and summarizes current trends of water use and supply.*

Palabras clave: Abastecimiento de agua, Trasmisiones, Desalación, Reutilización, California, Estados Unidos

Keywords: Water supply, Water transfer, Desalination, Sewage reuse, California, United States of America

Información Artículo:

Recibido: 1 febrero 2018

Revisado: 26 enero 2019

Aceptado: 13 abril 2019

FUENTES DE ABASTECIMIENTO TRADICIONALES

Hasta principios de siglo XX, la fuente de abastecimiento tradicional era el agua procedente del Río Los Ángeles, además de pozos para extraer agua subterránea. La cuenca subterránea de San Fernando es la provisorora del 12% del suministro total a la ciudad de Los Ángeles (2000-2012) (intervalo de 8 a 14%) (Ashoori et al, 2015). Actualmente el agua subterránea cuenta con el problema de la contaminación procedente de compuestos químicos empleados en la agricultura, lo que hace inutilizable ciertos volúmenes de agua (Ashoori et al, 2015); además de la salinización por la sobreexplotación. Igualmente, este tipo de agua necesita severos tratamientos para ser potable, lo que encarece su precio.

LOS TRASVASES DE AGUA A EL ÁREA METROPOLITANA DE LOS ÁNGELES

Dado que los recursos hídricos locales tradicionales no eran suficientes para abastecer a una población creciente, se hizo necesario recurrir a la importación de agua desde otros lugares del Estado de California (Acueducto de Los Ángeles, Acueducto de California) o de cuencas interestatales (Acueducto del Río Colorado) (Figura 2).

Figura 2. Los diferentes trasvases en California y su titularidad.



Fuente: Metropolitan Water District.

Acueducto de Los Ángeles (LAA, Los Angeles Aqueduct)

Estos trasvases fueron construidos por el Ayuntamiento de la ciudad de Los Ángeles para abastecer a su ciudad. El primer trasvase realizado con el objetivo

de paliar la escasez de agua a Los Ángeles fue el trasvase local desde el Lago Mono, Valle de Owen, en 1913. El trasvase desmesurado de agua desde este lago provocó cuantiosos efectos adversos solo en los once primeros años, tales como la desecación del lago, tormentas de suelos finos y dispersión de contaminantes, y los consiguientes problemas de salud pública. Actualmente se encuentra en proceso de restauración medioambiental. Fue necesario construir un segundo acueducto en 1970, recogiendo el agua de ríos tributarios del Lago Mono (Mono Lake). El agua trasvasada mediante este acueducto representa el 38% del total de la ciudad para el periodo 2000-2012 (en un rango del 18 al 59%) (Ashoori et al, 2015), trasvasada con un muy bajo coste de energía empleando la gravedad. El LAA, de propiedad municipal (ciudad de Los Ángeles), tiene capacidad para suministrar 678 millones de m³ al año, aunque se le concedió el permiso para trasvasar 123 millones de m³ al año.

Acueducto del Río Colorado (CRA, Colorado River Aqueduct)

Debido a la alarmante situación y a la insuficiencia de agua se desarrolló el plan para traer agua desde el Río Colorado, un río que tanto ayudó en la expansión agrícola estadounidense y que ha acarreado problemas con el vecino México (Grijalva, 2014). En 1939 fue completado el Colorado River Aqueduct (CRA), que trabajado por el MWD, sus 389 km derivan agua desde la frontera entre California y Arizona, en la presa Parker (Lago Havasu, Río Colorado), atravesando el desierto de Mojave hasta llegar al embalse de Lake Mathews, en las cercanías de la ciudad de Santa Ana.

La gran cuenca del Río Colorado recibe precipitación en las Montañas Rocosas, produciendo escorrentía que toman siete Estados de los EEUU, además de México. En 1922 se firmó un acuerdo entre los siete Estados mediante el cual California puede tomar 5.400 millones de m³ al año. Esta cantidad fue modificada en 2007, debido a frecuentes sequías, cuando se redujo a 4.900 millones de m³/año, una cantidad provisional y revisable en 2026 (US Bureau of Reclamation, 2007). Tradicionalmente, las demandas californianas eran cubiertas con excedentes de las asignaciones de Estados vecinos como Arizona o Nevada, aunque ya no se practican debido al crecimiento de la población y la demanda en estos. El agua procedente del Río Colorado supone un total del 49% de la consumida en la ciudad de Los

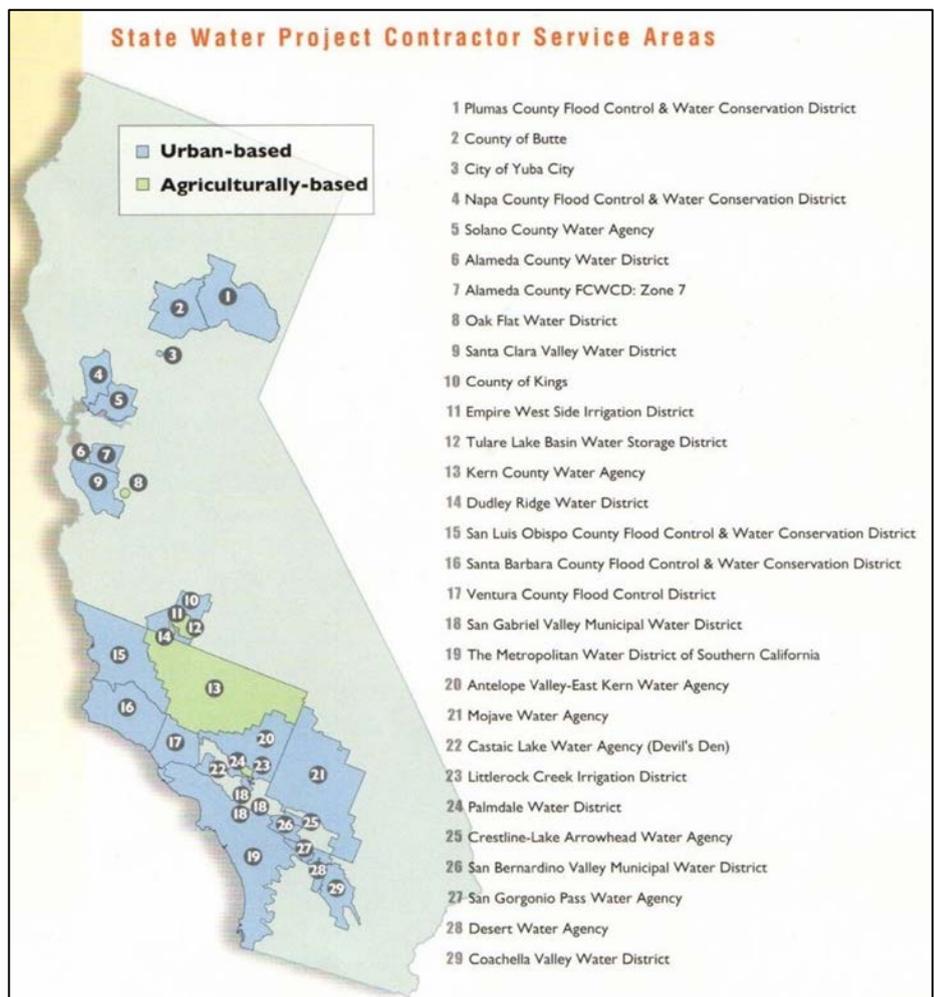
Ángeles, de media para el periodo 2000-2012 (intervalo de 31 a 71%) (Ashoori et al, 2015).

Acueducto de California (California Aqueduct – State Water Project SWP)

Estos nuevos aportes de agua tampoco eran suficientes para cubrir las necesidades de una población que no cesaba de crecer. Fue en 1960 cuando se completó una de las mayores obras hidráulicas de la historia, el Acueducto de California. El Estado de California ostenta la titularidad de este trasvase, operado por el Departamento de Recursos Hídricos (Department of Water Resources, DWR). Se trata del acueducto más extenso de los EEUU, extendiéndose por 1128 km, 21 embalses y una capacidad de almacenamiento de 7,2 km³. El agua procede de las cuencas de los ríos Sacramento y San Joaquín, recogida en su tramo final, en las cercanías del delta en la Bahía de San Francisco, desde donde es bombeada para salvar el desnivel.

Los usuarios de esta agua trasvasada son 29 agencias que tienen contratos de envíos de agua anuales (Figura 3) que datan de 1960. No hay espacio para incluir a nuevas agencias, hasta el fin del periodo en 2035 (se firmó por 75 años), aunque se estima que se amplíe 20 o 30 años más (Entrevista con Craig Trombly, Chief of Project Water Management, Department of Water Resources, SWP Analysis Office).

Figura 3. Localización de las agencias contratistas del SWP.



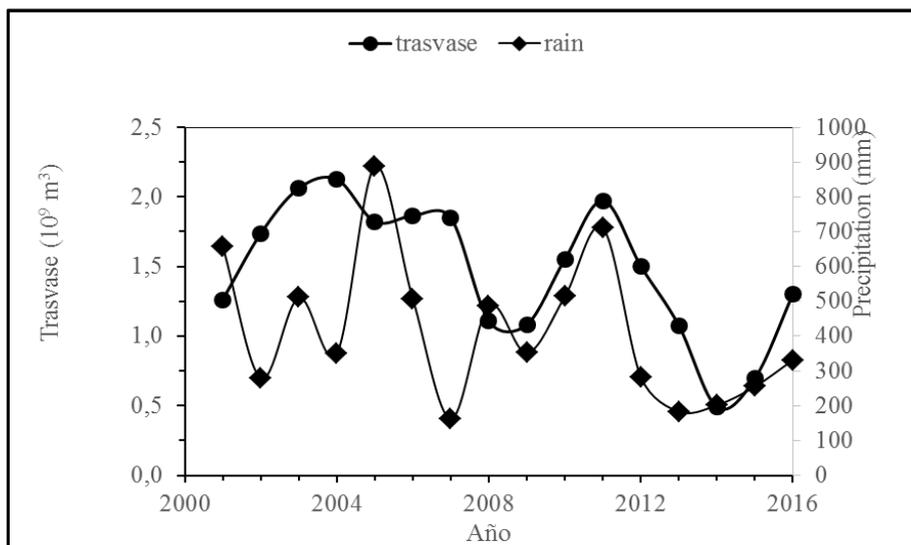
Fuente: California Department of Water Resources.

Las asignaciones de agua del SWP varían inter e intra anualmente, dependiendo de la precipitación recogida y las previsiones futuras. De este modo se hacen estimaciones para determinar el volumen de agua que corresponde a cada agencia o socio contratista del SWP (entidades de irrigación, ayuntamientos, distritos metropolitanos, etc.). Incluso pueden modificarse estas asignaciones si las circunstancias así lo exigen. Entre 2010 y 2016, las asignaciones han sido, de media, un 45% del total que cada socio contratista había firmado, llegando al extremo de un 5% en 2014, en medio de una gran sequía. Para el año 2017, las asignaciones representan el 85% del contratado. Se prevé un total de 3.563.951 acre-feet trasvasados, del total contratado de 4.172.786. De ellos, 1.624.775 acre-feet (1 acre feet o acre pie = 1.233,5 m³) son asignados al MWD, el mayor importador de agua, de un total contratado de 1.911.500 (DWR, 2017).

Uno de los problemas que se presentan en la subida del nivel del mar, que puede salinizar el delta y afectar al trasvase. También el impacto sobre la biodiversidad marina, ya que las aportaciones de los ríos al delta se ven mermadas, lo que ocasiona un rechazo en ciertos sectores de la sociedad. Como remedio se ha propuesto el llamado California Water Fix (o remedio para California), un proyecto que pretende reducir los impactos ambientales y las amenazas a especies animales protegidas en el Delta (US Department of Interior, 2017). Este remedio consiste en construir dos túneles paralelos cada uno de 12 m de diámetro y 42 km de longitud que transportarían agua del río Sacramento hacia el sur hasta conectarse con el Acueducto de California para trasvase a socios contratistas, incluyendo el MWD. Este plan remedio está en revisión y su construcción no está asegurada dado el alto coste y la incertidumbre sobre los impactos adversos del trasvase aguas abajo del punto de toma.

La figura 4 muestra el volumen anual de trasvase del SWP al MWD en el periodo 2001-2016. Puede también verse la variación inter anual de la precipitación en California del sur en la Figura 4 en el mismo periodo. Nótese que en el periodo 2001-2008 la precipitación anual y el trasvase estuvieron fuera de fase. Por ejemplo en el 2004 la precipitación fue relativamente baja mientras el trasvase fue relativamente alto. En periodo 2009-2016, al contrario, la precipitación y el trasvase mostraron patrones temporales similares. La figura 4 demuestra que el trasvase actual difiere del

Figura 4. Trasvase anual del SWP al MWD y precipitación en California del sur, 2001-2016.



Fuente: elaboración propia

trasvase ideal negociado entre el SWP y los socios contratistas como el MWD. El trasvase ideal ocurre en teoría cuando el estado de almacenamiento de agua en los reservorios del SWP y en la nieve de la Sierra Nevada es normal (igual al promedio anual a largo plazo) o superior al normal. Sin embargo, en ocasiones toma uno o dos años de sequía consecutivos antes que se hagan ajustes al trasvase que reflejen las condiciones climáticas, las cuales pueden variar mucho de un año al otro en California.

La supervivencia del SWP y la continuación del CWF dependen, en gran medida, de las decisiones políticas. Generalmente, los condados del norte de California suelen votar “no” a este tipo de proyectos, poniendo énfasis en su impacto medioambiental. Por su parte, los del centro y sur de California se inclinan hacia el “sí” ya que la necesidad de agua les afecta. Debido a que la mayoría de la población reside en el sur, los acuerdos suelen ser favorables a esta parte, ya que se aplica el principio de la mayoría. Sin embargo, algunos municipios como Santa Bárbara recientemente suplementan sus asignaciones de agua del SWP. La razón, tras una entrevista con Joshua Haggmark (responsable de División de Recursos Hídricos de la ciudad de Santa Bárbara) es la de diversificar sus fuentes de abastecimiento y no depender exclusivamente del SWP. Su asignación de agua proveniente del SWP no utilizada es “vendida” a otra agencia que necesite más agua, aunque esto se intenta evitar desde las oficinas del DWR para impedir un mercado del agua que corrompa el sistema de

asignaciones estatal del SWP, aun cuando mercados de agua se han desarrollado entre usuarios de agua en California y en otras regiones del suroeste estadounidense.

LA DESALACIÓN EN CALIFORNIA

Al contrario que en otras regiones del planeta, de similares características climáticas y similares necesidades de agua, California no ha desarrollado la desalación como método para generar un recurso adicional. Algo que ya se está haciendo en otras ciudades estadounidenses como Alamogordo (Chowdhury et al, 2013) y como recomiendan algunos expertos como Loáiciga (2014). En la Tabla 1 se pueden consultar las desaladoras propuestas en el Estado de California, de las cuales solo 2 se encuentran construidas (Santa Bárbara y Carlsbad), y solo la última se encuentra actualmente en funcionamiento, que empezó a operar en diciembre de 2015. Otros proyectos son la construcción de una desaladora que atienda necesidades binacionales, para Arizona y México, pudiendo incluso abastecer a parte de Nevada (McEvoy y Wilder, 2012).

La razón de la no apuesta por la desalación parece ser, según los gestores entrevistados, el elevado coste del agua, si bien en el caso de Carlsbad, el 72% de los residentes apoyaban la decisión, en la que pareció no influir el precio del agua (Heck et al, 2016-b). Otro

Tabla 1. Listado de desaladoras propuestas en el Estado de California

LOCALIZACIÓN	ORGANISMO	CAPACIDAD (hm ³ /año)
Santa Bárbara	Ciudad de Santa Bárbara	3,85
Carlsbad	Poseidon Resources, San Diego County Water	69,07
Pittsburg*	East Bay Municipal Utilities District, San Francisco Public Utilities Commission, Contra Costa Water District, Santa Clara Valley Water District, Zone 7 Water Agency	27,38
Santa Cruz*	City of Santa Cruz, Soquel Creek Water	6,90
Moss Landing*	Deep Water, LLC	3,45
Moss Landing*	The People's Moss Landing Water Desal Project	34,54
North Marina*	California American Water	13,81
Sin denominación especificada*	California Water Service Company	12,46
Monterey*	Ocean View Plaza	0,37
Del Monte Beach, Monterey*	Monterey Peninsula Water Management District	2,71
Monterey Bay*	Seawater Desalination Vessel	27,63
Cambria*	Cambria Community Services District U.S. Army Corps of Engineers	0,86
Oceano*	Arroyo Grande, Grover Beach, Oceano Community Services District	2,71
El Segundo*	West Basin Municipal Water District	24,91
Huntington Beach*	Poseidon Resources	69,07
Dana Point*	Municipal Water District of Orange County	20,72
Oceanside*	City of Oceanside	13,81
Camp Pendleton*	San Diego County Water Authority	207,47

*planta no construida en 2017.

Fuente: Badiuzzaman et al (2017) y Cooley y Heberger (2013)

estudio de Heck et al (2016-a) concluyó que se necesitan más esfuerzos para aumentar el nivel de conocimiento de los residentes costeros sobre la desalación y sus repercusiones ambientales, que parecen ser el factor más decisivo a la hora de posicionarse a favor o en contra. En este sentido, la desaladora de Santa Bárbara encuentra una cierta oposición por parte de la sociedad, hecho que –en combinación con obstáculos técnicos– ha llevado a su todavía no puesta en práctica. En este caso, se alegan motivos medioambientales así como un “límite de crecimiento” de la ciudad: los partidarios de un crecimiento sostenido y de un límite de habitantes en la ciudad buscan evitar la masificación en el poblamiento y la sensación de abundancia por un agua ilimitada.

LA REUTILIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL RECICLADA

Expertos como Gleick (2010) señalan a la reutilización de aguas residuales como uno de los enfoques a tener en cuenta para mejorar el abastecimiento de agua al suroeste de los EEUU, teniendo en cuenta las presiones derivadas de los trasvases, el efecto del cambio climático y las tensiones por los acuíferos transfronterizos, entre otros. En el Sureste de España, el reciclaje de aguas se orienta hacia un uso indirecto, como un recurso de especial importancia para el desarrollo de la agricultura, el ocio y el deporte, y la restauración del medio ambiente (Gil-Meseguer et al, 2018).

Los Ángeles se plantea la posibilidad de reciclaje de las aguas residuales, ya que la ciudad descarga al Pacífico 1,5 millones de m³/día de agua tratada, lo que se podría utilizar para un consumo humano y a la vez se contrapone a la energía necesaria para traer agua desde otros lugares (trasvases del interior y norte de California) o para desalar la del mar (Leverenz et al, 2011:5).

Aunque el agua reciclada apenas constituye un 1% para la ciudad de Los Ángeles en el periodo 2000-2012, usada para usos de jardinería e industrial (Ashoori et al, 2015), en el conjunto del área metropolitana es mayor su importancia. Distritos como el Orange County son pioneros en el mundo en utilizar las aguas residuales para un uso potable, si bien se realiza de manera indirecta, pues el directo no está permitido en la ley actualmente. Estos procesos se encuentran, algunos de ellos, en fase de prueba y mejora, y de reciente implementación otros: el reúso directo se está implementando en lugares como Windhoek (Namibia), Cloudcroft (Nuevo México, EEUU) o Big Spring (Texas, EEUU), hay diferentes opiniones sobre si es mejor el IPR o el DPR (Scruggs y Thomson, 2017:2). El reúso indirecto utiliza unos almacenajes naturales, como es la recarga de acuíferos, para introducir agua regenerada en el ciclo del agua tras unos meses de espera. El Groundwater Replenishment System (GWRS) en Fountain Valley (Orange County) provee el 20% del agua necesaria para mantener el acuífero que abastece a dos millones de ciudadanos (Grant et al, 2012:682).

CONCLUSIONES

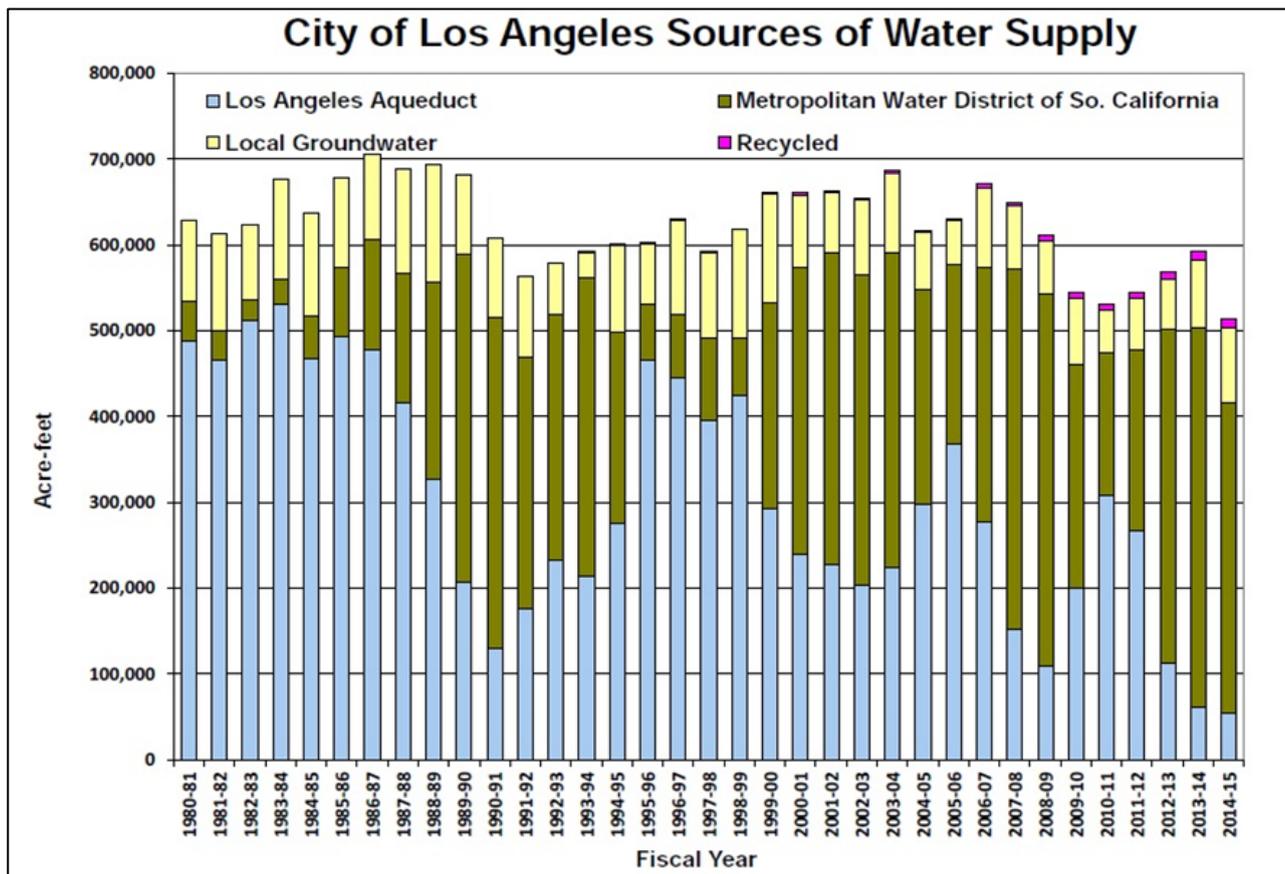
El área metropolitana de Los Ángeles cuenta con un sistema de suministro de agua diversificado y que tiene como objetivo la versatilidad y protección de sus ciudadanos. En un área de escasas precipitaciones, elevadas temperaturas y elevada evapotranspiración, la escasez hídrica tradicional fue suplida en primer momento mediante la extracción de agua subterránea.

Posteriormente, diversos trasvases (Acueducto de Los Ángeles desde el Lago Mono, Acueducto del Río Colorado y Acueducto de California, desde el delta del Río Sacramento) proporcionan ingentes caudales de agua que han posibilitado el desarrollo de la actividad socioeconómica en el sur de California. Otros como el California Water Fix se encuentran en proceso de aprobación. A estos recursos se les ha unido, recientemente, la desalación y las aguas residuales. La desalación no cuenta con grandes apoyos en California y sólo una planta de las previstas está en funcionamiento (Carlsbad), si bien se reconoce su potencial y se estudia su implantación, siendo el mayor escollo a salvar los impactos medioambientales y el posicionamiento en contra de parte de la sociedad. Por su parte, el reúso de aguas residuales cuenta con experiencias pioneras y con perspectivas de crecimiento, sobre todo en el ámbito local. De igual manera, es necesario subrayar la concienciación ciudadana y el descenso del consumo de agua, tanto por las medidas de ahorro como por la mejora en las redes de distribución.

Actualmente, la ciudad de Los Ángeles se abastece principalmente (Figura 5) del agua llegada a través del SWP o Acueducto de California, mientras que los caudales provenientes del Acueducto de Los Ángeles son más variables, pues están sujetos a fuertes medidas de regeneración del Lago Mono y su cuenca proveedora. El agua subterránea juega un papel importante aunque reducido en comparación con los otros, y se encuentra amenazada por la concentración de compuestos contaminantes utilizados por la agricultura. La desalación solo cuenta con una planta en Carlsbad, que si bien suministra agua al MWD, ésta no alcanza la ciudad de Los Ángeles.

Aunque el regadío es el mayor consumidor de agua, el agua urbana genera preocupaciones cada vez más relevantes, por lo que es necesario hacer frente a los retos que afronta el correcto abastecimiento hídrico de las ciudades (Cabrera-Marcet, 2015), los cuales incluyen los económicos, sociopolíticos, científico-técnicos y ambientales. El cambio climático puede acelerar la precipitación de nieve en la Sierra Nevada, así como ocasionar tensiones entre Estados, como California y Arizona, Estados que ambos tienen cada vez más población. (Fuller y Harhay, 2010). La temperatura ha subido 1,4 °C en la cuenca del Colorado y en la del Lago Mono, y 1,5 °C en la del Río Sacramento (Pagan et al, 2016). Esto, sumado a los cambios en la relación oferta-demanda de agua que puede originarse debido a esta menor disponibilidad y a una concentración cada vez mayor de la población en áreas de escasez hídrica, como el litoral sur californiano, inducen a pensar en un cambio de paradigma. En este nuevo escenario, los grandes proyectos no son la solución a los problemas de agua, sino que hay que buscar apoyo en la tecnología y la conservación de recursos hídricos, pensar estrategias de uso de los recursos en forma integrada, planeados y manejados localmente y menos costosos económicamente, así como reevaluar las necesidades de la población (Gleick, 2000). Por tanto, los esfuerzos deben ir encaminados a apostar por el conservacionismo del agua (concienciación, ahorro y mejora del sistema), fortalecer los sistemas de recogida de agua locales (pluviales) y estudiar la

Figura 5. Procedencia del agua consumida en la ciudad de Los Ángeles (1980/81-2014/15).



Fuente: LADWP (2016).

posibilidad de la implantación del reciclaje de agua residual, que garantiza un caudal localizado y continuo. Igualmente, la desalación puede ser un seguro hídrico muy necesario en situaciones de sequía, siempre y cuando su instalación se produzca en el lugar adecuado. Por último, es necesario una adecuada gestión del agua que permita un aprovechamiento integral del agua, donde caudales no aprovechados puedan ser trasvasados, si las circunstancias económicas lo permiten, a otros espacios con escasez de agua y/o tecnologías de generación de caudales no adecuadas o rentables.

BIBLIOGRAFÍA

Ashoori, N.; Dzombak, D. A.; Small, M. J. 2015: "Sustainability review of water-supply options in the Los Angeles region", *Journal of Water Resources Planning and Management*, 141(12). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000541](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000541)

Badiuzzaman, P.; McLaughlin, E.; McCauley, D. 2017: "Substituting freshwater: Can ocean desalination and water recycling capacities substitute for groundwater depletion in California?", *Journal of Environmental Management*, 203, 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.06.051>

Cabrera-Marcet, E. 2015: "Retos del agua para usos residenciales e industriales", *Agua y Territorio*, 6, 100-107. <https://doi.org/10.17561/at.v0i6.2813>

Chowdhury, F.; Lant, C.; Dziegielewski, B. 2013: "A century of water supply expansion for the US cities", *Applied Geography*, 45, 58-76. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.07.020>

Cooley, H. y Heberger, M. 2013: *Key Issues for Seawater Desalination in California: Energy and Greenhouse Gas Emissions*. Pacific Institute, California. https://doi.org/10.5822/978-1-61091-483-3_6

DWR (Department of Water Resources) 2017: *2017 State Water Project Allocation – 85 Percent*. California Natural Resources Agency, State of California.

Fuller, A. C.; Harhay, M. O. 2010: "Population growth, climate change and water scarcity in the Southwestern United States", *American Journal of Environmental Sciences*, 6(3), 249-252. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2010.249.252>

Fulton, W. 2001: *The reluctant metropolis: The politics of urban growth in Los Angeles*. John Hopkins University Press, Baltimore, MD.

Gil-Meseguer, E.; Bernabé-Crespo, M. B.; Gómez-Espín, J.Mª 2018: "Recycled sewage – A water resource for dry regions of Southeastern Spain", *Water Resources Management* 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11269-018-2136-9>

Gleick, P. H. 2000: "A look at twenty-first century water resources development", *Water International*, 25(1), 127-138. <https://doi.org/10.1080/02508060008686804>

Gleick, P. H. 2010: "Roadmap for sustainable water resources in southwestern North America", *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 107(50), 21300-21305. <https://doi.org/10.1073/pnas.1005473107>

Grant, S. B.; Saphores, J.D.; Feldman, D. L.; Hamilton, A. J.; Fletcher, T. D.; Cook, P. L. M.; Stewardson, M.; Sanders, B. F.; Levin, L. A.; Ambrose, R. F.; Deletic, A.; Brown, R.; Jiang, S. C.; Rosso, D.; Cooper, W. J.; Marusic, I. 2012: "Taking the "waste" out of "wastewater" for human water security and ecosystem sustainability", *Science*, 337, 681-686. <https://doi.org/10.1126/science.1216852>

Grijalva, A. 2014: "Las aguas de la Discordia: la disputa por el río Colorado (1904-1961)", *Agua y Territorio*, 3, 65-76. <https://doi.org/10.17561/at.v1i3.1424>

- Heck, N.; Paytan, A.; Potts, D. C.; Haddad, B. 2016-a: "Coastal residents' literacy about seawater desalination and its impacts on marine ecosystems in California", *Marine Policy*, 68, 178-186. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.03.004>
- Heck, N.; Paytan, A.; Potts, D. C.; Haddad, B. 2016-b: "Predictors of local support for a seawater desalination plant in a small coastal community", *Environmental Science & Policy*, 66, 101-111. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.08.009>
- Koehler, C. L. 1995: "Water rights and the Public Trust Doctrine: Resolution of the Mono Lake Controversy", *Ecology Law Quarterly*, 22(3), 541-589.
- LADWP (Los Angeles Department of Water and Power) 2016: *Urban Water Management Plan 2015*. Los Angeles, CA, USA.
- Leverenz, H. L.; Tchobanoglous, G.; Asano, T. 2011: "Direct potable reuse: a future imperative", *Journal of Water Reuse and Desalination*, 1(1), 2-10. <https://doi.org/10.2166/wrd.2011.000>
- Loáiciga, H. A. 2015: "Managing municipal water supply and use in water-starved regions: Looking ahead", *Journal of Water Resources Planning and Management* 141(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000487](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000487)
- McEvoy, J.; Wilder, M. 2012: "Discourse and desalination: Potential impacts of proposed climate change adaptation interventions in the Arizona-Sonora border region", *Global Environmental Change*, 22, 353-363. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.001>
- Pagan, B. R.; Ashfaq, M.; Rastogi, D.; Kendall, D. R.; Kao, S.C.; Naz, B. S.; Mei, R.; Pal, J. S. 2016: "Extreme hydrological changes in the Southwestern US drive reductions in water supply to Southern California by mid-century", *Environmental Research Letters*, 11. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/9/094026>
- Scruggs, C. E.; Thomson, B. M. 2017: "Opportunities and challenges for Direct Potable Water Reuse in arid inland communities", *Journal of Water Resources Planning and Management*, 143(10). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000822](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000822)
- U.S. Bureau of Reclamation 2007: *Colorado river interim guidelines for lower basin shortages and coordinated operations for Lake Powell and Lake Mead*. Record of decision, U.S. Dept. of the Interior, Washington, DC.
- U.S. Department of Interior 2017: *Biological opinion for the California Water Fix. Fish and Wildlife Service*. Sacramento, California.

La Política de Agua de Chile: una radiografía histórica, legal y administrativa a la gestión del agua en manos del mercado neoliberal

The Water Policy of Chile: a historical, legal and administrative radiography of water management in the hands of the neoliberal market

José Marcelo Bravo-Sánchez

Universidad de Chile
Santiago de Chile, Chile
mbravo@uchilefau.cl

Gloria del Carmen Naranjo-Ramírez

Pontificia Universidad Católica de Chile
Santiago de Chile, Chile
gdnaranj@uc.cl

Rafael Antonio Hidalgo-Carrasco

Colegio Santa Rosa
Santiago de Chile, Chile
rafaelhidalgo@gmail.com

Resumen — El presente artículo revisa aspectos de la actual Política Hídrica Chilena, que se apoya en la gestión hídrica del mercado capitalista y una limitada regulación estatal. Para su análisis, se ha realizado una revisión bibliográfica de las diferentes leyes y documentos históricos que han administrado los recursos hídricos del país, hasta llegar al Código de Aguas de 1981, aún vigente. A ello, se suman las modificaciones de este reglamento a partir de 1989 cuando se incorporan nuevos criterios socioeconómicos, ambientales y de gestión de cuenca, que han permitido democratizar la participación en el actual mercado hídrico chileno. Además, se agrega, la opción de trasvase para enfrentar el déficit hídrico en el Norte de Chile.

Abstract — *The present paper reviews aspects of the current Chilean water policy, which relies on the water management of the capitalist market and a limited State regulation. For their analysis, carried out a literature review of the different laws and historic documents that have administered the water resources of the country, until you reach the 1981 water code, still valid. To do this, add changes to this regulation from 1989 when new environmental, socio-economic criteria are incorporated and basin management, which have allowed democratizing the current Chilean water market share. In addition, is added, the option to transfer to face water shortage in the North of Chile.*

Palabras clave: Código de Aguas 1981, Política de Aguas, Gestión Hídrica, Mercado Neoliberal de Aguas, Traspase

Keywords: 1981's Water Code, Water Policy, Water Management, Neoliberal Water Market, Water Transfer

Información Artículo:

Recibido: 12 agosto 2018

Revisado: 20 enero 2019

Aceptado: 13 abril 2019

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la humanidad el agua ha sido considerada un recurso esencial en la vida del planeta. Análogamente, también se ha transformado en insumo básico de variadas labores productivas y económicas. Por lo tanto, administrar este vital elemento se ha convertido en un importante reto para las diferentes sociedades¹.

La noción del agua como recurso hídrico ha tenido una renovación trascendental, puesto que satisface variados requerimientos y necesidades como también, de insumo de producción y componente fundamental para la preservación de la biodiversidad². A ello se agrega la revalorización de ecosistemas locales que requieren del recurso agua y su relevancia como factor extremo del sistema terrestre. En las últimas décadas el consumo de agua ha tenido un incremento exponencial a nivel mundial, que se vincula directamente con el crecimiento de la población y el desarrollo económico, lo que origina problemas de restricción ante la competencia entre variados usos del agua y trastornos en la integridad del ecosistema, que en definitiva, es el que permite la producción y el uso de este recurso natural³.

En el caso de Latinoamérica y el Caribe, caracterizados por un lado por poseer en su territorio una extrema humedad, al concentrar el 31% de las fuentes de agua dulce del planeta, y por el otro, por la coexistencia de zonas altamente secas, sin embargo, en esta región, no se observa una evaluación periódica de las leyes que atañen a los recursos hídricos por parte de los países involucrados, lo que permitiría una adaptación paulatina a los cambios producto del incremento de las demandas de agua, las variaciones climáticas y el comportamiento de los usuarios, la economía y los impactos ambientales. Cuando no se logra mejorar progresivamente las leyes y las organizaciones, ocurren “cambios profundos” cada 30 a 40 años, los que muchas veces están dominados no por la práctica, sino por las reacciones a situaciones de evidente impacto negativo, cambios muchas veces dominados por las ideologías del gobierno de turno⁴.

Chile, al igual que la región latinoamericana, muestra zonas con una disímil distribución hídrica, siendo las zonas de escasez hídrica las mayormente pobladas, como también las de mayor importancia productiva y económica. Estas zonas corresponden a las regiones del norte y centro del país. Dichos factores han permitido identificar a Chile como un país con peculiaridad hídrica y con una reserva del recurso agua por encima de la media mundial⁵. Por ello, la Convención Marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), declaró que Chile es un país de una enorme fragilidad, puesto que presenta siete de nueve rasgos de vulnerabilidad en materia de gestión de recursos hídricos, tales como sequía, contaminación hídrica, inundaciones, deshielo de glaciares, mal uso del consumo del agua, entre otros⁶.

Por lo tanto, para entender la actual Política de Aguas en Chile, se debe realizar una revisión bibliográfica de las diferentes leyes que han administrado los recursos hídricos del país, desde tiempos precolombinos hasta el Código de Aguas de 1981, aún vigente. Este último reglamento, emanado del Gobierno Militar, es el reflejo de la inadaptación paulatina de las leyes y las organizaciones; de una realidad socioeconómica en que los grupos afectados reclaman y argumentan que con la ley y la organización pública y privada actual no se puede hacer lo que se debe a tiempo, en la debida escala y con el compromiso adecuado para gestionar el agua en forma sustentable. Solo cuando el daño o el conflicto del agua o en la cuenca son evidentes, se toma la decisión de actuar, lo que en general, ocurre en forma tardía⁷.

Ante este escenario descrito, se produce la necesidad de cambios profundos en la legislación y organización pública y privada para gestionar el agua y con ello, mejorar la posibilidad de alcanzar cierta seguridad hídrica⁸. Estos cambios no deben ser producto de acciones emotivas ni ideológicas, deben basarse en propuestas de mejoramiento sustentadas por situaciones sentidas, observadas y medidas sobre conflictos vinculados al mal uso del agua, de los recursos naturales o del territorio. Por ello, una nueva ley en materia de gestión de recursos hídricos y una reorganización institucional debe ser orientada hacia el logro de objetivos claros, reconociendo las variaciones territoriales y climáticas, en relación a los resultados esperados en la práctica, metas que deben ser explícitas y presentadas inicialmente como parte de los principios que guiarán las reformas⁹.

Por consiguiente, el sistema de manejo o gobernanza del agua en Chile se encuentra hoy día en un proceso de transición desde la gestión basada en el aprovechamiento del recurso agua hacia el manejo integrado de la cuenca. La actual política de agua está en busca de nuevas propuestas que permitan una mejor administración del recurso en aquellas zonas de escasez hídrica, como es la construcción de trasvases para combatir la escasez hídrica de la Zona Norte de Chile por medio de una carretera hídrica que transfiera el agua suficiente desde cuencas sureñas, que se caracterizan por poseer un superávit hídrico.

En cuanto a los materiales utilizados en la construcción de nuestras ideas, son primeramente, trabajos bibliográficos de autores tales como: Bauer (2002); Domper (2006); Dourojeanni y Jouravlev (1999) que se encuentran debidamente identificados en la bibliografía. En cuanto a las fuentes reconocidas más importantes usadas sobre los recursos hídricos, es posible identificar a: *Agua en Chile: Diagnósticos Territoriales y Propuestas para Enfrentar la Crisis Hídrica* de Frêne, C. y Andrade, P. (2014); *Conflictos por el Agua en Chile: Entre los Derechos Humanos y las Reglas del Mercado del Agua* de Larraín y Poo (2010) y *Gobernanza del Agua y Cambio Climático* de Retamal et al (2013), y otras fuentes de organismos estatales de origen nacional y supranacional como la ONU. Por último, es necesario consignar la utilización de datos estadísticos tales como: *Política*

¹ IHP-UNESCO, 2012, 5.

² Matus, 2004, 58.

³ Rivera, 2011, 16.

⁴ UNEP, 2010, 8.

⁵ Domper, 2006, 22.

⁶ ONU, 1992, 7

⁷ Bauer, 2002, 33.

⁸ Ugarte, 2003, 21.

⁹ Peña et al, 2004, 27.

Nacional para los Recursos Hídricos (2015); Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (2012- 2025); Radiografía del agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile; Análisis de la Situación Hídrica en Chile, Propuesta y Política y Alta del agua. Chile (2016).

La metodología utilizada en la construcción de nuestro documento se basó fundamentalmente en la revisión bibliográfica, realizando una contrastación con las ideas planteadas en los diagnósticos que aportaban las fuentes, a fin de reconocer la existencia de consensos, divergencias y, a partir de ello, construir ideas propias.

El propósito de este documento, es dar a conocer la evolución de la política de aguas en Chile desde el periodo colonial hasta el presente. A ello, se suma la manera en que se gestiona y administra el recurso agua en una economía neoliberal. Y finalmente, exponer la aplicación de la reciente técnica del trasvase hídrico como una solución óptima en materia de déficit hídrico en las áridas zonas nortinas chilenas

En función de lo explicado en el párrafo anterior, el Objetivo General de este artículo es analizar cómo durante el período del Chile republicano hasta el presente, evolucionó el régimen jurídico que controla los derechos de agua, y que dio origen a un sistema de control de aguas, en donde los agentes privados adquirieron progresivamente un rol fundamental.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS NORMATIVAS LEGALES QUE HAN REGIDO LA GOBERNANZA DEL AGUA EN CHILE, DESDE LOS TIEMPOS PRECOLOMBINOS HASTA EL CÓDIGO DE AGUAS DE 1981.

En Chile, el derecho normativo que afecta al recurso hídrico se ha ido construyendo de forma paulatina, por medio de diferentes documentos y reglamentos que, en función de una sucesión de hechos jurídicos, políticos, económicos, sociales y culturales, han ido conformando épocas sucesivas de progreso y reformas en materia de derecho hídrico.

Las primeras referencias sobre el uso del recurso agua se vinculan a la ocupación inca en el territorio nacional, la cual se extendía desde el límite septentrional de la Región de Arica y Parinacota hasta las cercanías del Río Maule. Las entidades incaicas de la “*cocha*”¹⁰, la “*mita*”¹¹ y la “*mitación*”¹² determinaban un singular sistema de turno de riego, por medio del cual se establecía el derecho de cada beneficiario sobre un determinado curso hídrico público o por un antiguo embalse que regulaba la repartición de las aguas.¹³

Posteriormente, con la conquista española el sistema hídrico empezó a organizarse en conformidad al Derecho Peninsular. Este periodo, que abarcaría desde el año 1541

hasta el año 1810, estaba caracterizado por poseer un marco jurídico fundamentado en las Leyes de Indias y las leyes españolas, bases, de acuerdo a lo previsto *supra*, de nuestra tradición regulatoria de aguas, que es producto de una sólida mixtura entre el Derecho Romano y el Derecho Musulmán, siendo el aporte romano el carácter privatista del derecho, y la parte pública será entregado el canon musulmán. Esta idea se explica por el contenido y condición en que ambos regímenes legales debían normar. Por un lado, en la península italiana el agua era abundante, y por otro, en las zonas árabes, el recurso hídrico era muy escaso y apreciado como un elemento esencial para la vida¹⁴. Demostrando de esta forma que en materia de uso y cuidado del agua, tanto para romanos como árabes, existían concepciones y escenarios diferenciados para el manejo hídrico, que en cierto modo influyeron en la legislación española y posteriormente, en las leyes y reglamentos del manejo hídrico en Chile.

A partir de 1851, el manejo del agua se encuentra regido por la administración del Código Civil y de ciertos regímenes legales –heredados de la tradición española–, durante las primeras décadas del Chile republicano. A pesar del peso de la tradición imperial española, aparecería el primer texto republicano en materia de administración de aguas, que fue una resolución senatorial de 1819 que reglamentó las disposiciones del “regador”, quedando dispuesto de ese modo, la porción de aguas que legalmente se extraía desde un curso hídrico¹⁵.

Esta obra legal, generó ciertamente reparos en la época en que se aplicó, y es quizás por ello que no se volvió a dictar otro tratado legal que reglamentase de manera orgánica y sistemática la temática de las aguas durante el siglo XIX, con la excepción de crónicas pertinentes a la legislación municipal y administrativa, procesal, los documentos elementales del Código Civil de 1855.

En relación al Código Civil de 1855, que mezclaba tanto el derecho romano como el código civil napoleónico, es posible afirmar que instauró una categorización demasiado inspirada en la ideología del liberalismo del siglo XIX y muy poco a la realidad nacional. En lo correspondiente al derecho de aguas, este código diferenciaba entre aguas de propiedad privada y pública, permitiendo la existencia de las sociedades de canalistas. Concibiéndose que el recurso hídrico era de naturaleza privada físicamente de una categoría más restrictiva como arroyos y cuerpos de agua completamente contenidos al interior de un territorio de un solo propietario. También, se acogía dentro de esta categorización a los “canales”¹⁶, puesto que se buscaba promover el incentivo para el desarrollo privado del riego al reconocer los derechos a las aguas que habían sido desviadas artificialmente de los ríos. No obstante, la mayoría de los cauces naturales fueron declarados “bienes nacionales de uso público”, lo que daba dominio a ellas por parte de la nación entera y sus respectivos habitantes. Por lo que a este último tipo de agua se refiere, no podía ser enajenada ni comercializada. En este caso específico, el Estado chileno tenía la potestad de entregar permisos o concesiones a particulares para el

¹⁰ Nota de autor: Cocha es un término incaico que hace referencia a un depósito de agua de muy reducida extensión y poca profundidad. También se utiliza como sinónimo de Charco.

¹¹ Nota del autor: La definición de Mita se vincula con un sistema de reciprocidad en cuanto a fuerza de trabajo utilizado en América específicamente en la Región Andina, En la época incaica se practicaba este sistema laboral y comunitario para el desarrollo de obras públicas principalmente, como la construcción de templos, acueductos, fortalezas, caminos, etc., era de estricto cumplimiento para los varones y todos los pueblos, los cuales recibían una justa retribución.

¹² Nota del autor: Sistema comunitario de trabajo en que se sustenta la mita.

¹³ Vergara, 1991, 162.

¹⁴ Ugarte, 2003, 28.

¹⁵ Rivera, 2011, 20.

¹⁶ Nota del autor: los canales de regadío de Chile, en España se corresponden a las acequias mayores.

uso exclusivo de aguas públicas, a través de beneplácitos llamados “mercedes”, muy semejantes a las concesiones hídricas coloniales, las cuales se regían por el derecho público y administrativo, lo que daba a los agentes estatales la potestad de modificarlas o cancelarlas por vía administrativa sin derecho a indemnización.

Posteriormente, el derecho de las aguas continuó con las ordenanzas relacionadas con la repartición de las aguas que, a partir del año 1872, se decretaron para normar localmente el funcionamiento y la administración de diferentes ríos y cuencas hidrográficas de Chile, de acuerdo a sus características geográficas. Ejemplo de esta situación, es lo acontecido en el año 1893 en las provincias norteñas de Coquimbo, en cuya ocasión se decretaron facultades que regulaban circunstancias de carácter particular, sobre beneplácitos de aguas para uso industrial en los ríos o esteros de uso público, sobre concesiones de aguas para regadío en corrientes de uso público que atraviesan más de un territorio municipal, los mecanismos para la distribución y la regulación pública de derechos de agua bajo condiciones de sequía o escasez por medio de turnos de riego, el dictamen de normas especiales para la organización y funcionamiento de asociaciones privadas de canalistas, el origen de un sistema de registro de títulos de derechos de agua y otros¹⁷.

Durante las primeras décadas del siglo XIX, se promulgaron un conjunto de leyes y reglamentos destinados a solucionar los vacíos jurídicos existentes en materia de legislación sobre recursos hídricos, lamentablemente su falta de organización/estructuración/aplicabilidad/apoyo a la realidad trajo consigo contratiempos en su aplicación e interpretación. Al respecto, es posible argumentar que existe un consenso general, sobre que existió *“un número no menor de cánones legales diseminados en los más diversos textos, hacia hondamente embarazosa la práctica del derecho nacional de aguas y su íntegro conocimiento, y asignaba un laborioso y fatigoso trabajo”*¹⁸.

En el año 1951 se dicta el primer Código de Aguas a nivel nacional, el cual se mantuvo sin modificaciones hasta el año 1967. Dicho reglamento incorporó las tradicionales prácticas y normas con una mayor intervención estatal para consolidar en esa época un desarrollo económico nacional. Su texto logró un equilibrio entre la regularización estatal y los derechos de propiedad privada. Sin embargo, se le criticaba que dicha igualdad legal de este tratado no era coherente, puesto que se basaba en una nueva y disímil concepción de derechos de agua. Al igual que su antecesor código legal, mantiene la separación entre aguas privadas y públicas, más genera una doctrina y un procedimiento más detallados para la entrega de derechos privados al usufructo de aguas públicas, conocidos como “derechos de aprovechamientos”. Su origen se basa en concesiones administrativas estatales, pero cuando se adquirían pasaban a ser propiedad privada. Con ello, dichas concesiones eran orientados por el derecho civil y privado, dejando de lado el ser materia del derecho público y administrativo. Es así como estos títulos podían

comprarse, venderse y ser registrados en el Conservador de Bienes Raíces y el Estado debía indemnizar a su dueño cuando decidía cancelarlos¹⁹.

El Código de 1951, mientras más defendía los derechos privados de la propiedad del agua, de igual forma, limitaba su práctica. Para ello instauró al interior del Ministerio de Obras Públicas una unidad o agencia técnica conocida como la Dirección General de Aguas (DGA), cuyas funciones administrativas eran entregar derechos provisionales de agua a un solicitante, en relación al uso pretendido y el emplazamiento de una obra hidráulica para el uso del agua propuesta por el demandante. Para dar cumplimiento a su labor, esta agencia estatal se apegaba a la norma legal que dictaba el Código de 1951. Dentro de esta legislación, los poseedores de derechos de agua no podían sustituir el uso específico del agua para el que se había entregado, por lo que estaban forzados a devolver los derechos al Estado y gestionar un nuevo permiso para otro uso que no fuera el acordado anteriormente. A ello se suma que la DGA tenía la potestad de revocar los derechos existentes de uso de agua si demostraba que los dueños no los habían utilizado en un plazo de cinco años.

Luego de dieciséis años, se redacta el segundo reglamento que administra los derechos de aguas en Chile, conocido como el “Código de Aguas de 1967”. Se origina a la luz de la controvertida Reforma Agraria de la época, impulsada por el gobierno demócrata cristiano del presidente Eduardo Frei Montalva. La Reforma Agraria no solo buscó en su proceso la expropiación y redistribución de las tierras en manos de latifundistas y entregarlas a pequeños agricultores y con ello modernizar la producción agrícola y mejorar la calidad de vida de los campesinos. Esta reforma también incluía la redistribución de los derechos de agua, que estaba contemplada en su respectiva ley agraria²⁰.

El Código de Aguas de 1967, poseía dos objetivos fundamentales, uno era facilitar la repartición de los territorios agrícolas, y el otro, aumentar la optimización del uso agrícola del agua. Para concretar ambos propósitos este reglamento beneficiaba una fuerte conducción estatal por sobre la actividad privada. Dicho cambio de administración hídrica se basaba en los deficientes resultados que se obtuvieron en materia de riego al ser aplicado el Código de Aguas de 1951 y por la enmienda a la Constitución de 1925 que realizaron los reformistas, que declaraban para el año 1967 que todas las aguas de Chile eran consideradas un bien nacional de uso público, incluyendo a aquellas que el Código Civil denominaba como privadas. Esto originó una expropiación pública sin derecho a indemnización por parte del Estado. Bajo este canon los derechos de agua mantenían la denominación de *“derechos de aprovechamiento”*, lo que se traduce en una privación de la condición de propiedad para nuevamente volver a ser una concesión administrativa, que era orientada únicamente por el derecho administrativo. Es decir, dichas concesiones de agua no podían ser compradas, vendidas o intercambiadas de manera privada o desvinculadas del territorio para el que habían sido concedidas, sin el beneplácito estatal. Este escenario legal

¹⁷ Ugarte, 2003, 32.

¹⁸ Matus, 2004, 60.

¹⁹ Rivera, 2011, 24.

²⁰ *Ibidem*.

trajo como consecuencia que los derechos de agua no fueran registrados en los respectivos Conservadores de Bienes Raíces y por ende, no existiera catastro de transacciones posteriores, ya que en muchos casos se realizaron de forma ilícita para este código, produciendo confusión e incertidumbre sobre títulos de derechos de aguas, que se extendieron hasta la década de los setenta, cuando se reestablecieron los derechos hídricos como propiedad privada²¹.

El Código de Aguas de 1967 se caracterizaba por entregar amplias facultades legales al Estado. Entre estas potestades estaba redistribuir los derechos de agua por la aplicación de innovadoras tasas de uso racional y beneficioso del agua, que establecían de forma científica la cantidad hídrica requerida para diversos cultivos en relación a las correspondientes condicionantes geográficas y agronómicas. Ciertamente, este sistema de derechos de agua estaba de forma directa vinculada a singulares patrones de uso agrícola, que eran transformados por la planificación estatal. Mientras que, en relación al manejo de las cuencas hidrográficas, el Estado las consideraba como un área de racionalización del uso del agua, reasignando sus respectivos derechos de acuerdo a las tasas de uso y otras medidas de planificación. A ello se sumaban los usos no agrícolas a dicha área. En cuanto al rol de la DGA bajo la implementación de este código, estaba el de resolver conflictos jurídicos relacionados con la utilización del agua, reduciendo significativamente al Poder Judicial por medio de tribunales especiales de potestad hídrica²².

En el periodo comprendido entre los años 1967 y 1973, debido a la creciente influencia de la Reforma Agraria y la polarización social y política de aquellos tiempos, la tenencia agrícola se hizo inestable para el uso racional del recurso agua. El golpe militar de 1973 da término a las expropiaciones de tierras agrícolas, y posteriormente, con la normalización del sector agrícola, se consolidaron nuevamente los derechos de propiedad privada, por medio del restablecimiento de los títulos de dominio a particulares y la devolución a sus antiguos dueños de aquellos terrenos que fueron ilegalmente expropiados durante la Reforma Agraria. A ello se agrega, la disminución del rol estatal en la producción y comercialización agrícola ante la llegada e imposición de un nuevo modelo económico neoliberal. Durante este proceso, la dictadura deja en *statu quo* los derechos de agua por cinco años. De este modo, en el año 1979, el Código de Agua de 1967 fue revocado, por ser un reglamento obsoleto e incompatible con el nuevo orden político y económico imperante basado en una economía de libre mercado. La inestabilidad jurídica de los derechos de agua desincentivó la inversión privada en materia de gestión hídrica y se instauró la incertidumbre en relación a la transacción de títulos de dominios de derechos de aguas que no habían sido debidamente inscritos desde el año 1967²³.

Para dar respuesta a los problemas generados por el Código de Aguas de 1967, se instauró una Comisión Constitucional en el año 1976, que buscaba fortalecer los

derechos de agua que permitieran a su vez promover la inversión privada en obras de riego y revitalizara las asociaciones de canalistas. No obstante, su posición estaba distante de ser pro-mercado, ya que se ponía acento en las propiedades y deberes públicos del uso del agua. Por otro lado, se rechazaba la venta de derechos de aguas separados del dominio de las tierras como un incentivo para aumentar la eficiencia en el uso de las aguas. Por lo tanto, las transacciones se restringían a determinadas ocasiones y extremadamente reguladas por la legislación de esa época²⁴.

Por último, la comisión Constitucional de 1976 logró incluir en la Constitución de 1980 las potestades que tienen los privados sobre las aguas que eran reconocidas y conformes a la ley. Se les entregaba la propiedad sobre los usos de los recursos hídricos y no sobre las aguas que están protegidas constitucionalmente. Sin embargo, no se utilizó el antiguo concepto de “derechos de aprovechamiento”, debido a sus connotaciones de propiedad y administración pública, que no era compartida ni deseada por dicha comisión constitucional²⁵.

Posteriormente, con el Decreto Ley N° 2.603, de 1979, aparece una nueva postura neoliberal más fuerte, con la llegada de capitalistas que dominan las políticas gubernamentales en general. Ellos introducen en este reglamento nuevas modificaciones orientadas al libre mercado, en las que se aprecia una visión globalizada muy distinta a la establecida hasta ese momento por la legislación chilena en relación a la regulación de las aguas que se daban por “mercedes de aguas” que permitían a su dueño la explotación y goce de las mismas²⁶. En el primer artículo del mencionado Decreto Ley, se le dio carácter constitucional, por cuanto modificó el Acta Constitucional N° 3 y estableció que “*Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley otorgaran a sus titulares la propiedad de ellos*”. Tal disposición fue recogida de igual modo en la Constitución Política de 1980 en su respectivo artículo N° 19. Mientras que, en su segundo artículo del citado decreto se facultó al Presidente de la República para dictar las Normas del Régimen General de las Aguas, reemplazando así a las antiguos apartados legales que provenían del Código de 1951. De esta forma, este Decreto Ley fue la primera legislación sustantiva acerca de los derechos de agua y fueron los cimientos de un nuevo código de agua que sería promulgado dos años después²⁷.

Es así como, con fecha 29 de octubre de 1981, se publica en el Diario Oficial el Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122, conocido como el Código de Aguas de 1981, que actualmente sigue vigente. Este reglamento, que se caracteriza por permitir las transacciones de derechos de aguas entre privados, le asigna al Estado un limitado papel administrativo tanto en la regulación como la inversión de estos derechos de agua. El actual Código, en torno a la naturaleza jurídica de las aguas, promulga que este recurso natural es un bien mueble, ya que se pueden trasladar de

²¹ Ugarte, 2003, 35.

²² Vergara, 1991, 178.

²³ *Ibidem*.

²⁴ Ugarte, 2003, 63.

²⁵ Bauer, 2002, 57.

²⁶ Larraín, y Poo, 2010, 75.

²⁷ Dourojeanni y Jouravlev, 1999, 43.

un lugar a otro, para destinarlas a la utilización, cultivo o beneficio de un bien inmueble como un estanque o embalse. Por lo tanto, el recuso agua se convierten en un bien inmueble cuando llega a su destino final²⁸.

En relación al dominio de las aguas, se establece que las aguas son bienes nacionales de uso público y se les entrega a los privados la potestad del aprovechamiento de ellas. En este sentido, el derecho de aprovechamiento es considerado como una facultad real que recae sobre el recurso hídrico y que se basa directamente en su manejo, goce y distribución²⁹.

En lo que compete al Estado, por ley se reservó el derecho de constituir un derecho de aprovechamiento, otorgando el uso, goce y disposición a un privado, sin más requerimiento que el beneficiario demostrara que posea algún cuerpo de agua en su propiedad y que no perjudicará a terceros, sin poner acento en el destino y uso del bien hídrico. Este hecho se ha traducido en la práctica en la constitución de derechos de aprovechamientos por medio de caudales muy elevados a los que requiere un privado para su actividad económica desarrollada, generando una ineficiencia en el uso o aumentando la especulación económica en el mercado de los bienes hídricos³⁰.

En cuanto a los balances entre la disponibilidad y la demanda de los derechos de aguas que efectúa la Dirección General de Aguas para declarar áreas de agotamiento o áreas de restricción, para dicha declaración la DGA valoraba la totalidad de derechos hídricos constituidos en una cuenca como la demanda existente, independiente si estas concesiones están en uso por parte de sus propietarios. En relación a la resolución de la disponibilidad de recurso hídrico en una cuenca, la DGA contaba con información de estudios muy precarios y en el caso de las aguas subterráneas, el modelo teórico no es factible por carencia informativa entregada por los métodos de bombeo³¹.

El Código de Aguas de 1981 suprimió el pago de impuestos a los derechos de aguas, e incluso, no impuso ninguna tarifa adicional a quienes adquirieran nuevos derechos de agua del Estado o por goce a lo largo del tiempo. También se estipuló el remate público para una clase más exigua de derechos de agua de lo que tradicionalmente permitían los antiguos códigos de agua. Este veto tributario ayudó al sector agrícola, que se encontraba por entonces con enormes problemas financieros, producto del ajuste de años al nuevo modelo económico y por considerar injusto el pago de un derecho de un recurso que siempre había sido gratuito³².

Finalmente, el Código de Aguas de 1981 es un ejemplo claro de cómo opera la lógica del mercado con bienes de uso y propiedad pública, ya que se considera a los derechos de aguas como una mercancía transable y negociable, con el fin de incrementar el beneficio y la eficiencia económica de unos pocos y no de toda la comunidad.

LAS REFORMAS AL CÓDIGO DE AGUAS DE 1981, A PARTIR DEL AÑO 1989

Dadas las complicaciones que se originaron con la aplicación del modelo capitalista a las aguas, se lograron algunas modificaciones de tipo administrativo y fiscalizador al Código de Aguas en el año 2005, por medio de la Ley N° 20.017.

Dicha ley estipulaba que ante la petición de un derecho de aprovechamiento de aguas sobre una determinada fuente hídrica, se consideraba un periodo de 30 días para que otros solicitantes pudieran solicitar potestad sobre esa misma fuente. Al no existir disponibilidad para ambas peticiones, se realizaba un remate para adjudicar los derechos de agua al mejor postor. Esta reforma podía alargar el plazo de 30 días hasta seis meses. Dentro de la reclamación también se incluían a las aguas subterráneas³³.

Otra reforma, era la facultad de limitar el derecho de aprovechamiento por parte de la DGA cuando no existía correspondencia entre la cantidad de agua solicitada y el uso que le daría su respectivo propietario.

Asimismo, este código estableció un impuesto por el mal uso del agua que era entregada como “derechos de aprovechamiento”, con el fin de desincentivar la especulación por medio de la adquisición de derechos de aguas, con la salvedad de pagar aquellos que estaban en condición de caudal mínimo, los establecidos en territorios donde sí existe competencia en el mercado de aguas de acuerdo al Tribunal de Libre Competencia y los derechos de aprovechamiento de aguas de las empresas sanitarias que están comprometidos para su plan de desarrollo. Si no se pagaba dicho impuesto, se procedía a rematar el derecho de aprovechamiento deudor. En el caso que fuera adjudicado a una entidad fiscal, dicha organización estaba obligada a desistirse³⁴.

Finalmente, La ley determinaba establecer un caudal ecológico mínimo en cada manantial, que permitiera conservar su medioambiente próximo, cuyo monto hídrico no debía superar el 20% del caudal medio anual. También se establecían excepciones emanadas del mandato presidencial, que podían aumentar o disminuir la cantidad estipulada por ley. Sin embargo, en ambas situaciones, no es una disposición legal retroactiva, es decir, no puede asignar derechos de aguas ya entregados con anterioridad a este dictamen legal³⁵.

LA GESTIÓN DEL AGUA, DENTRO DE LA POLÍTICA HÍDRICA DE CHILE

La administración del agua en Chile, ha tenido una extensa tradición y práctica como consecuencia natural de tener que enfrentar con áreas y épocas de escasez, ríos limitados de enorme pendiente y caudalosos en tiempos de avenidas. Esta condición ha llevado a beneficiarios y pobladores a tener que luchar con los extremos con que se manifiesta el recurso hídrico, desplegando un conjunto de capacidades positivas pero que fueron cayendo en la obsolescencia frente al aumento de las demandas y otras variables. Una particularidad relevante corresponde a la geografía chilena, que se traduce en una larga extensión de tipos de clima, que no solo permite una diferenciación

²⁸ Bauer, 2002, 78.

²⁹ Matus, 2004, 62.

³⁰ Rivera, 2011, 44.

³¹ Retamal et al, 2013, 9.

³² Dourojeanni y Jouravlev, 1999, 66.

³³ Bravo et al, 2004, 15.

³⁴ Domper, 2006, 29.

³⁵ Peña et al, 2004, 34.

a lo largo sino también a lo ancho del territorio nacional, lo cual da un resultado de 101 cuencas y 491 subcuencas que se caracterizan por un tamaño pequeño y con abruptas pendientes, esparcidas en un territorio de 4.200 km de longitud³⁶.

Chile se ha distinguido por poseer una mayor estabilidad en sus sistemas de manejo del agua, ya sea en el sector público como en el sector privado. A ello se suma la óptima capacidad de administración sobre la distribución de aguas superficiales, más no es la misma situación en manejo de las aguas subterráneas y las cuencas, que ha sido considerada muy insuficiente³⁷.

El caso sobre la gestión del agua en Chile está expresada en el informe del Banco Mundial del año 2010, que hace referencia a la administración hídrica chilena. Dicho documento expone que este país sudamericano posee una ley de aguas, denominada Código de Aguas del año 1981, muy singular por otorgar derechos de agua a perpetuidad y sin remuneración de ellos con la excepción de un gravamen para su propietario al no utilizar un derecho hídrico. Por otra parte, el estado chileno reconoce y ayuda las distintas formas de agrupación de beneficiarios, como comunidades de agua superficial y subterránea, asociación de canalistas y Juntas de Vigilancia³⁸. Sin embargo, aún no toma en cuenta el manejo integrado del agua por cuenca ni desarrolla los fundamentos para crear instituciones a esta categoría de gestión hídrica. Las facultades y trabajos asociados a la gestión del agua se encuentran distribuidos en un número no menor de entidades públicas. A ello, se agrega, que el Código de Aguas en ninguno de sus artículos legales hace mención a las características climáticas, sociales y económicas disímiles que coexisten entre cuencas y regiones del territorio nacional³⁹.

Por mucho tiempo el modelo utilizado en Chile sobre gestión del agua se ha establecido en el postulado que *“si hay propiedad referente al agua, debe haber un mercado que la transe, y por ende, si existe mercado se debiera producir al instante una concesión eficaz del agua”*⁴⁰. Por lo tanto, al generar un mercado de aguas, se debe entregar de derechos de agua sin costo, solamente con probar su existencia en un informe. La adjudicación de estos derechos es a permanencia, sin costo alguno para los beneficiarios, transables en un mercado y gestionados por los propios dueños de los derechos. Es un modelo perfecto para los propietarios de los derechos, sin embargo, ha sido discutido legítimamente por otros actores sociales que se van involucrando con la temática del agua, por no implicar materias ambientales y sociales, elementos esenciales para conseguir una real gestión de las arbitrajes acerca del agua y de las cuencas⁴¹.

Mientras que, en 1992, el informe de la ONU, destacó las debilidades, los éxitos y los potenciales efectos a futuro de la gestión hídrica chilena. En este escrito se describe las ventajas de la entrega del recurso hídrico a privados en forma expedita, sin mediación estatal, y por

consiguiente, sin dejarlo a la formalidad de la administración de una institución pública que puede ser considerada como un inconveniente para los privados en la transacción económica en el mercado de aguas. Otro investigador como Carl Bauer (2002), analiza íntegramente al Código de Aguas de 1981, destaca en su estudio sus consecuencias tanto positivas como negativas. Sin embargo, dentro de sus análisis e interpretación se critica por ser carente de una ideología aplicada a los efectos del citado Código.

Las investigaciones referentes a la gestión del agua en Chile, realizadas entre el año 2000 a 2010, por diversas organizaciones nacionales e internacionales⁴², determinaron las siguientes observaciones al Código de Aguas de 1981 en relación a la gestión de agua, como son prevenciones ambientales, déficit de información hidrológica e hidrogeológica, especulación por acumulación de derechos no utilizados, manejo del agua por fracciones o trechos de río, vacíos de instrucción sobre las compras y ventas de derechos, mercado de agua no sistematizado, entrega de un cantidad excesiva de derechos de agua que del caudal disponible o utilizado (Expresados en los derechos de papel), el retraso en inversiones en obras hidráulicas, sobreexplotación de acuíferos, insuficiente organización de los beneficiarios, contaminación del agua y descuido de humedales y glaciares, contrariedades por inundación y ocupación desorganizada del territorio, problemas entre usuarios del agua y pobladores residentes en relación a construcción de centrales hidroeléctricas y de igual manera, conflictos de índole político e ideológico. Este complejo escenario ha generado un encadenamiento de propuestas de transformaciones y adaptaciones del Código de Agua chileno a la modernidad vigente y su respectiva institucionalidad⁴³.

Dentro de las propuestas de cambios en la ley hídrica y en la institucionalidad chilena están solamente introducir legalmente el impuesto por no utilización del agua como un medio legal de activar el mercado del agua y reducir la especulación⁴⁴. Sin embargo, en la última década se han desarrollado un abanico de informes que destacan la urgente necesidad de optimizar los sistemas de manejo del agua y la transformación de algunos apartados legales.

En relación al Informe del Banco Mundial del 2010, da las directrices para valorar y robustecer el papel institucional que debe jugar la a cargo de gestionar y apoyar la formulación de una política y estrategia nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (GRH). Este documento, primeramente da énfasis en el desarrollo de un diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de Chile. Y en una segunda etapa, busca formular un conjunto de medidas a corto y largo plazo con el fin de enfrentar las problemáticas y competencias identificadas en la etapa de diagnóstico. Así, determina ocho desafíos principales relacionados a las características legales de

³⁶ Banco Mundial, 2010, 27.

³⁷ Larraín y Poo, 2010, 43.

³⁸ Matus, 2004, 67.

³⁹ Bravo et al, 2004, 56.

⁴⁰ Peña et al, 2004, 37.

⁴¹ Retamal et al, 2013, 14.

⁴² Nota del autor: Los informes sobre gestión del agua corresponden a las instituciones de la Comisión de recursos hídricos, sequía y desertificación de Cámara de Diputados de Chile, el Informe del Delegado Presidencial, el Instituto de Ingenieros de la Asociación Nacional de Empresas Sanitarias (ANDESS), la Comisión Nacional de Riego (CNR), de la Fundación Chile (FCh) y el Banco Mundial.

⁴³ Peña et al, 2004, 52.

⁴⁴ Bauer, 2002, 86.

medios de gestión y seis desafíos vinculados con las instituciones públicas y privadas, todas ellas implicadas en el manejo hídrico chileno.

El total de estas contribuciones y la discusión sobre las sugerencias contenidas han llevado paulatinamente a conseguir determinados acuerdos acerca a la necesidad de efectuar reformas en los sistemas de manejo del agua en Chile. No obstante, esta posición no quiere estipular que todos los actores acepten realizar reformas en el Código de Aguas de 1981, sobre todo en aspectos jurídicos⁴⁵. Sin embargo, aún existen materias urgentes que podrían arreglarse, algunas sin comprometer a los derechos entregados. Dentro de las medidas se encuentran optimizar los sistemas de gestión pública y privada en aspectos fundamentales como invertir en perfeccionar los sistemas de monitoreo e información, elaborar las capacidades para gestionar el agua por cuenca en virtud a un rol mayor ampliado de los beneficiarios y la conformación de corporaciones por cada cuenca, fiscalizar los usos aprobando el ingreso a los lugares de bombeo y captación, perfeccionar el mercado de agua, cancelar por la utilización del agua o por último, lograr que los cobros por los impuestos por no utilización devuelvan para reforzar las actividades de la DGA y modificar solamente actitudes como la priorización de usos de agua en ámbitos cualitativos y cuantitativos para la población residente, recobrar caudales ambientales donde sea posible, almacenar los existentes, optimizar los mercados de agua y otros.⁴⁶ Para muchos estudios y tratados, a pesar de ello, no existe manera de lograr estas directrices si no es por medio de la derogación de la forma actual que tiene la propiedad de derechos de agua.

LA OPCIÓN DEL TRASVASE PARA FORTALECER AQUELLAS ZONAS CON DÉFICIT DE RIEGO EN CHILE.

Chile es considerado un país favorecido por la abundancia de recursos de aguas superficiales a escala global, dicha disponibilidad se distribuye en forma extensa territorialmente y de modo irregular. Es así como, mientras que la zona septentrional del país se caracteriza por un déficit hídrico que condiciona las actividades económicas más relevantes que allí se producen, el sector meridional chileno presenta una certera riqueza hídrica. Esencialmente, el sistema hídrico sureño escurre de forma superficial, y de los movimientos de oferta y demanda hídrica en estas regiones meridionales se producen importantes depósitos en el Océano Pacífico de aguas sin uso⁴⁷.

Tanto las regiones del Norte Grande como del Norte Chico, se caracterizan por una baja disponibilidad hídrica. A esta situación se suma que estas regiones han sido afectadas en los últimos años por intensas sequías, reduciendo aún más la oferta hídrica, y por otro lado, la demanda por el recurso se acrecentó por causa de las descontroladas inversiones mineras y agrícolas⁴⁸. En estas circunstancias se han producido una persistente escasez hídrica, competencia entre los usos dados a la escasa agua disponible y una sobreutilización de algunos acuíferos de

importantes cuencas nortinas, tales como la del Loa, Huasco, Limarí y Elqui.

La situación antes expuesta ha provocado un incremento en los niveles de conflictos entre comunidades campesinas e indígenas con compañías mineras, que han derivado en la paralización de inversiones muy relevantes para la zona norte como Pascua Lama, Compañía Minera Maricunga y Pelambres S.A.

La minería, es sin duda una de las principales actividades económicas del norte chileno, y el agua se ha convertido en un insumo fundamental dentro de sus procesos productivos, por lo que no es extraño que el recurso hídrico sea considerado como un factor capital no solo del sector minero, sino también del sistema económico nacional y con mayor razón de las economías regionales⁴⁹.

Ante el déficit hídrico que enfrenta las regiones nortinas de Chile, aparecen en su socorro, un abanico de planes, proyectos y programas, que buscan obtener agua por medio de la desalinización y/o por el traspaso de recursos hídricos de otras cuencas⁵⁰. En este sentido, la economía regional nortina genera un encadenamiento productivo con respecto al resto de las regiones del país, puesto que su necesidad de insumos como el agua, es muy superior de lo que es capaz de producir región, por lo que están propensos a comprometer o agotar sus propios caudales hídricos⁵¹.

En la teoría económica sobre la gestión hídrica, se supone que los procedimientos económicos funcionan sobre la base de redes integradas de operaciones, necesitando de redes viales interrelacionadas, así como se requiere de redes de intercomunicación e informática más desarrolladas e interconectadas de igual modo. En tal sentido, no sería descabellado plantear que las redes hídricas análogamente necesitarán de enormes disposiciones de interconexión, de manera que no se generen limitaciones al desarrollo humano, económico y social⁵².

Sin embargo, este raciocinio de balances cuantitativos, déficits y superávits hídricos aparece como una obvia respuesta para resolver la demanda hídrica por medio de un trasvase desde cuencas con superávit a otras deficitarias para solucionar conflictos de racionamiento en en las últimas. Ello a su vez, trae consigo enormes costos que no solamente se vinculan tanto a la manifestación económica como medioambiental⁵³.

Pero el manejo de las aguas se define desde los marcos jurídicos que se han promulgado por los poderes del Estado, tanto en el Código de Aguas de 1981 como en la Política de Aguas del 2015, asumen que el recurso agua es concebido como un “bien nacional de uso público” y además un bien económico, transable comercialmente. En este sentido, su utilización y disposición se decide esencialmente por medio del “mercado del agua”. Dentro de este mercado hídrico no existen cobranzas diferenciadas por el uso del agua, ni gravámenes específicos, ni importes por desagües de aguas servidas. Normalmente, existiría una gratuidad en su manutención o

⁴⁵ Bravo et al, 2004, 63.

⁴⁶ Peña et al, 2004, 64.

⁴⁷ Fundación Chile, 2017, 88.

⁴⁸ Frêne y Andrade, 2014, 34.

⁴⁹ Fundación Chile, 2017, 92.

⁵⁰ Frêne y Andrade, 2014, 38.

⁵¹ MOP-Chile, 2014, 38.

⁵² Bravo et al, 2004, 71.

⁵³ Larraín y Poo, 2010, 79.

propiedad del recurso, en su empleo, y en el desarrollo de resultados exógenos y en las externalidades negativas que se producen⁵⁴.

Las lecciones aprendidas por otros países en materia de obras hidráulicas de gran impacto territorial, ha demostrado que el modo tradicional de incremento de estas construcciones ha sido a través de la edificación de embalses en una cuenca emisora como la recipiente, entre las cuales se transfiere el agua de una cuenca hidrográfica a otra. Lo mencionado presume una obra de ingeniería, que conduzca el vital líquido, la que puede desplegarse por varios kilómetros cruzando por vastos territorios; motivo por el que se debe analizar su respectivo emplazamiento y la construcción debe tener determinadas cualidades técnicas, de manera de causar el mínimo impacto posible y originar con ello posibles conflictos. De igual modo, el torrente trasvasado debe poseer un volumen óptimo para asegurar que el caudal movilizado no rebase los límites ecológicos de la cuenca oferente⁵⁵.

Dentro de los principales dividendos que trae consigo la construcción de un trasvase es la mejora en la calidad de vida y en el bienestar de los pueblos emplazados en las áreas receptoras, de igual forma en de las actividades económicas que ahí se llevan a cabo.

Este tipo de gestión se basa en el supuesto de que la cuenca donante posee excedentes de recursos de agua (con criterios no extrapolables a cualquier territorio). No obstante, las últimas investigaciones acerca de trasvases consideran que el excedente hídrico no es el único argumento para la construcción de este tipo de obra hidráulica, puesto que también se debe considerar que el monto de los recursos hídricos de una determinada cuenca se vincula con los rasgos propios de la biodiversidad y los recursos naturales renovables que la franquean, inclusive las peculiaridades del margen costero y los ecosistemas marinos en la longitud inmediata al exutorio de la cuenca⁵⁶. Consiguientemente, se entiende que los recursos hídricos de una cuenca tienen una aptitud determinada, y cualquier injerencia en esta condición puede terminar causando diferentes repercusiones ambientales de tipo acumulativo, con sus inherentes consecuencias socioeconómicas. Por ejemplo, en algunas regiones de España y Estados Unidos se pueden observar los impactos ambientales producidos por los trasvases en los ríos oferentes, desarrollándose efectos en las partes bajas de las cuencas, sobre todo en la calidad del suelo y su correspondiente agricultura, la disminución de los humedales y aumento de CO₂ en la biodiversidad marina, producto de una cantidad mínima de nutrientes conducidos por los torrentes. De igual modo, existen casos en que se pueden generar implicaciones ecológicas opuestas en las áreas beneficiarias, al combinar el recurso hídrico de la cuenca emisora con la de la cuenca receptora⁵⁷.

Desde un punto de vista socioeconómico, el trasvase desde las zonas donantes puede tener efectos relevantes en ella, puesto que el cauce trasvasado puede restringir las oportunidades de progreso futuro u originar desconcierto

en la actividad económica, cuando los privados estimen que se priorizó el desarrollo de determinadas regiones en vez de otras⁵⁸. Esta observación final permite realizar una negociación como puede ser una retribución (o devolución) que vaya de forma directa en virtud al bienestar de la cuenca donante.

En la actualidad en Chile, existen dos proyectos de trasvase en espera. Primeramente, se encuentra el proyecto “*Acquatacama*”, que trata de captar aguas de los principales torrentes de la VI a VIII Regiones, para trasladarla por casi 1000 km por medio de una megatubería submarina hacia la zona norte. Este gigantesco ducto, se caracteriza por ser flexible y muy resistente, con una avanzada tecnología, denominada “*submariver*”. Dicho megaconducto se situaría a 200 metros de profundidad, suspendido en el lecho marino, fijado a una distancia prudente a la línea costera con el objetivo de no originar problemas en otras actividades y ecosistemas costeros y de la desembocadura de la cuenca⁵⁹. Este proyecto se desarrolla en tres fases. La primera de ellas ocuparía agua de diversas áreas para propulsar un caudal artificial de 5 m³/s de agua hasta la Región de Copiapó. En una segunda fase, al caudal original se le aumentaría 10 m³/s más y se destinaría a la zona de Antofagasta. Y en su tercera etapa, se agregarían 5 m³/s, para llevarla hasta el área de Iquique. Esta futura obra hidráulica supone un suministro a posiciones intermedias de alrededor de 200 km, cada una. En relación al gasto de energía, se considera que el nivel de consumo estará entre los 0.3 y 0.4 kwh/m³, que es un bajo gasto en comparación a una planta de desalación, produciendo al mismo tiempo una mínima huella de carbono, al compararse con otras alternativas de obras hidráulicas. Sin embargo, posiblemente durante el desarrollo de la etapa de construcción sea lo suficientemente intensa en consumo de energía y emisiones del Gas de Efecto Invernadero⁶⁰.

En cuanto a las externalidades positivas de esta obra hidráulica, estas se relacionan con la expansión de labores agrícolas, mineras y turísticas de la región norte de Chile, preservando el agua para el consumo doméstico de las comunidades y elaborando diversas posibilidades para el llenado de acuíferos. A ello, se agrega el proveer el recurso hídrico a costos muy competitivos comparadas con otras opciones. Sin embargo, el proyecto “*Acquatacama*” también puede generar posibles impactos negativos, por lo que se hace obligatorio examinar de manera profunda y detenidamente las potenciales consecuencias acumulativas que pudiese generar, que serían muy por debajo de los efectos negativos que producirían otros tipos de inversiones en obras hidráulicas, como las que se originarían durante la construcción y ejecución de un embalse⁶¹.

El otro proyecto a mencionar se basa en transferir importantes cantidades de agua dulce procedente del deshielo de un iceberg de la Patagonia, a través del mar mediante la acción de megabolsas denominadas “*Medusa Bag*”, que serían trasladadas por un navío. Esta empresa se encontraría supuestamente en plena marcha, y su fin

⁵⁴ Dourojeanni y Jouravlev, 1999, 69.

⁵⁵ Vargas et al, 2009, 108.

⁵⁶ Peña et al, 2004, 82.

⁵⁷ Vargas et al, 2009, 112.

⁵⁸ Frêne, y. Andrade, 2014, 32.

⁵⁹ Fundación Chile, 2017, 103.

⁶⁰ *Ibidem*.

⁶¹ *Ibidem*.

esencial sería transportar recursos hídricos potables a regiones del medio oriente. A pesar de que se desconocen las consecuencias negativas en este proyecto, no se debe olvidar que este tipo de propuestas pueden originar problemas medioambientales no menores a la región donante durante el proceso de exportación hídrica a otras latitudes⁶².

Otra de las pocas experiencias sobre trasvases en Chile, es el proyecto de Traslase del Río Maipo hacia los sectores de Popeta, Yali y Alhué. Este proyecto fue realizado en el año 2008, por la Comisión Nacional de Riego (CNR) y la DGA. En un documento técnico se estableció la oferta de caudales a partir de la disponibilidad física de los recursos hídricos del río Maipo. Para ello, se escogió la 3ª sección legal de este río, donde confluyen los ríos Mapocho y Maipo, para captar el agua utilizada en el trasvase que es llevada a los sectores receptores, anteriormente nombrados. Análogamente, en el trazado se incorporó en su análisis la aplicación de modelo SIG-MAGIC, para determinar el trayecto más adecuado para este proyecto. Es así como se concretó un conducto que mide 12 km, desde su punto emisor en el río Maipo a los valles destinatarios de Popeta, Yali y Alhué, lo que permitió transferir un volumen de 25 m³/s y con ello, se regó un área aproximada de 21.500 hectáreas que se encuentran emplazadas en un territorio semiárido o de secano⁶³.

Según la opinión de expertos en materia de trasvase, no debe quedar fuera la recomendación de tener una visión integral sobre la construcción y ejecución de un trasvase, y su respectiva planificación debiese estar en relación directa con la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, poniendo atención en las consecuencias que pueda tener la disminución del caudal en las zonas costeras. Análogamente, se debe tener en cuenta los posibles daños a los ecosistemas, por lo que debiera existir una compensación por medio de medidas de prevención o mitigación ante los daños a los ecosistemas y/ áreas protegidas⁶⁴. Otro tema a considerar es el financiamiento para realizar un proyecto de trasvase hídrico entre cuencas, sus valores pueden fluctuar entre 1 a 2 US\$ /m³, para que estén en condición de ser rentables. No obstante, el problema se traduce en ¿Cómo traspasar estos costos al mercado sin causar efectos negativos o desincentivos en el sector privado, ya sea para un inversionista o para un consumidor?⁶⁵.

Finalmente, en relación a los posibles impactos económicos, sociales y medioambientales, se requiere tener en cuenta la experiencia sobre la temática de trasvase en los países desarrollados, con el objetivo de no cometer las mismas equivocaciones. Ejemplo de ello, es la situación vivida por los países europeos que se han visto en la necesidad de recuperar las cuencas hidrográficas que han usufrutuado con anterioridad, lo que ha significado cubrir altos costos en su restauración hídrica y ecológica.

REFLEXIONES FINALES:

Primeramente, es interesante destacar que en su origen la legislación hídrica chilena, como la de muchos países latinoamericanos, tuvo sus inicios tomando como modelo las leyes españolas, en las que el recurso agua era un bien público, y en donde toda la comunidad participaba en su administración y gestión. Esta relación social, ambiental, cultural y económica entorno al agua, se quiebra cuando, para beneficio de los hacendados en el periodo republicano, se crearon o legislaron las sociedades de canalistas (que representaban a los terratenientes), quienes expandieron su potestad no solo a la propiedad terrenal, sino también a los patrimonios hídricos que cruzaban sus terrenos y que permitían la irrigación de sus respectivos cultivos y de bebida a sus correspondientes ganados (que antiguamente era considerado propiedad comunitaria). A consecuencia de esto la elite antes mencionada, sintió el incentivo para invertir además de en los canales, en otras diversas obras hidráulicas como tranques, represas, acueductos y otras. Por ende, se necesitaba una herramienta legal que protegiera sus nuevos bienes e inversiones. Es así que los últimos códigos de aguas chilenos eran restrictivos en lo que involucra la gestión del agua y que permitiese que quedara en manos de una reducida cantidad de particulares.

La sociedad de canalistas decimonónica fue la primera fase para la construcción de una política de aguas de libre mercado, la que durante el siglo XX fue expandiéndose hacia otro tipo de empresas como las mineras, sanitarias, energéticas y pesqueras, que tuvo para su desarrollo la creación una legislación cada vez más liberal en materia hídrica. Desde un punto de vista histórico, esta experiencia ha tenido un resultado dispar, puesto que ha tenido tanto efectos negativos como positivos. Estos últimos son percibidos por un pequeño grupo de poder político y económico opuesto del resto de la comunidad país que no obtiene beneficios, sino que también se afecta por los altos costos o externalidades negativas de la gestión y administración hídrica. Las modificaciones al actual código de aguas de 1981, apuntan a que no solo los grupos de poder económico manejen la gestión, sino que las comunidades puedan participar del mercado de aguas. Tal situación ha hecho que algunos países miren con buenos ojos el proyecto de implantar en su realidad el modelo chileno. Sobre esta visión positiva de lo hecho en nuestro país, asentada en los efectos positivos, reconoce que el modelo chileno ha incrementado la seguridad jurídica mientras que descentraliza la mayoría de las decisiones sobre el uso del agua; también genera interés en invertir en tecnología que favorece el consumo mínimo del agua; la mayoría de las instituciones de beneficiarios hídricos han logrado materializar su independencia financiera y administrativa con respecto al Estado. Mientras en lo que respecta a efectos negativos, el Código de Aguas de 1981, ha sido menos exitoso a nivel de cuenca hidrográfica, con serias falencias en el ámbito institucional, como son la coordinación de los usuarios de los recursos hídricos, de los diversos actores económicos, sobretudo en materias de resolver conflictos, generación de políticas públicas y gestión ambiental.

La actual Política Hídrica del 2015 también presenta resultados ambivalentes puesto que por un lado, promueve un óptimo funcionamiento de la gestión de aguas, a escala

⁶² MOP-Chile, 2014, 41.

⁶³ CNR, 2008, 28.

⁶⁴ MOP-Chile, 2014, 44.

⁶⁵ Frêne, y Andrade, 2014, 37.

local y con un solo tipo de usuario en común. Ejemplo de ello, es la situación que ha ocurrido en el sector agrícola y que podría aplicarse a otros sectores económicos como la ganadería, la minería o la industria. Por el otro, se puede afirmar que no puede obtener los mismos resultados a escala regional e intersectorial, proyectándose un eventual fracaso, puesto que a ese nivel se presenta múltiples usos de los recursos hídricos y diversas formas de gestión de cuencas, que se realizan en su respectivo territorio, incluyendo aquellas situaciones de traspaso de agua desde sectores rurales a áreas urbanas, que traerían consigo inmuebles, resultados políticos y sociales que serían dilucidados por el solo actuar del mercado económico.

El actual mercado de aguas que opera en Chile, con sus continuas modificaciones y actualizaciones, se ha convertido en una compleja estructura social que no considera las condiciones de las fuerzas naturales. En un principio operaba solamente con la intervención de los factores económicos de oferta y demanda, adquiriendo una mayor complejidad, puesto que ahora se suman en su enmarañada ecuación las decisiones políticas, normas legales, demandas culturales impuestas por las movilizaciones ciudadanas, condicionantes geográficas y fenómenos medioambientales. Una vez que se tomen en cuenta estos últimos factores y se pongan en práctica en la realidad hídrica en el país, entonces si recorrerá el camino a concretar una real “Cultura del Agua”, que solo aparece de forma nominal y tangencial, en la última política hídrica del año 2015 y en su respectiva modificación al Código de Aguas del año 1981.

De acuerdo a lo anteriormente expresado, el éxito del modelo chileno de gestión hídrica no solo se puede expresar en una dimensión comercial (puesto que únicamente ha beneficiado a la defensa de los derechos económicos de particulares basada en regulaciones neoliberales), ya que en lo que respecta al plano de equidad social y conservación medioambiental, se vive una situación opuesta, dejando mucho que construir en lo que respecta a estas temáticas o demandas comunitarias y sociales.

Finalmente, el agua se puede considerar un recurso transversal a todos los escenarios que enfrenta. Puesto que su respectivo ciclo hidrológico transcurre por variados tipos de paisajes y ecosistemas, diversos usos del agua que coexisten y se transfieren los resultados naturales del progreso de recursos de un territorio a otro. Es decir, se evidencia que a mayor valor del agua, mayor será la competencia y los conflictos que se generarán por parte de los respectivos usuarios hídricos y la complejidad de los intereses políticos y económicos que ellos personifican. Por lo tanto, es necesario buscar nuevas respuestas sobre todo en aquellas áreas de déficit hídrico, como puede ser la construcción de nuevas obras hidráulicas, herramientas físicas que se contemplan en la actual Política de Aguas del 2015, por ejemplo, las plantas desalinizadoras, reactivación de pequeños embalses y trasvases hídricos, entre otros, teniendo en consideración la experiencia de otros países y la capacidad de adaptarlos a la singular realidad de los recursos hídricos de Chile.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial 2010: *Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos en Chile*. Santiago de Chile, Edición Banco Mundial.
- Bauer, C. 2002: *Contra la corriente: Privatización, mercados del agua y el Estado de Chile*. Santiago de Chile, Ediciones LOM.
- Bravo, P.; Aedo, M. P. y Larraín, S. 2004: *Agua: ¿Dónde está y de quién es? Para entender lo que ocurre con las aguas en Chile*. Santiago de Chile, Ediciones LOM.
- Comisión Nacional de Riego (CNR). 2008: *Análisis de disponibilidad legal y física de recursos hídricos superficiales en punto de Proyecto de Traspaso en Río Maipo hacia Popeta, Yali y Alhué*. Santiago de Chile, Ediciones CONAMA.
- CONAMA 2007: *Estrategia Nacional de gestión integrada de cuencas*. Santiago de Chile, Ediciones CONAMA.
- CONAMA 2008: *Plan Nacional de Cambio Climático*. Santiago de Chile, Ediciones CONAMA.
- Domper, M. 2006: *Privatización del agua y de las empresas sanitarias en Chile*, Santiago de Chile, Serie Informe Económico N° 173, Instituto Libertad y Desarrollo.
- Dourojeanni, A. y Jouravlev, A. 1999: *El Código de Aguas de Chile: entre la ideología y la realidad*. Santiago de Chile, División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL.
- Fundación Chile. 2017: *Desafíos del agua para la Región Latinoamericana*. Santiago de Chile. Ediciones Fundación Chile. <https://fch.cl/wp-content/uploads/2018/03/RESUMEN-RADIOGRAFIA-DEL-AGUA.pdf>. Consulta realizada el 3 de agosto de 2017.
- Frêne, C. y Andrade, P. 2014: *Agua en Chile: Diagnósticos territoriales y propuestas para enfrentar la crisis hídrica*. Santiago de Chile, América Ltda.
- IHP-UNESCO. 2012: *International Hydrological Program (IHP) Eighth Phase. “Water Security: responses to local, regional, and global challenges”*. Strategic Plan. Nueva York, EE.UU, IHP-UNESCO.
- Larraín, S. y Poo, P. 2010: *Conflictos por el agua en Chile: Entre los Derechos Humanos y las reglas del Mercado Agua*. Santiago de Chile, Chile sustentable.
- Matus, N. 2004: *Recursos Hídricos en Chile Desafíos para la sustentabilidad*. Santiago de Chile. Ediciones LOM.
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública. 2014. *Análisis de la situación hídrica en Chile, propuesta y política*. [http://aih-cl.org/articulos/Analisis-de-la-situacion-hidrica-en-Chile-Gobierno-de-Chile-\(mayo-2014\).pdf](http://aih-cl.org/articulos/Analisis-de-la-situacion-hidrica-en-Chile-Gobierno-de-Chile-(mayo-2014).pdf). Consulta realizada el 28 de agosto de 2017.
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública. 2015: *Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015*. Santiago de Chile, Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos. http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf. Consulta realizada el 12 de septiembre de 2017.
- Organizaciones de Naciones Unidas (ONU) 1992: *Convención Marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. New York, EE.UU, ONU.
- Ministerio de Obras Públicas (MOP) 2013: *Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025*. https://www.mop.cl/Documents/ENRH_2013_OK.pdf. Consulta realizada el 16 de junio de 2017.
- Ministerio de Obras Públicas (MOP) 2016: *Atlas del Agua. Chile 2016*. <http://www.dga.cl/DGADocumentos/Atlas2016parte1-17marzo2016b.pdf>. Consulta realizada el 23 de julio de 2017.
- Peña, H.; Luraschi, M. y Valenzuela S 2004. “Agua, desarrollo y políticas públicas: la experiencia de Chile”, *REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina*, 1(2), 25-50. <http://dx.doi.org/10.21168/rega.v1n2.793>
- Retamal, R; Andreoli, A; Arumi, J; Rojas, J y Parra, O. 2013. “Gobernanza del agua y cambio climático: fortalezas y debilidades del actual sistema de gestión del agua en Chile. Análisis interno”. *Interciencia*, 38(1), 8-16. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/12/008-RETAMAL-9.pdf>. Consulta realizada el 21 de septiembre de 2017.

- Rivera, D. 2011: *Subsistencia y ajuste de antiguos derechos en base al uso efectivo de las aguas. El especial caso del reconocimiento de usos consuetudinarios*. Tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Ugarte, P. 2003: *Análisis Histórico, Extensión y Alcance en la Legislación Vigente*. Memoria de prueba para optar al grado Licenciada en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- United Nations Environment Program (UNEP). 2010: *Latin America and Caribbean. Atlas of our changing environment*. Nueva York, EE.UU, ONU.
- Vargas, S.; Soares, D.; Pérez, O. y Ramírez, A. 2009: *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*. México, IMTA.
- Vergara, A. 1991: “La codificación del derecho de aguas en Chile (1875-1951)”, *Revista de Estudios Histórico-Jurídicos*, 14, 159-213.

Trasvases de agua al sureste de España

Water transfers in southeastern Spain

Encarnación Gil-Meseguer

Universidad de Murcia

Murcia, España

encargil@um.es

Resumen — Entre las políticas de oferta de recursos de agua a las regiones secas, sobresalen las transferencias de recursos de unas cuencas a otras. Son varios los trasvases que existen en España, la mayor parte de ellos para abastecimiento y riego. En el sureste de España hay tres: Tajo-Segura, Negratín-Almanzora y Júcar-Vinalopó. Solicitados algunos en el medievo, pero ejecutados en época contemporánea, concretamente en las últimas décadas del siglo XX y en los primeros años del siglo XXI. Las políticas antitransvasistas mantenidas por quienes justifican la “autosuficiencia de las cuencas y control de demandas” o los que “buscan votos” a través de “el agua es del ribereño”, han dificultado el desarrollo y la continuidad de un canal multiuso (Acueducto Tajo-Segura) que permite la distribución de agua a lo largo de su recorrido (desde la cabecera del Tajo hasta el sureste) para generar riqueza, empleo y desarrollo en el territorio afectado desde los últimos cuarenta años. El cambio de toma de Cortes de Pallás al Azud de la Marquesa (Cullera), ha supuesto el fracaso del Trasvase Júcar-Vinalopó; las aguas de peor calidad y las elevaciones que encarecen el precio, no interesan a los abastecimientos y tampoco a los regantes. Sin duda, es la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A), la que ha encontrado menor oposición y donde la gestión llevada a cabo por “Aguas de Almanzora, S.A.” contenta a abastecimientos y a regantes, para convertirse en un modelo de gobernanza.

Abstract — *Among the policies of water resources supply to the dry regions of Spain, interbasin water transfers stand out. There are more than forty transfers in Spain, most of them for supply and irrigation. In the Southeast of Spain there are three: Tajo-Segura, Negratín-Almanzora and Júcar-Vinalopó. They were requested from XIII and XIV centuries, but executed in contemporary times, specifically in the last decades of the XX century and in the early years of the XXI. Anti-transfer policies maintained by those who justify the “self-sufficiency of the basins and the control the demands” or by those who are “seeking votes” and raising opposition to transfer waters from Tajo River, as it happens in Castilla La Mancha, have hindered the development and continuity of a multipurpose channel (Tajo-Segura Aqueduct) that allows the distribution of water along its route from Tajo headwaters to the Southeast, where it generates wealth, employment and development. The change in the taking of water from Cortes de Pallás of the Azud de la Marquesa (Cullera) has meant the failure of the Júcar-Vinalopó Transfer. The lower quality water and the elevations that make the price more expensive do not interest supplies and irrigators, and even more if they have to fulfil the environmental objective of recharging aquifers. Without a doubt, it is the Negratín-Almanzora Connection (N-A C), the one which has encountered the least opposition and the management carried out by “Aguas del Almanzora, S.A.” satisfies both supplies and irrigators, and it is seen as a model of governance.*

Palabras clave: Trasvase, Abastecimiento, Regadío, Desalinización, Sureste de España

Keywords: Water transfers, Water supply, Irrigation, Desalination, Southeast of Spain

Información Artículo:

Recibido: 13 noviembre 2018

Revisado: 27 enero 2019

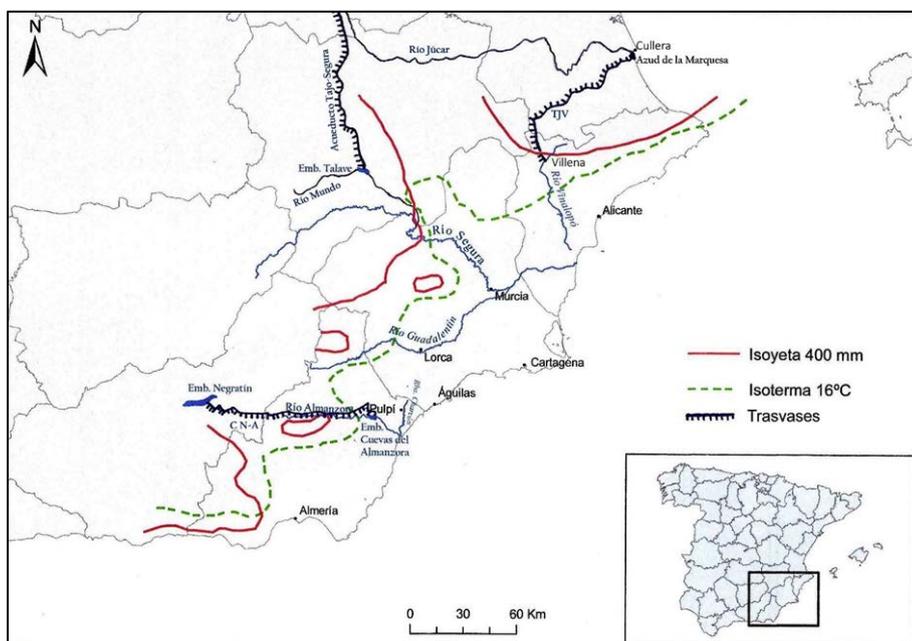
Aceptado: 13 abril 2019

INTRODUCCIÓN: DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. INTERÉS DEL TRABAJO

Por región sureste entendemos el espacio comprendido entre la línea de costa del litoral mediterráneo español desde Cabo La Nao a Cabo de Gata, y hacia el interior hasta el trazado de la isoterma de 16°C de temperatura media anual y de la isoyeta de 400 mm de precipitación anual¹. (Figura 1).

En la seca región climática del sureste, situada entre los paralelos 38° 45' y 36° 45' N, dos hechos presentan singular trascendencia climática: la vecindad de la subsidencia subtropical y el alejamiento de las trayectorias habituales de la Corriente en Chorro. Las precipitaciones medias en la totalidad de observatorios bajan de 375 mm. Las precipitaciones son pocas y los días en los que se producen también. Esta insuficiencia e irregularidad de las precipitaciones se debe a la presencia de la subsidencia subtropical en el estío, en buena parte del otoño y primavera, incluso la práctica totalidad del año con ocasión de las peores sequías².

Figura 1. Delimitación de la región sureste de España y trasvases a ella



Fuente: Elaboración propia. Gil, E.; Bernabé, M.B.; Gómez, J. M^o. 2017, 2481.

Desde el medioevo se tienen noticias de peticiones para trasvasar agua con la que atender las necesidades de ciudades como Lorca o Elche. Reyes y gobiernos de todos los tiempos se han preocupado por estos trasvases, a los que se ha destinado dinero y las energías de los hombres más preparados³. Esa multitud de estudios y proyectos, no serían realidad hasta el último tercio del siglo XX e inicios del siglo XXI, con los trasvases Tajo-Segura, Júcar-Vinalopó y Negratín-Almanzora⁴.

El interés del trabajo reside en conocer el papel de las transferencias de recursos, de cuencas con excedentes de agua a cuencas con déficit de agua, para atender las

demandas de los abastecimientos humanos, de regadíos y de otros usos, en un paradigma hidráulico de oferta de recursos, dónde las transferencias de agua son significativas para enjugar los déficits de los balances de recursos/demandas.

Respecto a la necesidad del agua, algunos autores hablan de un nuevo paradigma que reconozca su futura escasez potencial e incluya el derecho humano a su acceso, así como a la racionalización de su gestión⁵.

El Anteproyecto General del Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro y Sureste de España. Complejo Tajo-Segura (1967), aclaraba que el volumen de trasvases venía determinado por las necesidades no satisfechas en la zona deficitaria, por la disponibilidad de sobrantes en la cuenca alimentaria o por las características técnico-económicas de las obras que permiten el trasvase. Los grandes trasvases debían plantearse de forma que el caudal captado y conducido fuera lo más uniforme posible a lo largo del año, para lograr un menor coste por metro cúbico transportado, menor potencia instalada por metro cúbico elevado en las tomas por bombeo y, ventajas en la programación del suministro⁶.

Las transferencias se paralizan cuando las reservas de las cuencas cedentes quedan bajo los mínimos no trasvasables, fijados en las leyes de explotación donde quedan totalmente regulados. Así la Ley 10/2001, del 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (PHN), indicaba que toda transferencia se basaría en el principio de garantía de las demandas actuales y futuras de todos los usos y aprovechamientos de la cuenca cedente, incluidas las restricciones medioambientales. Es una legislación garantista que, en el caso del Tajo-Segura, por los acuerdos del Memorandum, se pasó de los 240 hm³ a 400 hm³ de mínimo no trasvasable, que se refleja en

la disposición transitoria segunda de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación ambiental; y el Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, sobre las Reglas de Explotación. También en la Ley 21/2015, de 20 de julio, de reforma de la Ley de Montes, por la que se modifica la Ley 43/2003 de Montes, de 21 de noviembre, que en su disposición final segunda dice: "Se considerarán aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el Conjunto Entrepeñas-Buendía que superen los 400 hm³. Por debajo de esta cifra no se podrán efectuar trasvases en ningún caso...".

En el Plan de Cuenca del Tajo (R.D. 270/2014, de 11 de abril) las demandas del Sistema Cabecera se evaluaban en 261,590 hm³/año y en el escenario de la planificación

¹ Gil et al., 2014, 61 y Gil, 2015, 52.

² Gil, 2016, 26.

³ ACHS, Legajo 15.334. Dictamen año 1942, 9.

⁴ Gil, 2017, 50.

⁵ Tamames y Aurín, 2015, 31

⁶ Gil; Martínez y Gómez, 2018, 166

hidráulica 2021-2027 en un aumento de 14,912 hm³/año. Lo que significa una previsión de demandas futuras para el Sistema Cabecera del Tajo de 276,502 hm³/año, muy por debajo del límite del Memorandum de 400 hm³/año⁷.

Las obras de la Conexión del embalse del Negratín hasta el embalse de Cuevas del Almanzora fueron declaradas de Interés General en el Real Decreto 9/1998, de 28 de agosto. En la disposición adicional vigésimo segunda de la Ley 55/1999, de 29 de diciembre, se autorizó la transferencia de aguas que preveía un trasvase de hasta 50 hm³/año, siempre y cuando existiera un embalse mínimo en el Negratín de 210 hm³, o cuando el volumen embalsado, en el sistema de regulación al que pertenece el Negratín, supere un mínimo del 30% de la capacidad de embalse del sistema⁸.

La política de transferencia de recursos de agua está bajo el marco comunitario de la política europea de medio ambiente (como la Directiva Marco del Agua DMA o Directiva 2000/60/CE,) y de la propia política de aguas desarrollada en España a través de normas como el Texto Refundido de la Ley de Aguas, (Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio; modificado por Real Decreto Ley 4/2007, de 27 de diciembre). La Unión Europea y España han destinado inversiones para las transferencias de agua con objeto de hacer frente al déficit hídrico, lograr la "suficiencia hídrica" de algunas regiones y, la sostenibilidad de usos del agua en ellas. Así, los Planes de Saneamiento con la construcción de Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR) y, los Planes de Modernización de Regadíos, etc., han recibido ayudas de fondos europeos caso de FEDER, FEOGA-Orientación, FEADER⁹.

La Directiva Marco del Agua (DMA) estableció un nuevo paradigma en la política del agua en Europa. Su objetivo principal es la consecución del buen estado ecológico de las masas de agua y, donde la gestión es responsabilidad de las autoridades de cuenca (Demarcaciones Hidrográficas)¹⁰.

OBJETIVOS, METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

Entre los objetivos relacionados con los trasvases sobresalen: Valorar si los trasvases, llevados a cabo en los últimos cuarenta años, han contribuido al desarrollo de la región Sureste. Evaluar como las sequías han afectado a las transferencias de recursos de otras cuencas a las del Almanzora, Guadalentín-Segura y Vinalopó. Seleccionar el modelo de gestión de trasvase más eficiente y sostenible, que pueda ser un modelo de gobernanza.

El trabajo de investigación es un estudio regional y diacrónico de las redes de abastecimiento para regadío y otros usos atendidos también por las aguas trasvasadas, desde el paradigma hidráulico de oferta de recursos hídricos y, en una gestión integrada de todos los disponibles. La investigación cuantitativa se ha centrado en los volúmenes de transferencias de recursos (trasvases, cesiones de derechos, intercambios, peajes, etc.), y la cualitativa se ha llevado a cabo sobre las entrevistas a gestores de empresas y asociaciones de distribución del

agua, así como en las opiniones de expertos (DAFO, Delphi, etc.). Se ha realizado un recorrido por las redes de abastecimiento y por las áreas regables y, se ha entrevistado a gestores y usuarios de cada uno de estos sistemas y usos para captar la percepción que tienen de los trasvases (escalas de éxito o de fracaso). Las entrevistas se han extendido a todos los gestores de desaladoras en el sureste y a los de desaladoras¹¹ gestionadas por comunidades de regantes, con objeto de conocer si la desalinización es un complemento o no a los trasvases. La reflexión-síntesis (conclusiones) y la prognosis (escenarios) permiten observar las tendencias en situaciones normales y de sequía. Y señalar propuestas para la sostenibilidad de estas transferencias y de los usos que dependen de ellas.

Imagen 1. Acueducto de La Matanza en la red del Postravase Tajo-Segura



Fuente: Facilitada por el autor.

TRANSFERENCIAS DE AGUA EN ESPAÑA. TRASVASES, CESIONES DE DERECHOS Y PEAJES.

En la actualidad las infraestructuras de los trasvases (conducciones y embalses, estaciones de bombeo y centrales hidroeléctricas, automatismos y redes de comunicaciones, etc.) sirven para el abastecimiento de núcleos de población, para la disponibilidad de agua en varias zonas regables, la funcionalidad de determinados establecimientos industriales e incluso, en el mantenimiento de humedales y de caudales ecológicos.

Cuando se habla de trasvases en España, parece que sólo existe el modelo de transferencias del Tajo al Sureste de España (del Sistema Cabecera en el centro-oriental de la Península Ibérica a las provincias de Alicante, Murcia y Almería), pero son numerosas las transferencias de agua de unas cuencas a otras, e incluso los intercambios (cesiones de derechos y peajes por el uso de infraestructuras) dentro de una misma cuenca.

De la Cuenca del Ebro hay al menos cinco transferencias que se dirigen a la Cuenca Norte, a la cornisa cantábrica, para el abastecimiento de poblaciones

⁷ Gómez, 2017, 122.

⁸ Gil y Gómez, 2017, 138.

⁹ Pérez; Gil y Gómez, 2014, 156. Berbel y Gutierrez-Martín, 2017, 63.

¹⁰ Delacámara; Díez y Lombardo, 2017, 246.

¹¹ Las desaladoras potabilizan agua captada del mar y, las desaladoras de acuíferos salinizados. Aunque utilicen el mismo sistema difieren en la localización (cerca del mar o en el interior), en las dimensiones de las instalaciones y por tanto en el coste de instalación y mantenimiento, en la producción obtenida y el fin. También en manos de quien están por la misma naturaleza de su finalidad e instalaciones.

como Santander, Torrelavega, Bilbao, etc. Desde 1927 existe un pequeño trasvase (de 1 hm³/año) de la cabecera del Alzania (afluente del Araquil) al Oria, para producir energía eléctrica, aunque recientemente también se han destinado sus aguas a fines industriales y a abastecimientos. El del Cerneja-Ordute (en Merindad de Montija, Burgos), vierte aguas desde 1961 al embalse de Ordute (unos 13 hm³/año) que presta servicio al Gran Bilbao. Quizá de los más conocidos (desde 1967) es el del Zadorra-Arratia; el agua se turbinan en el salto de Barazar a la Cuenca Norte y al Gran Bilbao (hasta un máximo anual de 150 hm³). A Santander llega agua del Ebro desde 1982 por el trasvase reversible a las cuencas del Saja y Besaya, que mejora la disponibilidad de agua en la comarca de Torrelavega. El del Alto de Tornos, en la cabecera del Cerneja (Nela), se orienta al abastecimiento de poblaciones del área Norte de Santander.

También en la cuenca del Ebro, pero en territorio francés, el trasvase Carol-Ariège aprovecha los caudales del lago Lanos (río Carol) para transferirlos a la cuenca del Ariège. En la provincia de Tarragona existen dos trasvases del Ebro: La transferencia Ciurana-Riudecañas, en funcionamiento desde 1947 con un volumen de hasta 7 hm³/año, para usos agrícolas y urbanos en la comarca de Reus. O el denominado “minitransvase del Ebro a Tarragona”, desarrollado a partir de la Ley de Aguas del 2001, que destina hasta 126 hm³/año al abastecimiento urbano e industrial del Campo de Tarragona. La Cuenca del Ebro recibe envíos de otra cuenca (la del Duero), derivando aguas del Araviena a la ciudad soriana de Ólvega.

En Cataluña, sobresale el trasvase de aguas del río Ter al Llobregat (unos 8 metros cúbicos por segundo, que significan unos 229 hm³/año), que se destinan al área metropolitana de Barcelona, para abastecer a algo más de cinco millones de habitantes.

En la Comunidad Valenciana, además del reciente Júcar-Vinalopó, existe el trasvase Júcar-Turía; unos 60 kilómetros de canalización de Tous a Manises, con una capacidad de 32 metros cúbicos por segundo, que permite riegos en la vega baja del Turia y abastecimientos a la ciudad de Valencia.

En Andalucía, además de la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A), destacan: El trasvase Guadiaro-Majaceite, que transfiere aguas de la cuenca del río Guadiaro a la del Guadalquivir con objeto de abastecer a las poblaciones de Algar, Cádiz, Conil, Chiclana de la Frontera, Chipiona, Jédula (Arcos), Jérez de la Frontera, Medina Sidonia, Paterna de Rivera, Puerto Real, Puerto de Santa María, Rota, San Fernando, San Lucas de Barrameda y Trebujena. Para atender las demandas de usos urbanos e industriales, y de las instalaciones militares y estratégicas asentadas en la zona. Las aguas trasvasadas se acumulan en los embalses de los Hurones y Guadalquivir. Son más de 550 hm³ transferidos desde el año 2000, a una media de caudales trasvasados de 42,3 hm³/año. La ley que regula la transferencia de volúmenes Guadiaro-Guadalete, señala que se preservará un caudal ecológico en el Guadiaro de 6 metros cúbicos por segundo, y que se trasvasará hasta un máximo de 110 hm³/año. El trasvase del Condado, conecta la cuenca atlántica onubense (Guadiana y Tinto-Odiel-Piedras) con la del Guadalquivir. Se destinará al abastecimiento de 13

municipios de la mancomunidad del Condado y al riego de explotaciones agrícolas del entorno de Doñana, con un volumen máximo a trasvasar de hasta 13 hm³/año.

Las infraestructuras de conexión intercuenas y la red postrasvase permite recibir caudales, que no van a ser utilizarlos en el año hidrológico por los usuarios de la cuenca cedente, por otros usuarios en las cuencas receptoras usando los llamados contratos de cesión temporal de derechos. Se hace a cambio de una compensación, generalmente económica, que ha permitido a algunas comunidades de regantes de esas áreas cedentes, desarrollar sus planes de modernización (caso de la C.R. de Estremera en el Alto Tajo). Cesiones facilitadas, en situaciones de sequía en la cuenca a la que se cede, que ha permitido completar el abastecimiento de poblaciones o las dotaciones de los regadíos.

En situaciones de sequía en la Cuenca del Segura, el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS) ha gestionado varias cesiones temporales de derechos. De la C. R. de Estremera se transfirieron en los años hidrológicos 2006/2007, 2007/2008 y 2008/2009 el volumen de 31,5 hm³. En el 2013/2014 se aprobó la cesión de 5,004 hm³ y al año siguiente de 9,70 hm³ que en toma quedaron en 6,929 hm³. De la C.R. de La Poveda se transfirieron, en el 2013/2014, 1,274 hm³ y al año siguiente 1,416 hm³ convertidos en 1,274 hm³ en toma. (Gómez, J. M^a. Coord. 2017:181). En el 2017/2018 se ha aprobado una cesión al SCRATS, por parte de la C.R. de Estremera, de 9 hm³ de los que han llegado 8,9 hm³.

También la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT), en el año hidrológico 2007/2008 y ante la grave sequía que atravesaba el Sureste, suscribió una cesión temporal de derechos con la C.R. de las Aves (Aranjuez-Madrid) de 35 hm³, a un coste de 0,28 euros el metro cúbico¹².

Imagen 2. El río Tajo a su paso por Aranjuez



Fuente: Facilitada por el autor.

Intercambio de derechos entre cuencas es el realizado por “Aguas del Almanzora, S.A.” a través de la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A). De las más de 1.600 hectáreas de las fincas que posee en las marismas del Guadalquivir (Sevilla) con dotación superior a los 16.000 metros cúbicos por hectárea, han derivado una parte al Almanzora¹³. En los años 2006 al 2017 se les autorizó un

¹² Gil; Rico, 2015, 186.

¹³ Gil et al., 2014, 154.

volumen total de 23.239.536 metros cúbicos de la dotación de sus fincas en las marismas, para poder llevarlo a atender demandas en el Almanzora. También, de septiembre a diciembre del 2017, se transfirieron 3 hm³ del Guadalquivir mediante un contrato de cesión temporal de derechos. En total, de otras comunidades de regantes de la cuenca del Guadalquivir, los contratos de cesiones temporales de derechos en ese periodo 2006-2017 permitieron transferir el volumen de 44.461.427 metros cúbicos de agua. Y desde comunidades de regantes del Alto y Medio Almanzora se transfirieron al Bajo Almanzora, un volumen total de 12.892.321 metros cúbicos¹⁴.

Las infraestructuras de conexión y de postrasvase permiten distribuir volúmenes de agua por la red, sea de la concesión de una misma comunidad de regantes o de la de un usuario, generalmente de la cabeza a la cola, o entre tomas a lo largo de ella, siempre a cambio de un peaje por dicho uso. El precio a pagar por el uso es distinto (céntimos de euro por metro cúbico) según sea el agua para riego o para abastecimiento.

Imagen 3. Acueducto de la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A), que atraviesa el Almanzora cerca de Purchena



Fuente: Facilitada por el autor.

La Ley 52/1980, de 16 de octubre, de regulación del régimen económico de la explotación del Acueducto Tajo-Segura (modificada el 31 de diciembre de 2001) y la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, reúnen la legislación sobre las tarifas derivadas de la explotación. Éstas se confeccionan a propuesta de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura y se publican en el Boletín Oficial del Estado (BOE). Tienen tres componentes: el coste de las obras acometidas por el Estado, los gastos fijos de funcionamiento y los gastos variables de funcionamiento¹⁵.

La Comunidad de Regantes de Pulpí (Almería-Murcia), aprovechando el Canal de la Margen Derecha (CMD) del Postrasvase Tajo-Segura, llevó el agua captada por sus pozos en Esparragal (Lorca- Puerto Lumbreras) a la toma de Almendricos que la C.R. dispone cercana al final del CMD en El Saltador (Huércal-Overa). Del año hidrológico 1983/1984 al 2013/2014 se enviaron

102.511.521 metros cúbicos. Y de sus pozos de Calasparra a través del cauce de Segura hasta el Azud de Ojós y, de allí impulsándolos por el CMD del Postrasvase, del año hidrológico 1991/1992 al 2013/2014, enviaron un volumen total de 40.616.303 metros cúbicos¹⁶. Continúan con estos peajes desde el Valle del Guadalentín y por el tramo final del CMD, conocido como Canal de Almería, con un volumen en los últimos años hidrológicos de unos 4 hm³/año.

TRASVASE TAJO-SEGURA

En octubre de 1932, Manuel Lorenzo Pardo y Clemente Sáenz García¹⁷ viajan al Sureste de España, entran en contacto con las tierras y gentes de los secos campos de Cartagena, Lorca y Bajo Almanzora. Comprenden la necesidad de traer agua a estas tierras resacas para evitar la miseria y cortar la sangría demográfica que significaba la emigración a Cataluña, Madrid, Norte de África y a América¹⁸. En el diseño del Plan de Obras Hidráulicas de 1933, Manuel Lorenzo Pardo plantea la corrección del desequilibrio hidrológico de España. En el Plan de Mejora y Ampliación de los Riegos de Levante, diseña la traída de aguas de la cabecera del Tajo y, atravesar la cabecera del Guadiana, con la posibilidad de conectar con el Júcar a través del embalse de Alarcón. Otro insigne ingeniero, Félix de los Ríos, al informar sobre dicho Plan de Obras Hidráulicas señala la posibilidad de trasvasar aguas al Levante desde el Ebro, propuesta que concreta en 1937 con un proyecto de trasvase del Ebro al Turia, y sucesivas compensaciones hasta llegar a los campos de Cartagena y del Almanzora¹⁹.

La idea de trasvasar agua de la cabecera del Tajo se retoma en el Anteproyecto General de Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro y Sureste de España. Complejo Tajo-Segura (DGOH, 1967), elaborado en noviembre de 1967 por los ingenieros José M^a Martín Mendiluce y José M^a Pliego Gutierrez. (Gil, E.; Martínez, R.; Gómez, J. M^a 2018: 160). Sería un canal multiusos que como aprovechamiento conjunto daría servicio a las regiones que atraviesa, además de las compensaciones a las cuencas cedentes. En la primera fase se autoriza transferir hasta 600 hm³/año, de los que 400 hm³ serían para atender las necesidades de agua en el riego de 71.072 hectáreas nuevas y para redotar 62.284 hectáreas, en las provincias de Alicante, Murcia y Almería. El resto era para el abastecimiento de poblaciones, sobre todo de las asociadas a la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT), hasta 110 hm³ para algunos municipios almerienses de la cuenca del Almanzora, y las pérdidas de la red a lo largo del trayecto²⁰.

La infraestructura hidráulica comprende lo que se entiende por pretrasvase, que es el conjunto de obras

¹⁶ Gómez, 2017, 200.

¹⁷ Ingenieros de caminos, canales y puertos comisionados en 1932 por Indalecio Prieto, Ministro de Obras Públicas en la 2^a República, para la realización de un Plan Nacional de aprovechamiento de aguas, que presentaron en 1933 e incluía el trasvase Tajo-Segura. Ambos formaban parte desde 1926, año de su fundación, de la Confederación Hidrográfica del Ebro, el primero como Director técnico y el segundo, a sus órdenes, como jefe del Servicio de Geología.

¹⁸ Gil, 2017, 63.

¹⁹ Gil; Bernabé y Gómez, 2017, 2483.

²⁰ Gil, 2016, 242

¹⁴ Datos de "Aguas del Almanzora, S.A.".

¹⁵ Gil y Gómez, 2016, 2.

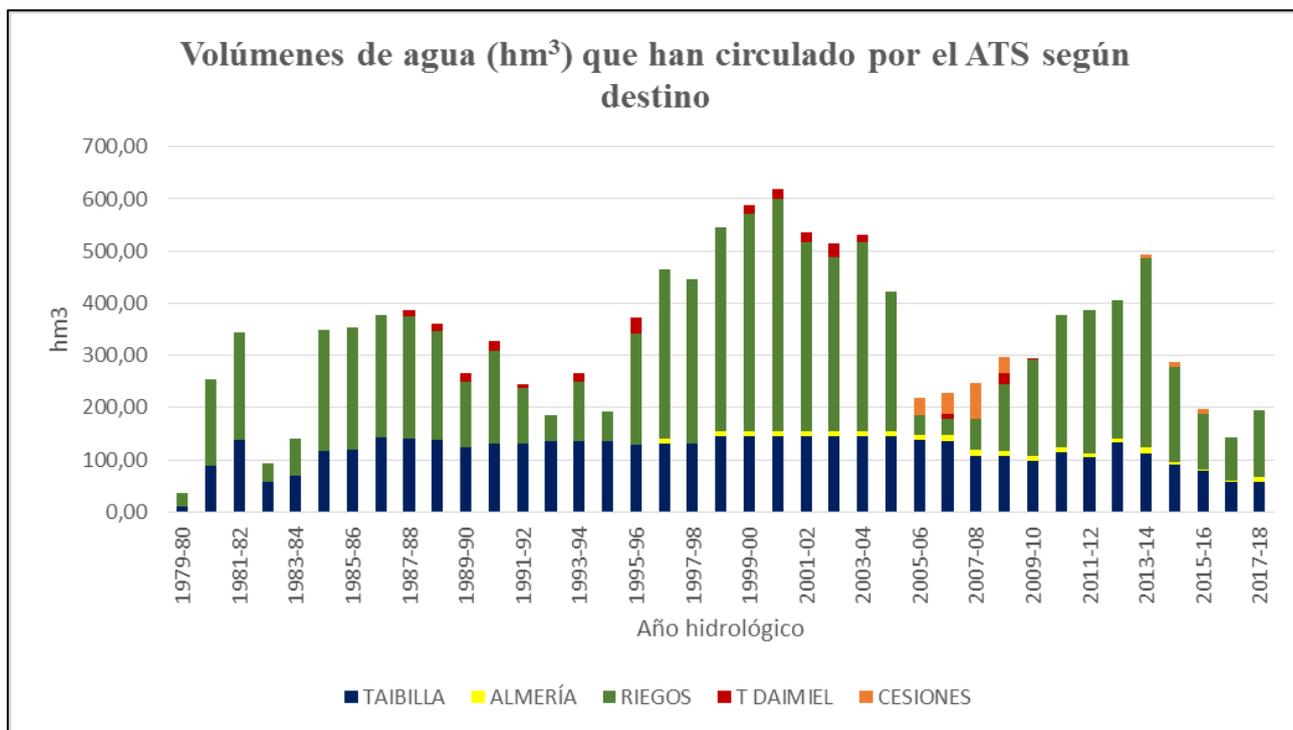
realizadas en la Cuenca del Tajo con objeto de posibilitar las transferencias de agua del Sistema Cabecera a la Cuenca del Segura. Por trasvase, en sentido estricto, se identifica al Acueducto Tajo-Segura (De Bolarque al Talave), y por Postrasvase el conjunto de canales, acueductos, sifones, balsas y embalses, estaciones de impulsión de las aguas, etc., que tienen por objeto distribuir las aguas trasvasadas en la Cuenca del Segura²¹.

El trasvase Tajo-Segura contempla en las leyes 21/1971 y 52/80 la recuperación de costes, veinte años antes de la Directiva Marco del Agua (DMA). En el Real Decreto-Ley de Mejora del aprovechamiento Conjunto Tajo-Segura, de 1995, se destaca ese papel del Acueducto Tajo-Segura (ATS) como canal multiuso. Se preveía hasta una derivación de aguas del Tajo de 650 hm³/año, de los que 421 hm³ serían para regadíos y 119 hm³ para abastecimientos en el Sureste, y otros 50 hm³ para el auxilio de las Tablas de Daimiel y abastecimiento de poblaciones en la llanura manchega (cuencas del Guadiana y Guadalquivir)²². En los últimos años la Ley 21/2013, de Evaluación Ambiental, y la Ley de Montes han venido a corregir esta situación, pues tras su entrada en vigor los volúmenes a trasvasar al Sureste deben guardar una proporción entre sus usuarios (75% regadíos y 25% abastecimientos), aunque garantizando siempre un volumen mínimo para estos últimos de 7,5 hm³ en origen²³.

como redotar las Tablas de Daimiel en momentos de sequía y sobre explotación del acuífero que las alimenta, etc., y distribuir no sólo las aguas trasvasadas del Tajo, sino también las de cesiones de derechos. Los volúmenes de agua que han circulado por el Acueducto Tajo-Segura desde el año hidrológico 1979/1980 hasta el de 2017/2018 han sido de 12.973,270 hm³, de los que del trasvase del Tajo son 12.561,407 hm³ (Figura 2) que corresponden a volúmenes trasvasados para abastecimientos de la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT) y de varios municipios almerienses y, a riegos en las provincias de Alicante, Murcia y Almería (el 37,866%, y el 62,134% respectivamente).

De los 39 años hidrológicos analizados, ha habido muy pocos que estuvieran próximos al máximo trasvasable de 600 hm³, sólo en el 2000/2001 se superaron, y quedó cercano en el de 1999/2000. Han sido más frecuentes los años por debajo de 200 hm³, como 1982/1983, 1983/1984, 1992/1993, 1994/1995, o los últimos de la serie como 2015/2016, 2016/2017 y 2017/2018. Con las nuevas reglas del Memorandum (mínimo para trasvasar de 400 hm³ y ante la sequía del Sistema Cabecera) no se trasvasó agua del Tajo al Sureste en un periodo de casi un año, de mayo del 2017 a marzo del 2018 (trasvase cero para regadíos) y de junio del 2017 a marzo del 2018 (trasvase cero para los abastecimientos). Una primavera “extremadamente húmeda” permitiría revertir la situación,

Figura 2. Volúmenes de agua en hm³ que han circulado por el Acueducto Tajo-Segura, según destino y año hidrológico



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS) y de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS).

Estas infraestructuras permiten atender las demandas de abastecimientos, de riegos, de necesidades ambientales

y en abril de 2018 se reanudaron los trasvases gracias a la recuperación del Sistema Cabecera del Tajo. El valor medio del volumen que ha circulado en estos casi cuarenta años está sobre los 332,648 hm³/año, y el de trasvases del Tajo al Sureste sobre 322,087 hm³/año.

²¹ Gil; Martínez y Gómez, 2018, 168.

²² Gómez; López y Montaner, 2011, 70.

²³ SCRATS, 2018, 10.

TRASVASE NEGRATÍN-ALMANZORA

El trasvase de aguas del embalse del Negratín (Granada), al embalse de Cuevas del Almanzora (Almería), a través de la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A), está asociado a iniciativas de traer agua de los ríos Castril y Guardal en la cuenca del Guadiana Menor (afluente del Guadalquivir) a la cuenca del Almanzora, con una larga tradición²⁴.

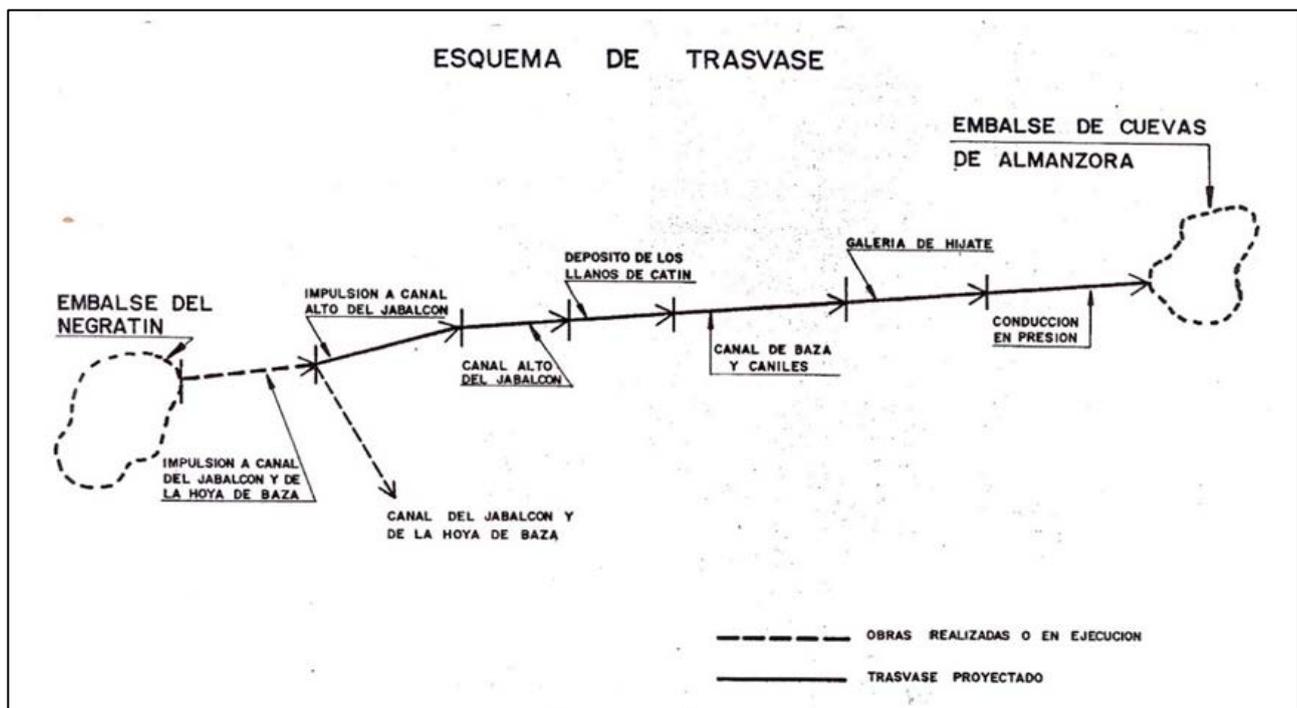
En 1917, Martín Navarro Flores presenta un proyecto de traída de aguas que se parece al realizado en los primeros años del siglo XXI. También hay que destacar el proyecto de traer aguas de los ríos Castril y Guardal al Guadalentín-Segura y al Almanzora desarrollado en el DICTAMEN de 1942. La Comisión de Estudios para el Aprovechamiento de los ríos Castril y Guardal presentó una serie de soluciones que consideraba de armonía entre los usuarios de las distintas cuencas hidrográficas (Guadalquivir, Almanzora, Segura) en virtud de la preferencia que enunciaba como: en el Almanzora, el agua es necesidad; en Lorca, ayuda; y en el Guadalquivir, promesa de expansión. La Comisión parte de la evidencia de que el trasvase del Castril y Guardal es viable, que existían caudales de invierno sin concesión de aprovechamiento; que Lorca y Almanzora alegaban razones estimables, para ser examinadas y tal vez atendidas por el interés nacional²⁵.

Como Anteproyecto del trasvase Negratín-Almanzora sobresale el Estudio 12/89 del Archivo de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (ACHG) titulado "Estudio de viabilidad de la transferencia de caudales del embalse del Negratín en Granada al de

Cuevas del Almanzora en Almería". El 27 de septiembre de 1984, la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo resolvió aprobar el expediente inicial del Estudio de Viabilidad del trasvase Guadiana Menor-Almanzora, autorizar la redacción del citado Estudio y del Pliego de Bases para la contratación de servicios técnicos auxiliares para la realización del mismo, y nombrar como director del Estudio a Miguel Ángel Gutiérrez Fernández, por la Confederación Hidrográfica del Sur de España, y a Joaquín Delgado García, por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Posteriormente se celebró concurso público para la adjudicación de la asistencia técnica, siendo adjudicataria la Sociedad PYCSA, con fecha 17 de abril de 1989²⁶. El objeto del Estudio de Viabilidad era la definición, a nivel de anteproyecto, de un trasvase de aguas desde el embalse del Negratín al embalse de Cuevas del Almanzora, incluyendo también un estudio económico de explotación y de tarifas aplicables. La solución más recomendada para trasvasar 40 hm³/año sería elevar un caudal de 4,4 metros cúbicos por segundo desde el Canal de Jabalcón y Hoya de Baza (a 727 metros de cota) hasta los 988,62 metros, cota suficiente para atravesar entre Granada y Almería, entre la cuenca del Guadalquivir y la cuenca del Almanzora, por el paso más bajo, por Hijate, sin elevaciones intermedias²⁷. (Figura 3).

A finales del siglo XX, el 29 de diciembre de 1999, es aprobado por el Gobierno de España en la Ley 55/99 que, en sus disposiciones transitorias, contemplaba la trasferencia de hasta 50 hm³/año de agua embalsada del Negratín al Almanzora. Las obras se inician en diciembre

Figura 3. Esquema del trasvase de aguas del embalse del Negratín (Granada) al embalse de Cuevas del Almanzora (Almería) proyectado en el Estudio 12/89



Fuente: A.C.H.G. Estudio 12/89. Tomo I. Memoria y Anejos nº 1 a 4.

²⁴ Gil, 2017, 159.

²⁵ ACHS, 1942, 49.

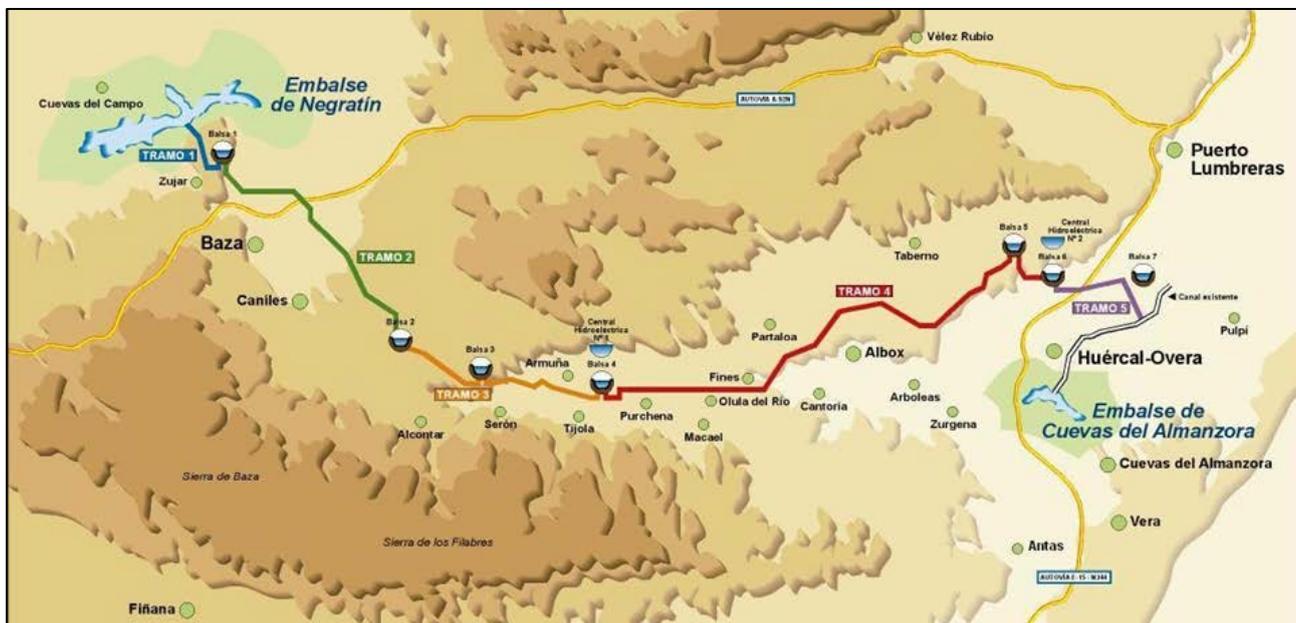
²⁶ ACHG, Estudio 12/89.

²⁷ Gil y Gómez, 2017, 80.

del 2001 y se hacen las primeras pruebas de elevación y conducción de agua en el año 2003. De esos 50 hm³, se destinan 43 hm³ para el riego de más de 24.000 hectáreas y 7 hm³ para abastecimientos de varios municipios del Levante almeriense²⁸. (Figura 4).

fincas de “Aguas del Almanzora, S.A.”, en las marismas del Guadalquivir y, a cesiones de derechos, unos 42.600.320 metros cúbicos, el 6,494%. Del total trasvasado se destinó a los regadíos el 92,138% y a abastecimientos el 7,862% (Figura 5)

Figura 4. Trazado de la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A)



Fuente: ACUAMED y “Aguas del Almanzora, S.A.”.

El volumen total de agua que ha circulado por la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A) en quince años (2003-2017) ha sido de 655.995.306 metros cúbicos y el valor medio de 43,733 hm³/año. (Tabla 1).

Tabla 1. Volúmenes de agua (m³) que han circulado por la Conexión Negratín-Almanzora (2003-2017)

VOLUMEN DE AGUA QUE HA CIRCULADO POR LA C N-A (en m ³)				
AÑO	REGADÍO	ABASTECIMIENTO	OTROS APORTES	TOTAL
2003	2.109.556	-	-	2.109.556
2004	23.185.678	6.080.741	574.374	29.840.793
2005	34.311.198	4.534.244	756.958	39.602.400
2006	25.363.510	5.779.250	909.210	32.051.970
2007	33.500.321	4.569.070	256.337	38.325.728
2008	32.381.390	4.212.620	501.840	37.095.850
2009	38.883.830	3.747.290	191.150	42.822.270
2010	39.193.795	5.734.150	5.399.835	50.327.780
2011	41.517.960	4.477.240	8.612.893	54.608.093
2012	44.626.300	3.956.260	3.129.710	51.712.270
2013	47.492.570	445.680	6.863.330	54.801.580
2014	55.825.996	1.065.133	3.248.921	60.140.050
2015	57.036.624	1.202.800	2.347.396	60.586.820
2016	52.832.261	1.213.800	5.925.799	59.971.860
2017	36.911.069	1.204.650	3.882.567	41.998.286
TOTAL	565.172.058	48.222.928	42.600.320	655.995.306

Fuente; Elaboración propia con datos de “Aguas del Almanzora S.A.”.

El volumen de trasvase fue de 613.394.986 metros cúbicos, es decir, el 93,506% del total que ha circulado por la Conexión, y el valor medio de 40,893 hm³/año. El resto corresponde a autorizaciones de intercambio de las

TRASVASE JÚCAR-VINALOPÓ

La petición de traer agua del Júcar al Vinalopó es antigua; lo solicita el Concejo de Elche el 27 de mayo de 1420. Recientemente para paliar los graves problemas de sobreexplotación de las aguas subterráneas y restituir el equilibrio hídrico, el Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar de 1988 previó la realización del trasvase Júcar-Vinalopó. Fue declarado de Interés General para el Estado y sus obras se incluyeron en el Plan Hidrológico Nacional de 2001²⁹.

Las obras se inician en el año 2002, y tras el cambio de toma de Cortés de Pallás (Alto Júcar) por la de las cercanías del Azud de la Marquesa (en Cullera, casi en la desembocadura del Júcar en el Mediterráneo) finalizan en el 2011, en término de Villena. Se autoriza trasvasar hasta 80 hm³/año para el abastecimiento y riego en el Alto y Medio Vinalopó, y sobre todo abastecimiento en el Campo de Alicante y en la Marina Baja³⁰.

Para la financiación del trasvase se firma un Convenio (el 13 de junio de 2001) entre los usuarios de la Conducción Júcar-Vinalopó y la empresa pública Aguas del Júcar, S. A., en el que las Comunidades Generales de Usuarios del Alto Vinalopó y del Medio Vinalopó-Campo de Alicante, más el Consorcio de Aguas de la Marina Baja, asumen la repercusión íntegra de los costes de explotación y una parte importante de la amortización de las obras a realizar³¹.

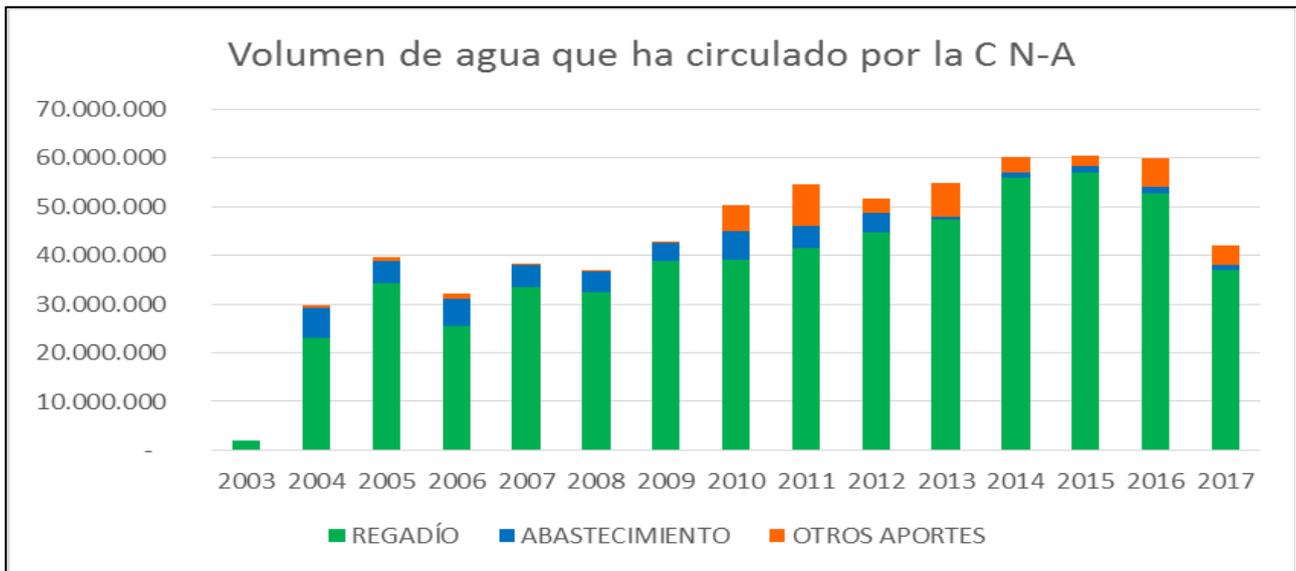
²⁸ Gil; Bernabé y Gómez, 2017, 2482.

²⁹ López y Melgarejo, 2010, 203.

³⁰ Gil y Rico, 2015, 249.

³¹ Rico, 2002, 463.

Figura 5. Volúmenes de agua (m3) que han circulado por la Conexión Negratín-Almanzora



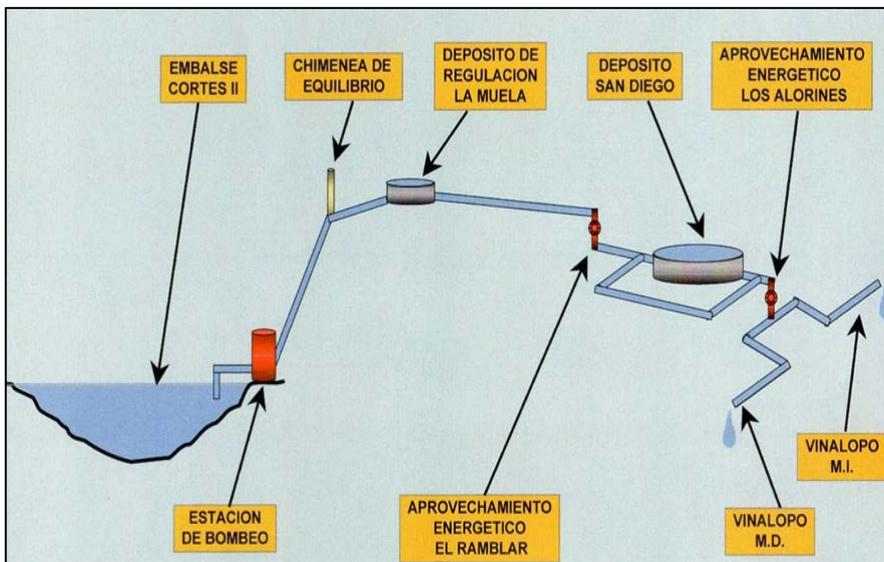
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de "Aguas del Almanzora, S.A.".

Las primeras obras del trasvase Júcar-Vinalopó, proyectado con la toma de agua en Cortés de Pallás, en el año 2002 constaban de una estación de bombeo para 80 hm³/año, 38,34 kilómetros de tubería, 28 kilómetros de túneles, dos minicentrales hidroeléctricas (El Ramblar y Los Alorines), balsa reguladora de La Muela (de unos 500.000 metros cúbicos de capacidad), y el depósito final de San Diego (de 20 hm³ de capacidad). El caudal de bombeo previsto era de 10 m³/segundo y el de conducción de 5,6 m³/segundo. El coste estimado ascendía a 231,5 millones de euros, de los que el Ministerio de Medio Ambiente asumía las dos terceras partes (la Sociedad de Aguas del Júcar el 32,6% y de fondos FEDER el 34,8%), y a los usuarios correspondería el 32,6% del coste. (Figura. 6). La Administración Autonómica asumía el Postrasvase Júcar-Vinalopó con las conducciones desde la

balsa de San Diego (20 hm³) a la balsa de la Cuesta (0,6 hm³) en término de Villena; de ella a la balsa del Toscar (1,2 hm³) en término de Monovar. De esta balsa parte el llamado Canal de la Margen Izquierda a Monovar, Novelda, Monforte del Cid y Agost y, otro a la balsa del Rollo en Hondón de las Nieves, de donde se bifurca un ramal hacia Hondón de los Frailes y otro hacia Aspe y Elche.

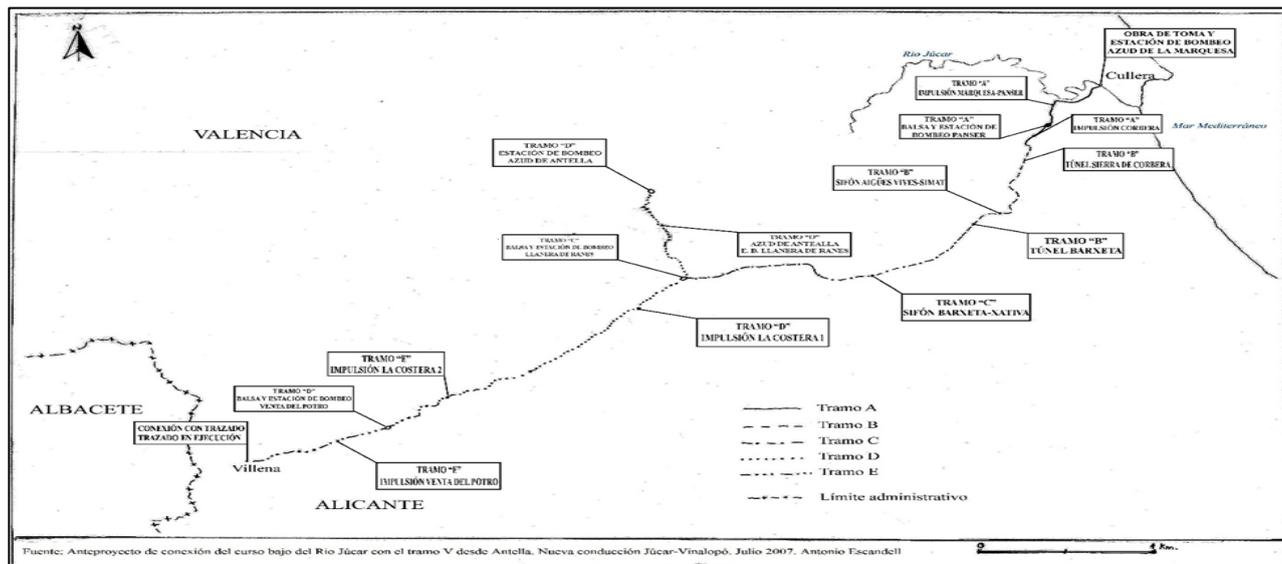
En julio del 2007, tras el cambio del lugar de toma, el Anteproyecto de Conexión del Curso Bajo del río Júcar con el Tramo V de la antigua conducción Júcar-Vinalopó, contaba con cinco tramos diferenciados a partir de su inicio en la toma a unos 50 metros aguas arriba del Azud de la Marquesa y estación de bombeo. En el tramo "A" la conducción tiene la impulsión Marquesa-Panser, balsa y estación de bombeo Panser, impulsión Corbera. El tramo "B" se inicia con el túnel para atravesar la Sierra de Corbera, el sifón Aigües Vives-Simat y el túnel de Barketa. El tramo "C" consta del túnel Barketa-Xativa y la balsa y estación de bombeo Llanera de Ranes. Aquí converge el tramo "D" con estación de bombeo en el Azud de Antella y conducción desde el Azud de Antella hasta la estación y balsa de Llanera de Ranes. El tramo "D" contiene también la impulsión a la Costera 1. En el tramo "E" sobresalen: la impulsión a Costera 2, la balsa y estación de bombeo de Venta del Potro, la impulsión de Venta del Potro y la conexión con el trazado del Tramo V hacia la balsa de San Diego. (Figura 7).

Figura 6. Esquema del Trasvase Júcar-Vinalopó. Año 2002



Fuente: "Aguas del Júcar, S.A."

Figura 7. Esquema del trasvase Júcar Vinalopó. Año 2007



Fuente: Junta Central de Usuarios del Vinalopó, L'Alacantí y Consorcio de Aguas de la Marina Baja.

Estos cambios encarecían el proyecto pues duplicaba los costes de inversión al presupuestarse en 433 millones de euros. También serían más elevados los costes de explotación por la gran cantidad de impulsiones y el incremento de los precios de la energía. Además, las aguas de esta nueva toma eran de peor calidad, por los aportes de todo el recorrido desde el alto Júcar a la casi desembocadura (aumento de conductividad, amonio, nitratos y nitritos, reducción del oxígeno disuelto, etc.), por lo que no eran de interés para los abastecimientos.

Imagen 4. Balsa de San Diego en Villena (de 20 hm³ de capacidad)



Fuente: Facilitada por el autor.

En el año 2012 se enviaron unos 12 hm³ (11,7 hm³) a la balsa de San Diego, que al no estar suficientemente impermeabilizada con el espesor de arcillas de la base, sufrió filtraciones que apenas permitieron distribuir 4,3 hm³ a los usuarios. Urge su reparación (valorada en unos 20 millones de euros, salvo que se asfalte como medio de impermeabilización) para que este enorme depósito cumpla con su función de regulación y almacenamiento de los caudales trasvasados. Del 2012/2013 al 2017/2018 apenas han transferido un volumen de 37,9 hm³ del Júcar, lo que supone un volumen medio de 6,316 hm³/año,

menos del 10% del volumen máximo autorizado para cada año.

Han pasado más de quince años del inicio de las obras del trasvase Júcar-Vinalopó y todavía no funciona de forma regular. Lo hace mediante convenios coyunturales entre ACUAMED (Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, ahora de Transición Ecológica) y los usuarios a través de la Junta Central de Usuarios del Vinalopó, L'Alacantí, y Consorcio de Aguas de la Marina Baja.

DISCUSIÓN. LOS TRASVASES, UN RECURSO CUESTIONADO, FRENTE A LA DESALINIZACIÓN.

Las condiciones climáticas de escasa e irregulares precipitaciones son las que desde la Edad Media impulsaron el deseo de traer agua desde otras cuencas al espacio surestino español. La perspectiva de llegada de las aguas del Tajo, unido a la posibilidad de llegar a los acuíferos profundos, originó una ampliación de las áreas regadas desconocida hasta entonces. Las condiciones térmicas favorables en los espacios cercanos al litoral (no existe un invierno térmico pues en ningún mes la temperatura media es inferior a 7°C), posibilitó una hortofruticultura dirigida a un creciente mercado urbano, europeo y nacional, que cambió el panorama agrícola tradicional de estos espacios. El crecimiento económico ligado a estos hechos se puede constatar en múltiples valores como la evolución de la población, la participación en el PIB de las exportaciones agrarias, desarrollo del sector del transporte y logístico, maquinaria agrícola, riego etc. A pesar de que los usuarios de las aguas recibidas están seguros de la trascendencia positiva de estos trasvases, a nivel regional y nacional, aún hay quien los cuestiona³².

En los últimos años, el país ha experimentado una sequía que se ha acusado y prolongado en el Sureste (2015-2018). Si se entiende por sequía un fenómeno natural con valores de precipitación inferiores a lo normal en un área determinada y durante un periodo de tiempo

³² Moreu, 1993, 189. Morote y Rico, 2018.

más o menos prolongado, que restringe la oferta natural de recursos de agua disponibles³³, en la cuenca del Segura se ha cumplido. El año hidrológico 2013/2014 había sido seco, con valores de 153 mm sobre un valor medio de 365 mm, y la situación se prolongó hasta que en el 2015 se aprobó el Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, por el que se declaraba la situación de sequía en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS). Esta declaración lleva aparejadas una serie de medidas que se han prorrogado varios años (R.D. 817/2015, de 11 de septiembre; R.D. 335/2016, de 23 de septiembre; R.D. 851/2017, de 22 de septiembre; y R.D. 1210/2018, de 28 de septiembre de 2018). Éstas son de adaptación al riesgo de sequía y sirven para bajar el umbral de éste. Algunas de ellas son importantes en sectores como el turístico. Es lo que sucedió en el municipio de Benidorm que, a partir de la creación del Consorcio de aguas comarcal y de la implantación de recursos no convencionales (aguas depuradas y de desalinización), el umbral de riesgo descendió³⁴.

De las cuencas hidrográficas españolas, si se examinan las aportaciones de agua (escorrentías y embalses) para la serie 1940-1995 en comparación con la de 1996-2005, la del Segura es la que ha experimentado un mayor descenso (un tercio), que se ha tenido en cuenta en la planificación hidráulica de la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS) para el periodo 2015- 2021. Las proyecciones y escenarios de cómo afectará el Calentamiento Global y el Cambio Climático, más que apuntar a un descenso brusco de las precipitaciones, parecen señalar una intensificación de sucesos extremos como sequías e inundaciones. Aunque la serie histórica del Sureste parece no confirmar esa mayor frecuencia de fenómenos extremos.

La situación es particularmente grave cuando afecta la sequía también a las cuencas cedentes de trasvases al Sureste (como el Sistema Cabecera del Tajo o el Sistema al que pertenece el embalse del Negratín). En este caso se ha llegado a situaciones de “trasvase cero”, como ha sucedido en los años hidrológicos 2016/2017 y 2017/2018 para el trasvase Tajo-Segura (TTS) o para la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A). En el primer caso, desde mayo de 2017 a marzo del 2018, y en el Negratín-Almanzora han sido siete meses (del 26 de agosto de 2017 al 9 de marzo del 2018) sin trasvasar agua.

En el peor escenario para la Cuenca Mediterránea de aumento de las temperaturas y disminución de las precipitaciones, quizás serían más frecuentes las situaciones de “trasvase cero” como las vividas en el 2017 y 2018. En estos casos la desalinización pasaría de recurso complementario a necesario y estratégico, como ha sucedido durante ese casi año de trasvase cero para poder asegurar el abastecimiento a la población³⁵.

Considerando que aproximadamente el 97% del agua del planeta es salada, la desalinización de aguas salobres o marinas es una de las posibles alternativas para paliar la falta de agua en regiones como el Sureste. Pero las actuales tecnologías de ósmosis inversa y de destilación, presentan un elevado consumo energético para la potabilización, lo que repercute en el costo final. Es

preciso continuar la investigación en este campo y desarrollar otras técnicas como la desionización capacitativa (CDI). Ésta es una técnica electroquímica de desalinización sin membranas y a baja presión que se lleva a cabo a temperatura ambiente, basada en aplicar un voltaje entre dos electrodos sumergidos en una solución salina. Está en experimentación y pruebas piloto, falta su desarrollo a nivel industrial, pero ahorra costos energéticos y ambientalmente es más sostenible³⁶. El Programa AGUA (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua), preveía unos precios de 0,40 a 0,60 euros el metro cúbico de agua producto de las desalinizadoras. La realidad es que el precio, en algunas de estas plantas, alcanza 0,8534 euros metro cúbico, casi el doble de lo previsto en el Programa AGUA, y el coste energético supone el 40% del precio final (0,3373 euros). Se reduciría con autogeneración en parques fotovoltaicos próximos a cada planta.

Cada vez más, se ha tenido que recurrir a la producción de desaladoras y desalobradoras, ante la disminución de los recursos propios y trasferidos, por la sequía en el Sureste y en las cabeceras del Tajo y del Guadiana Menor (Guadalquivir). El ejemplo más significativo es el acopio de agua llevado en estos años por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla (MCT), que ante la disminución de caudales trasvasados del Tajo y de los aportes de ríos segureños como el Taibilla, ha tenido que recurrir cada vez más a la desalinización³⁷. (Figura 8)

En el año 2017, de los 193.652.963 metros cúbicos que distribuyó la MCT., 85.370.329 metros cúbicos (el 44,084%), correspondían al agua producto de las desaladoras que gestiona la propia MCT (San Pedro I, San Pedro II, Alicante I y Alicante II) y de las que gestiona ACUAMED (Águilas, Valdelentisco, y Torrevieja). Las primeras estaban al 100% de su capacidad de producción, y las de ACUAMED estaban por debajo de su capacidad, sobre todo la de Torrevieja (por falta de conexiones energéticas). Del volumen de agua desalada que distribuyó la MCT., el 26,622% correspondía a la planta de San Pedro I, el 20,196% a la de San Pedro II, el 14,461% a la de Alicante I, y el 11,508% a la de Alicante II. La participación de las de ACUAMED fue mucho menor con valores del 10,880% por parte de la de Valdelentisco, del 1,529% por la de Águilas y del 14,825% por la de Torrevieja, (plantas que también tenían que suministrar agua a los regadíos). La capacidad de tratamiento de todas las plantas instaladas en el Sureste, (desde la de la Marina Baja hasta la de Carboneras), sobrepasaba el millón de metros cúbicos/día³⁸.

El agua de desaladoras y desalobradoras es más cara que la de los trasvases, las plantas producen a una media de 0,45 euros el metro cúbico para los regadíos. Mientras que el agua de los trasvases Tajo-Segura y Negratín-Almanzora, puesta a pie de los perímetros regables, está por debajo de 0,30 euros el metro cúbico. Otra situación es el caso del trasvase Júcar-Vinalopó pues el cambio de toma ha hecho que el coste del metro cúbico sea mayor y

³³ Morales; Olcina y Rico, 2000, 8.

³⁴ Olcina; Baños y Rico, 2016, 129.

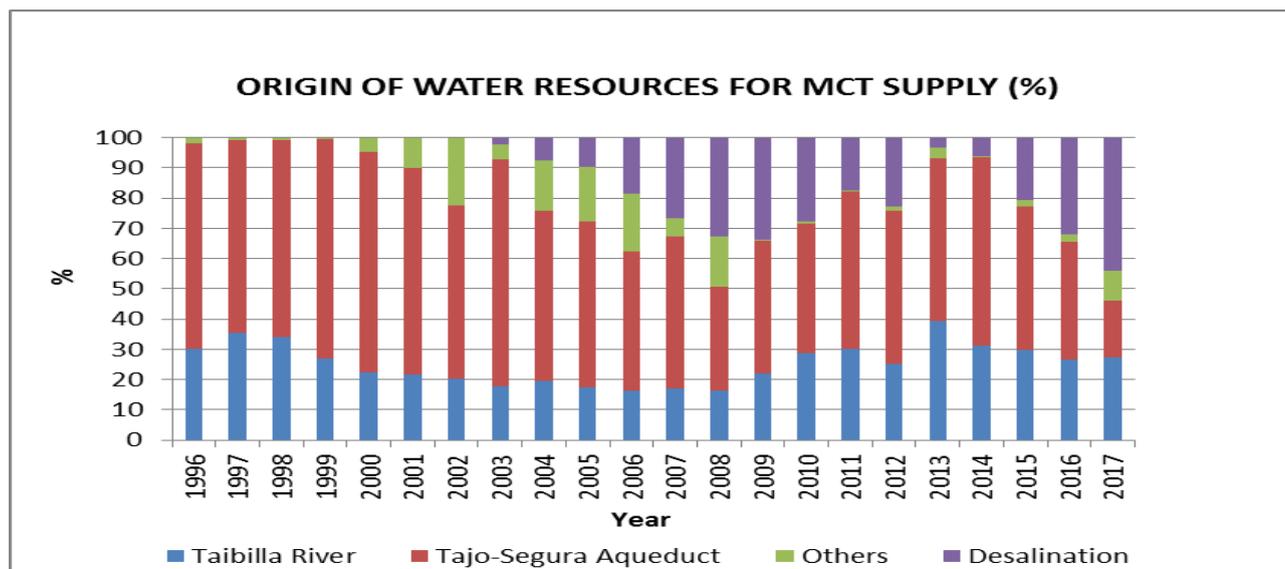
³⁵ Morote, 2018, 56.

³⁶ Bouhadana; Ben-Tzion; Soffer y Aurbach, 2011, 254.

³⁷ Gil; Bernabé y Gómez, 2017, 2465. Melgarejo; López y Fernández, 2019, 1387. Morote, 2018, 57.

³⁸ Gil; Bernabé y Gómez, 2017, 2487.

Figura 8. Evolución del origen del agua suministrada por la MCT (1996-2017).



Fuente: Bernabé y Gómez, 2015 y MCT 2016 y 2017.

además con aguas de peor calidad. Es este uno de los principales escollos en la utilización de las aguas de las desaladoras³⁹, asumible por el consumo urbano pero inviable para usos agrícolas. La experiencia de este último año 2018 no deja dudas de que la desalinización es un complemento importante a los trasvases en el Sureste para el conjunto de oferta de recursos, y puede paliar parte del déficit de la relación recursos-demandas, a pesar de los efectos negativos que lleva consigo⁴⁰. En situaciones de sequía se amplía su participación y se convierte en un recurso necesario y estratégico. La suficiencia hídrica se logrará en esta región del Sureste, mediante una gestión integrada de todos los recursos (propios y foráneos, regulación de escorrentías superficiales, captación de freáticos próximos-subálveos y profundos-subterráneos, desalinización, regeneración de residuales, etc.) y con políticas sostenibles de gestión de las demandas.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

En la región semiárida del SE español la relación recursos-demandas de agua genera un déficit que adquiere carácter no coyuntural sino estructural.

En la Memoria del Anteproyecto General del Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hídricos del Centro y Sureste de España. Complejo Tajo-Segura (de noviembre de 1967), la cuenca del Segura era la que presentaba un mayor déficit hídrico (-380 hm³/año) seguida de la del Sur (-271 hm³/año). El Plan de Cuenca de la Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS), para el periodo de planificación 2015-2021, reflejaba un déficit de 480 hm³/año. Para esa misma planificación la Cuenca Mediterránea Andaluza (Sur y Este de Andalucía) presentaba un déficit de 160 hm³/año⁴¹.

Déficit ocasionado a pesar de los recursos foráneos de los trasvases que han circulado por estas infraestructuras de conexión entre cuencas. La media del volumen trasferido por el ATS ha sido de 322,087 hm³/año, la de la

Conexión Negratín-Almanzora fue de 40,893 hm³/año, y la de la Conexión-Júcar-Vinalopó de 6,316 hm³/año. También a pesar de los incrementos en el tratamiento de aguas residuales para su posterior reutilización (en la Región de Murcia el 98% de las aguas residuales según ESAMUR), y de la apuesta por la desalinización (desalación y desalobración).

En situaciones de sequía, ante la disminución de recursos propios y foráneos, la desalinización pasa de ser un complemento a convertirse en recurso necesario y hasta estratégico (asegurar al menos los abastecimientos y contribuir a mantener el desarrollo regional). Es necesario mejorar las tecnologías empleadas en la desalinización, pues la producción de agua desalada incrementa la factura energética de España, y los costes tan elevados dificultan su uso en los regadíos tradicionales e históricos, junto a problemas como el exceso de boro, o dónde arrojar las salmueras, etc., que no la hacen sostenible ambientalmente.

A corto y medio plazo, se debe contar con propuestas que permitan la continuidad y mejora de los trasvases de agua.

Para asegurar el trasvase Tajo-Segura se debe apostar por la Solución Oeste del abastecimiento a Madrid, mirar al Sistema Central, a Gredos y Guadarrama, (con años que registran más de 1000 mm de precipitación y con elevada innivación), lo que permitiría enviar agua de calidad de las cuencas del Tietar, del Alberche, etc. En su defecto plantear una conexión del ATS también desde el tramo medio para asegurar esa media de 322 hm³/año y llegar al volumen de los 600 hm³/año de la primera fase.

Completar la depuración de todas las aguas residuales de Madrid y del corredor del Henares, para facilitar más de 600 hm³/año de retornos con calidad para el Tajo, a la altura de Talavera de la Reina. Acabar con el exceso de desembalses en el Sistema Cabecera del Tajo, pues se trasfiere a Portugal más de lo acordado en el Convenio de Albufeira. Controlar los volúmenes destinados a caudal ecológico (6 m³/segundo en Aranjuez suponen aportar 189,2 hm³/año, es decir más del 23% del Sistema Cabecera del Tajo, y ha habido años que se ha enviado

³⁹ Morote, 2018, 60.

⁴⁰ *Ibidem*, 62.

⁴¹ Gil; Bernabé y Gómez, 2017, 2481.

más del 50%. En el periodo 1978/1979-2015/2016 el exceso de caudal ecológico en Aranjuez fue de 219 hm³/año (más de lo trasvasado en algunos años hidrológicos)⁴².

Es preciso un mayor control de las extracciones de los acuíferos de la divisoria de aguas subterráneas entre la Cabecera del Tajo y las cuencas vecinas del Ebro y del Júcar (masas de agua de Sigüenza-Maranchón, Molina de Aragón, Tajuña-Montes Universales, y Entrepeñas en el sector del Alto Tajo). Una vez construidos y entrado en funcionamiento los embalses de Montoro y Fresneda, ya no es preciso transferir del Alto Tajo (hasta 30 hm³/año) para el abastecimiento de las comarcas de Puertollano y Valdepeñas, puede hacerse desde las cuencas del Guadiana y Guadalquivir⁴³.

La planificación hidráulica para el periodo 2015-2021 (R.D. 270/2014, del 11 de abril) establece las demandas propias del Sistema Cabecera del Tajo en 261,59 hm³/año (urbana 33,47 hm³, agraria atendida con aguas superficiales 178,09 hm³ y con subterráneas 4,49 hm³, industrias atendidas con aguas superficiales 37,85 hm³ y con subterráneas 7,69 hm³). La planificación hidráulica 2021-2027 prevé un incremento de las demandas de 14,912 hm³/año⁴⁴. Con una reserva de 300 hm³/año estarían atendidas las demandas del Sistema Cabecera del Tajo. Sólo políticas demagógicas, aquellas que juegan con las emociones de los ribereños de la cuenca cedente⁴⁵, y las de políticos de uno y otro signo que buscan el voto, desean ampliar el límite no trasvasable e incluso la desaparición de las transferencias sin aludir a las compensaciones que reciben.

En una política de aguas de Estado, el agua es un bien colectivo, de dominio nacional y uso público, (no es patrimonio de los ribereños). La gestión corresponde al Estado, como figura en el R.D.1/2001 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, que en su artículo 1 dice: *“Las aguas continentales superficiales, así como las subterráneas renovables, integradas todas ellas en el ciclo hidrológico, constituyen un recurso unitario, subordinado al interés general, forman parte del dominio público estatal como dominio público hidráulico”*.

La Conexión Negratín-Almanzora (C N-A) cumple con el objetivo de satisfacer las demandas de aguas que desde hace siglos tenía una cuenca de escasos recursos propios como la del Almanzora. Manifestadas esas necesidades recientemente por la Junta Central de Usuarios de Aguas del Valle del Almanzora (JCUAVA), creada el 29 de noviembre de 1987 como corporación de derecho público. Adscrita inicialmente a la Confederación Hidrográfica del Sur, reúne a 27 municipios y a varias comunidades de regantes y otros usuarios de aguas, tanto superficiales como subterráneas, en la cuenca del río-rambla Almanzora. Será la JCUAVA la encargada de transmitir estas peticiones a los sucesivos gobiernos regionales y nacionales, para autorizar el trasvase de aguas del embalse del Negratín (Granada) al embalse de Cuevas del Almanzora (Almería). Participan con la empresa “Aguas del Júcar, S.A.” (se constituye el 6 de junio de

1997 y amplía capital el 28 de noviembre de 2006) en la gestión de la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A) en sus más de quince años de funcionamiento⁴⁶.

Aunque la explotación de la Conexión Negratín-Almanzora debiera realizarla la Sociedad Estatal ACUAMED, a través de un convenio de gestión, es “Aguas del Júcar, S.A.” la que la mantiene las 24 horas del día, todos los días del año, con una media de volumen en circulación de 43.733.020 metros cúbicos/año. Está organizada en un accionariado que ha sabido incorporar a nuevos usuarios como La C.R. de San Antonio de Hijate e incluso facilitar las infraestructuras de la Conexión a otras comunidades de regantes de la zona que atraviesa como la C.R. Campo Vega de Baza. Entre los proyectos para ampliar y dar continuidad a la (CN-A), sobresalen el solicitar una ampliación de hasta 30 hm³/año y conducirla mediante una tubería enterrada paralela a la existente. Ello permitiría proporcionar agua al área colindante murciana (Águilas, Puerto Lumbreras y Lorca), con los que se están beneficiando de intercambios de aguas subterráneas y de desalinización del Bajo Guadalentín al Bajo Almanzora. La gestión (estrecha relación con JCUAVA y acuerdo con ACUAMED) de la Conexión Negratín-Almanzora para regantes y otros usuarios, puede presentarse como un modelo de gobernanza.

El Convenio suscrito con “Aguas del Júcar, S.A.” en su origen, recogía los objetivos del Plan Hidrológico Nacional y del Plan de Cuenca del Júcar. Era prioritario en la Conexión Júcar-Vinalopó la sustitución de aprovechamientos existentes en acuíferos sobreexplotados⁴⁷. En el trasvase Júcar-Vinalopó, de los hasta 80 hm³/año a transferir tres cuartas partes se destinarían a sustitución de las extracciones en acuíferos sobreexplotados. Algunos de ellos se extienden por la vecina provincia de Murcia como el acuífero Jumilla-Villena, el del Carche-Salinas y el del Quibas. Quizás comunidades de regantes y usuarios de abastecimientos del Altiplano Jumilla-Yecla y de la Comarca Oriental de Fortuna-Abanilla se interesarían y estarían dispuestos en participar en los costes y volúmenes de las aguas de este trasvase.

De las medidas para dar continuidad al trasvase Júcar Vinalopó estaría reparar la balsa de San Diego (pierde el agua por filtraciones y no cumple con su papel regulador y de almacenamiento). Firmar un convenio interanual, entre el Ministerio de Transición Ecológica y la Junta Central de Usuarios del Vinalopó-L’Alacantí y el Consorcio de la Marina Baja, para el funcionamiento continuado del Trasvase Júcar-Vinalopó (amortización, gastos de explotación, etc.). Terminar la Administración Regional las obras del postrasvase (balsas y conducciones). Y recuperar el inicial trazado con toma en Cortés de Pallás, que significaría menos costes y aguas de mejor calidad.

En la región Sureste, ante situaciones (normales o de sequía) con falta de recursos para atender las demandas, se tiende a un incremento de la extracción de agua de los acuíferos y a la extensión de prácticas de riego deficitario en los perímetros regables. La solución no consiste en invertir en rogativas para que llueva, hay que invertir en una oferta integral de recursos propios y foráneos

⁴² Gómez, 2017, 58.

⁴³ Gil; Martínez y Gómez, 2018, 173.

⁴⁴ Gómez, 2017, 122.

⁴⁵ Poma, 2014.

⁴⁶ Gil et al., 2014, 152. Gil y Gómez, 2017, 79, 132 y 137.

⁴⁷ Rico, 2002, 463.

(convencionales y no convencionales), con medidas de control y ahorro en la satisfacción de las demandas para mantener y hacer sostenible el desarrollo del Sureste de España.

BIBLIOGRAFÍA

- Archivo de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (ACHG) 1989: *Estudio 12/89*. “Estudio de viabilidad de las transferencias de caudales del embalse del Negatín en Granada al embalse de Cuevas del Almanzora en Almería”. Tomo I. Memoria y anejos 1 al 4.
- Archivo de la Confederación Hidrográfica del Segura (ACHS) 1942: Legajo 15.334. *Dictamen de la Comisión de Estudios para el Aprovechamiento de los ríos Castril y Guardal*.
- Berbel, J. y Gutiérrez-Martín, C. (Coord.) 2017: *Efectos de la modernización de regadíos en España*. Almería. Cajamar Caja Rural.
- Bernabé-Crespo, M.B.; Gómez-Espín, J. M^a. 2015: “El abastecimiento de agua a Cartagena”, *Cuadernos Geográficos*, 54 (2), 270-297.
- Bouhadana, Y.; Ben-Tzion, M.; Soffer, A. y Aurbach, G. 2011: “A control system for operating and investigating reactors: The demonstration of parasitic reactions in the water desalination by capacitative desionization”, *Desalination*, 268, 253-261. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.10.037>
- Delacámara, G.; Diez, J. C.; Lombardo, F. (Coord.) 2017: *Libro Blanco de la economía del agua*. Madrid. McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Dirección General de Obras Hidráulicas (DGOH) 1967: *Anteproyecto General de Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro Sureste de España. Complejo Tajo-Segura*. Madrid. Ministerio de Obras Públicas (MOP). Tomos I y II, y 67 planos.
- Gil, A. 2016: *Acondicionamiento, rectificación y regulación del Segura*. Alicante. Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- Gil, A. y Rico, A. M. 2015: *Consortio de aguas de la Marina Baja. Gestión convenida, integral y sostenible del agua*. Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- Gil, E. et al. 2014: *El dinamismo del regadío de Pulpí*. Murcia, Comunidad de Regantes de Pulpí.
- Gil, E. 2015: “La lucha por el agua en el sector occidental, de la región del Sureste de España: El trasvase Negratín-Almanzora”, *Norba. Revista de Geografía*, 12, 49-72.
- Gil, E. 2017: “Antecedentes de trasvases de agua al Sureste de España como la Conexión Negratín-Almanzora”, *Cuadernos Geográficos*, 56 (2), 48-71.
- Gil, E. y Gómez, J. M^a. 2016: “Tarifas y peajes por el uso de las infraestructuras hidráulicas del Acueducto Tajo-Segura y del Posttrasvase. Su papel como ejes vertebradores del modelo territorial del Sureste”, en Navarro Caballero, T. M. (coord.): *Desafíos del Derecho de Aguas. Variables jurídicas, económicas, ambientales y de Derecho Comparado*. Madrid, Thomson Reuters Aranzadi, 333-346.
- Gil, E.; Bernabé-Crespo, M. B. y Gómez, J. M^a 2017: “Las políticas de trasvases de agua y desalación en España, sus repercusiones en la ordenación del territorio del Sureste”, en VV. AA.: *XXV Congreso de la AGE*. Madrid, Asociación de Geógrafos Españoles (AGE). 2480-2489.
- Gil, E.; Martínez, R. y Gómez, J. M^a. 2018: “El trasvase Tajo-Segura (1979-2017). Actuaciones para su futuro en España”, *Tecnología y Ciencias del Agua*, 9(2), 160-174.
- Gil-Meseguer, E. y Gómez-Espín, J. M^a. 2017: *El trasvase de aguas del embalse del Negratín (Granada) al embalse de Cuevas del Almanzora (Almería). La Conexión Negratín-Almanzora (C N-A)*. Murcia, Universidad de Murcia y “Aguas del Almanzora, S.A.”
- Gómez-Espín, J. M^a. (Coord.) 2017: *El Trasvase Tajo - Segura. Propuestas para su continuidad y futuro: Usos del agua en el Alto Tajo (2015-2021). Cesiones de derechos y centros de intercambio de agua en el ATS. Saarbrücken (Alemania), Editorial Académica Española*.
- Gómez, J. M^a; López, J. A. y Montaner, E. (Coords.) 2011: *Modernización de regadíos: Sostenibilidad social y económica. La singularidad de los regadíos del Trasvase Tajo-Segura*. Colección Usos de Agua en el Territorio, n^o 6. Murcia. Fundación Séneca. SCRATS. Edit.um. Universidad de Murcia.
- Hernández, M.; Morales, A. 2008: “Trascendencia socio-económica del Trasvase Tajo-Segura, tras 30 años de funcionamiento en la provincia de Alicante”, *Investigaciones Geográficas*, 46, 31-38. <https://doi.org/10.14198/INGEO2008.46.02>
- López, I.; Melgarejo, J. 2010: “El trasvase Júcar-Vinalopó. Una respuesta a la sobreexplotación de acuíferos”, *Investigaciones Geográficas*, 51, 203-233. <https://doi.org/10.14198/INGEO2010.51.09>
- MAGRAMA 2001: *Plan Nacional de Regadíos. Horizonte 2008*. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAGRAMA). Dirección General de Desarrollo Rural.
- Melgarejo, J.; López, M. I.; Fernández, P. 2019: “Water distribution management in South-East Spain: A guaranteed system in a context of scarce resources”, *Science of the Total Environment*, 648, 1384-1393. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.263>
- Morales, A.; Olcina, J. y Rico, A. M. 2000: “Diferentes percepciones de la sequía en España: Adaptación, catastrofismo e intentos de corrección”. *Investigaciones Geográficas*, 23, 5-46. <https://doi.org/10.14198/INGEO2000.23.06>
- Moreu, J. L. 1993: “Los trasvases de recursos hidráulicos entre cuencas y el caso particular de los trasvases del Ebro”. *Revista Jurídica de Navarra*, 15, 183-220.
- Morote, A. F. 2018: “La desalinización. De recurso cuestionado a recurso necesario y estratégico durante situaciones de sequía para los abastecimientos en la Demarcación Hidrográfica del Segura”, *Investigaciones Geográficas*, 70, 47-69. <https://doi.org/10.14198/INGEO2018.70.03>
- Morote, A. F. y Rico, A. M. 2018: “Perspectivas de funcionamiento del Trasvase Tajo-Segura (España): efectos de las nuevas reglas de explotación e impulso de la desalinización como recurso sustitutivo”, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 79, 1-43. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2754>
- Olcina, J.; Baños, C. J. y Rico, A. M. 2016: “Medidas de adaptación al riesgo de sequía en el sector hotelero de Benidorm (Alicante, España)”, *Revista de Geografía Norte Grande*, 65, 129-153. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022016000300007>
- Poma, A. 2014: “Emociones y cambio cultural en dos experiencias de conflictos contra obras hidráulicas en España y México”, *Agua y Territorio*, 4, 96-106 <https://doi.org/10.17561/at.v1i4.2167>
- Rico, A. M. 2002: “Escasez de recursos de agua y planteamiento de trasvases en la provincia de Alicante: la transferencia Júcar-Vinalopó”, en Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Coords.): *Insuficiencias hídricas y Plan Hidrológico Nacional*. Alicante. CAM. Instituto Universitario de Geografía. 407-478.
- Rico, A. M. 2016: “La Mancomunidad de los Canales del Taibilla: un modelo de aprovechamiento conjunto de fuentes convencionales y desalinización de agua marina”, en Olcina Cantos, J. y Rico Amorós, A. M. (Coords.): *Libro jubilar en homenaje al Profesor Antonio Gil Olcina*. 367-394. <https://doi.org/10.14198/LibroHomenajeAntonioGilOlcina2016-23>
- Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, SCRATS. 2018: *Memoria 2017*. Murcia. SCRATS.
- Tamames, R., Aurin, R. 2015: *Gobernanza y gestión del agua: modelos público y privado*. Barcelona. Profit Editorial, S.L.
- United Nations Environment Program (UNEP). 2010: *Latin America and Caribbean. Atlas of our changing environment*. Nueva York, EE.UU, ONU.
- Vargas, S.; Soares, D.; Pérez, O. y Ramírez, A. 2009: *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*. México, IMTA.
- Vergara, A. 1991: “La codificación del derecho de aguas en Chile (1875-1951)”, *Revista de Estudios Histórico-Jurídicos*, 14, 159-213.

Modernización de regadíos en España: experiencias de control, ahorro y eficacia en el uso del agua para riego

Modernization of irrigation in Spain: experiences in control, saving and effectiveness in the use of water for agriculture

José María Gómez-Espín
Universidad de Murcia
Murcia, España
espin@um.es

Resumen — Entre las políticas de gestión de las demandas de agua en España, sobresale la modernización de regadíos, con objeto de actuar sobre el principal consumidor de agua. Se han aprobado el Avance del Plan Nacional de Regadíos (1996), el Plan Nacional de Regadíos (PNR), horizonte 2005 y posteriormente horizonte 2008, así como el Plan de Choque de modernización de regadíos 2006-2008. Se han elaborado varias estrategias como la Estrategia Nacional para la Modernización Sostenible de los Regadíos, horizonte 2015, la Estrategia Nacional de Regadíos, horizonte 2020, y la Estrategia Nacional de Regadíos 2018-2025. Del año 1996 al 2017, se ha modernizado más de la mitad de la superficie regada (de los 3,79 millones de ha regables, más del 50% reciben riego a presión localizado). Las mejoras de las conducciones, la automatización, el cambio de sistemas de riego, etc., han generado un ahorro de agua de más de 1800 hm³/año. Se precisa un nuevo Plan Nacional de Regadíos, donde el esfuerzo conjunto de Administración General, de Comunidades Autónomas y de regantes logre dar soluciones a problemas como la energía en el riego por elevación, el riego deficitario en situaciones de sequía, la aplicación de caudales de la regeneración y de la desalación, la sostenibilidad de los sistemas y paisajes regados, etc.

Abstract — *Modernization of irrigation stands out among the management policies of water demands in Spain, which is the main consumer of water. The National Irrigation Plan preview (PNR) preview, the PNR horizon 2005 and subsequently the 2008 horizon, as well as the 2006-2008 Action Plan have been approved, and several strategies have been developed, such as the Strategy for Sustainable Modernization, horizon 2015, the National Irrigation Strategy, horizon 2020 and the National Irrigation Strategy 2018-2025. From 1996 to 2017, more than half of the irrigated area has been modernized (out of 3.79 million ha of irrigable land, more than 50% receive irrigation under localized pressure). The improvements of the conductions, the automation, the change of systems of irrigation, etc., have created a saving of water (more than 1800 hm³/year). A new National Plan is needed, where the joint effort of the General Administration, the Autonomous Communities and irrigators manages to provide solutions to problems like the energy needed for irrigation by elevation, deficit irrigation in situations of drought, the use of flows from regeneration and desalination, sustainability of irrigated systems and landscapes, etc.*

Palabras clave: Regadío, Modernización, Ahorro, Eficacia, Sostenibilidad
Keywords: Irrigation, Modernization, Saving, Effectiveness, Sustainability

Información Artículo:

Recibido: 16 mayo 2018

Revisado: 10 enero 2019

Aceptado: 13 abril 2019

INTRODUCCIÓN: OBJETIVOS, METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO¹

El regadío consiste en una aportación adicional de agua a la de la precipitación caída en un terrazgo, con objeto de asegurar y diversificar los cultivos. El riego es fuente de empleo y riqueza, favorece la producción agraria y la agroindustria, contribuye a la biodiversidad y fija población en el medio rural. También presenta inconvenientes como ser el mayor consumidor de agua, ser causante de la sobreexplotación de acuíferos, de la contaminación difusa y de la salinización de suelos, etc.

El agua para riego debe competir con el agua para los abastecimientos, que es la primera necesidad y que tiene reconocida en la Ley de aguas que el abastecimiento es previo al riego. Los servicios de abastecimiento de agua potable, en varios países europeos, han sufrido un proceso de regulación y privatización. Con la implantación de organismos de carácter regional en la gestión del agua y con problemas financieros y administrativos en los municipios para estos usos y gestión².

Imagen 1. Empleos en la horticultura de regadío (recolección y transporte en origen) en Cancarix (Albacete).



Fuente: fotografía del autor.

En España el riego se aplica a más de 3,7 millones de hectáreas, pero su expansión es un fenómeno reciente, casi dos millones de hectáreas en los últimos cien años. Tiene una dimensión nacional, pues todas las comunidades autónomas tienen alguna superficie de riego, aunque Andalucía reúne más de la cuarta parte del regadío español. Existe una gran variedad de regadíos, según el

¹ Esta investigación contiene propuestas de los proyectos de investigación: I2011/PHCS/09 “El interés geográfico de la ordenación territorial auspiciado por el trasvase Tajo-Segura” en el marco del Plan de Ciencia, Tecnología e innovación de la Región de Murcia 2011-2014. CSO2010-19947 GEO “Uso eficiente y sostenible del agua en la Cuenca del Segura: Modernización de regadíos”. MICIN Plan Nacional de I+D+i. Y de los Contratos de I+D+I con empresas y Administraciones: -“El antes y después de la modernización de regadíos: La experiencia de Mula”. (2004-2005) Consejería de Agricultura y Agua de la CARM. -“La modernización de regadíos en la Región de Murcia”. (2006-2007) Consejería de Agricultura y Agua de la CARM.- “Estado de la modernización de regadíos en el territorio del Postravase”. (2010-2011) Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS). -“Análisis, diagnóstico y pronóstico del Traspase Negraín-Almanzora”. (2014.2016) “Aguas del Almanzora, S.A.” -“Usos del agua (recursos-demandas) en el Alto Tajo (2015-2021). Posibilidades de cesiones de derechos y centros de intercambios de agua en el trayecto del Acueducto Tajo-Segura”. (2015-2016) Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS).

² Matés-Barco, 2013, 21.

origen de las aguas empleadas, según la fecha de puesta en riego, de los cultivos a que se destinan, etc. (Tabla 1).

Tabla 1. Participación del regadío en la distribución de tierras de cultivo, según CC.AA. (2017).

CCAA	REGADÍO	INVERNADERO	TOTAL REGADÍO	TOTAL TIERRAS CULTIVO	% REGADÍO
CANARIAS	18.977	6.293	25.270	43.864	57,61
COMUNIDAD VALENCIANA	289.074	1.052	290.126	642.197	45,18
REGIÓN DE MURCIA	183.106	6.330	189.436	475.517	39,84
CATALUÑA	256.698	817	257.515	824.452	31,23
ANDALUCÍA	1.043.181	52.737	1.095.918	3.555.778	30,82
NAVARRA	96.260	537	96.797	327.862	29,52
LA RIOJA	45.758	44	45.802	158.029	28,98
EXTREMADURA	273.635	208	273.843	1.054.964	25,96
ARAGÓN	407.156	195	407.351	1.788.336	22,78
CASTILLA LA MANCHA	540.193	60	540.253	3.720.056	14,52
CASTILLA Y LEÓN	444.958	184	445.142	3.552.607	12,53
BALEARES	20.319	128	20.447	170.395	12,00
PAÍS VASCO	7.655	293	7.948	82.351	9,65
MADRID	19.084	162	19.246	206.030	9,34
CANTABRIA	525	32	557	6.877	8,10
GALICIA	16.924	518	17.442	367.746	4,74
P. ASTURIAS	489	114	603	24.690	2,44
ESPAÑA	3.663.992	69.704	3.733.696	17.001.751	21,96

Fuente: Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE, 2017).

A nivel de comunidades autónomas, cinco de ellas (Canarias, C. Valenciana, R. Murcia, Cataluña y Andalucía) tienen más del 30% de su superficie en cultivo bajo riego. Estas CC.AA reúnen casi la mitad del regadío en España (49,77%).

Los regadíos españoles se definen como un conjunto de sistemas de riego en cambio constante. Su proceso de formación a lo largo de la historia se ha caracterizado por continuas modificaciones, ampliaciones y adaptaciones de las redes de riego y de drenaje, generación tras generación³ (Hermosilla, 2010:6).

La modernización de los regadíos españoles tiene un gran interés por la superficie afectada y el número de regantes que participan de este proceso, por el ahorro y eficacia en el uso del agua para riego, por la inversión prevista y la renta que generan los regadíos modernizados, etc.

Desde el último tercio del siglo XX, la modernización de regadíos en España cuenta con iniciativas privadas y públicas de transformación y cambio del regadío. (Gómez, 1997:76). Son varios los ejemplos de comunidades de regantes que inician mejoras en las infraestructuras de riego (como sustitución de conducciones y creación de embalses) e incluso organizan estas mejoras dentro de un Plan de Modernización con objeto de cambiar el sistema de riego a la oferta por un sistema de riego a la demanda. Así la Comunidad de Regantes del Pantano de La Cierva en Mula cuenta, desde 1991, con un Plan de

³ Hermosilla, 2010, 6.

Modernización de los Regadíos Tradicionales de Mula en colaboración con la Dirección General de Desarrollo Agrario de la CARM⁴.

Los objetivos de este trabajo son los de evaluar si la modernización de regadíos, llevada a cabo en los últimos treinta años, supone un ahorro de agua o no, y si existe el “efecto rebote”⁵. Si ha permitido continuar en la actividad agraria (aunque sea a tiempo parcial) a la población rural y que no se abandonen los espacios regables modernizados. Si el plan es sostenible, económica y ambientalmente, con mayor eficiencia en el agua para riego, y permite la diversificación de cultivos y de producciones asociadas a agroindustrias y mercados en fresco. El objeto del trabajo es elaborar unas propuestas, según las experiencias de modernización en distintas regiones españolas, de cómo diseñar y ejecutar un plan de modernización para que sea asumido por todos los usuarios (incluso con aportación financiera de ellos) y conduzca a la mejora de la calidad de vida de los regantes.

Esta investigación es un estudio regional, diacrónico y comparado, de los espacios regados modernizados y del desarrollo rural asociado, en el marco de la política de aguas de gestión y control de las demandas (concretamente del mayor consumidor, el riego) y de la Política Agraria de la Unión Europea (PAC) en el segundo pilar de Política de Desarrollo Rural.

El análisis se ha llevado a cabo en varias comunidades de regantes y permite comparar el desarrollo de los planes de modernización de regadíos en ellas. Así se ha visitado en la Región de Murcia la C.R. de Puerto Lumbreras, la C.R. de Lorca, la C.R. de Totana, La C.R. de Alhama de Murcia, La C.R. de Sangonera La Seca, la C.R. “Virgen de La Esperanza” en Yechar-Mula, La C.R. del Pantano de La Cierva en Mula, la C.R. de la Puebla de Mula, la C.R. del Campo de Cartagena, la C.R. de Arco Sur-Mar Menor, La C.R. de la Zona II del Trasvase Tajo-Segura en Blanca, La C.R. Miraflores en Jumilla, la C.R. de Ricote, C.R. El Porvenir en Abanilla, etc. En la Comunidad Valenciana la C.R. de San Miguel de Salinas, la C.R. Riegos de Levante Margen Derecha, C.R. de Albatana, C.R. de san Onofre y Torremendo, etc. En Andalucía la C.R. de Pulpí, la C.R. de El Saltador, la C.R. Zona Norte de Huércal-Overa, C.R. de la SAT “Los Guiraos”, C.R. Sierra de Enmedio, C.R. de Cela, etc. En Castilla La Mancha la Comunidad de Usuarios y regantes del Acuífero 23, en Villarobledo, C.R. de Albatana (SAT nº228 de Riegos de Albatana), etc. En la Comunidad de Madrid la C.R. de Canal de Estremera, C.R. de la Real Acequia del Tajo. Cola Alta. Cola Baja. Caz Chico y Azuda, la C.R. de Canal de Las Aves, la C.R. de La Poveda, etc.

En cuanto a las fases de trabajo se ha llevado a cabo la consulta de fuentes documentales sobre diversos tipos de regadíos según tamaño (en número de ha afectadas y regantes), también respecto al origen del recurso (regadíos con aguas superficiales, con aguas subterráneas, con otros recursos como regeneración y desalación, con la integración de caudales de diversos orígenes, etc.). Se ha llevado a cabo un recorrido por las áreas regables (análisis

y diagnóstico de infraestructuras y paisajes), y se ha entrevistado a gestores y usuarios de cada uno de estos sistemas y modelos de regadío para la percepción que tienen del proceso modernizador (escalas de éxito o de fracaso). La reflexión-síntesis (conclusiones) y la prognosis (escenarios) permiten observar las tendencias y señalar aquellas propuestas para una mayor eficiencia en el uso del agua y en la calidad de vida de los regantes.

Imagen 2. Riego a presión localizado del tipo “goteo” en frutales de hueso en el municipio de Cieza (Murcia)



Fuente: fotografía del autor.

MARCO COMUNITARIO DE LA MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS. MECANISMOS LEGALES EN ESPAÑA

En los últimos treinta años las actividades agrarias en España han formado parte de la Política Agraria Común de la Unión Europea. Si en los primeros años algunos sectores estuvieron sometidos a periodos transitorios para su plena integración (como el sector de frutas y hortalizas en fresco), en las dos últimas décadas todos los sectores están integrados en función de las Organizaciones Comunes de Mercado. La política de modernización de regadíos comulga de la política ambiental (como la Directiva Marco del Agua DMA, Directiva 2000/60/CE, y el Texto Refundido de la Ley de Aguas, Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio; modificado por Real Decreto Ley 4/2007, de 27 de diciembre) y de la política rural (Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural y en la Unión Europea, tras la reforma del 2013, en el segundo pilar de desarrollo rural, y con participación del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural, FEADER).

Las políticas agraria y ambiental de la Unión Europea, a través de medidas de desarrollo rural (Estrategia de Lisboa, 2000) y de desarrollo sostenible (Declaración de Gotemburgo, 2001), han fomentado inversiones para que los regantes modernicen los sistemas de riego, se ajusten más a los recursos disponibles y a las necesidades hídricas de los cultivos. El riego debe administrarse con criterios de productividad agrícola y de sostenibilidad⁶.

En el caso de la modernización de regadíos, inicialmente estaba contemplada dentro de la política de estructuras del FEOGA-Orientación, se entendía como mejora de infraestructuras de riego para hacer más competitiva la actividad agraria, como medida de mejora de las explotaciones. Esta política de estructuras apenas recibía el 5% del Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola (FEOGA). En el Reglamento (CE)

⁴ Gómez et al., 2006, 30.

⁵ Por “efecto rebote” se entiende que la totalidad o una parte del ahorro de agua en el regadío tras la modernización se emplea en ampliar la dotación de m³/ha o en ampliar la superficie regada.

⁶ Gómez, 2009, 64.

nº1290/2005 figuran entre los nuevos instrumentos de financiación de la Política Agraria Común (PAC) el Fondo Europeo Agrícola de Garantía (FEAGA) y el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER). Al desaparecer la Sección FEOGA-Orientación, el nuevo fondo (FEADER) destina hasta el 20% de sus recursos a actividades del segundo pilar, entre las que se incluye la modernización de regadíos en los Programas de Desarrollo Rural, para periodos de programación como los de 2007-2013 y 2014-2020.

Imagen 3. Riego por aspersión para la primera etapa de desarrollo de las plantaciones de lechuga en el Corredor de Pulpí (Almería)



Fuente: fotografía del autor.

Para España, en el ámbito del Ministerio de Agricultura y MAPA, sobresalen: La Ley de Reforma y Desarrollo Agrario de 1973 (Decreto 118/1973, de 12 de enero), el Decreto 678/1983, sobre obras para la mejora y modernización de los regadíos tradicionales, modificado por la Ley 8/1996, de 15 de enero sobre medidas urgentes para reparar los daños de la sequía. El Avance del Plan Nacional de regadíos (1996). La Ley 50/1998 de 30 de diciembre, donde figuran las Sociedades Estatales de Infraestructuras Agrarias con actuaciones de mejora y modernización de regadíos (SEIASAs). El Plan Nacional de Regadíos (PNR) Horizonte 2005 y el Decreto 329/2002, de 5 de abril por el que se aprueba el Plan Nacional de Regadíos, Horizonte 2008. Y el Real Decreto 1725/2007 por el que se cierran las inversiones del primer horizonte del PNR.

En el ámbito del Ministerio de Medio Ambiente sobresalen medidas del Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001, de 5 de julio), y del Programa AGUA (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua) aprobado por Real Decreto Ley 2/2004 de 18 de junio. Y anteriores a ellas las normativas en la Ley de Aguas (29/1995) modificada por Ley 46/1999, y en el texto Refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto 1/2001).

En el Ministerio que refundía los dos anteriores, que pasó a llamarse de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, sobresale el Plan de Choque de Modernización de Regadíos 2006-2008 (Real Decreto 287/2006), y la Ley 45/2007 para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural. El plan de Choque permitió acelerar la labor de sociedades como la SEIASA del Norte en la Cuenca del Duero e impulsar los convenios con la Comunidad Autónoma y con los regantes⁷.

⁷ Baraja, 2008, 116-118.

En el actual Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA), sobresalen varias estrategias como la Estrategia de Modernización Sostenible, Horizonte-2015 y la Estrategia Nacional de Regadíos 2018-2025.

A esta normativa para la labor de la Administración General, hay que sumar los convenios firmados y desarrollados con distintas Comunidades Autónomas, y con regantes.

Imagen 4. Estación de bombeo bajo el embalse de Moaire. Comunidad de Regantes de la Zona II del Trasvase Tajo-Segura. (municipio de Blanca – Región de Murcia)



Fuente: fotografía del autor.

LOS PLANES DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS. LAS FASES DE ALTA, BAJA Y CONTROL

El Avance del Plan Nacional de Modernización de Regadíos, aprobado por el Consejo de Ministros en febrero de 1996, distinguía entre mejoras de regadíos y modernización de regadíos. Por mejoras se refería a todas aquellas actuaciones (obras y servicios) que se llevaran a cabo para lograr una mejor distribución del agua en los espacios regados. Eran medidas más o menos aisladas, como la sustitución de conducción en canal abierto por conducciones cerradas, la mejora de la red caminera junto a las infraestructuras de distribución de aguas para riego, etc.

Por modernización de regadíos se refería al conjunto de actuaciones (obras y servicios) organizadas en un plan para ejecutar por fases y, que tenían por objeto un cambio significativo (modificación o innovación sustancial) en el sistema de riego y en la mentalidad del regante, como el paso del riego a la oferta por el riego a la demanda, el control y automatización de todo el sistema de riego, etc. Es decir, un cambio profundo en el sistema de riego y en su gestión, en la formación y percepción de los regantes, con la adopción de la innovación en todos los usuarios-regantes, con el fin de mejorar su calidad de vida⁸.

En todo Plan de Modernización de Regadíos, respecto a su elaboración y sobre todo en cuanto a su ejecución, podemos distinguir tres fases:

- Fase I: Red de alta o de acopio (para disponer del recurso o conjunto de recursos de agua). Incluye las tomas generales (bien de un curso fluvial, de un acuífero a través de un pozo-sondeo, de una fuente o manantial de gran aforo, de una EDAR tras la regeneración, de una desaladora o desalobrador, etc.). Las

⁸ Gómez, 2009, 58-59.

conducciones cerradas de gran capacidad, la red caminera asociada, las estaciones de impulsión o bombeo, los centros de transformación y líneas de media tensión, los embalses de regulación y acumulación, etc.

- Fase II: Red de baja (para distribuir el agua hasta el pie de parcela de cada regante). Cuenta con cabezales autolimpiables a la salida de los embalses, estaciones de filtrado, red de conducciones de pequeña capacidad, red caminera asociada, agrupaciones de hidrantes y de contadores de consumos, etc.
- Fase III. De gestión integral del sistema (automatización, control, informatización, etc.) y de adopción y difusión de la innovación. Desde las sedes de las Comunidades de Regantes y asociaciones de riego se controla todo el sistema (la red de alta y la red de baja), se detectan las averías, se transmiten ordenes de apertura y cierre de válvulas, se contabiliza el agua que entra y sale de los embalses, las reservas de agua que se disponen en los embalses, etc. Las estaciones de toma y envío de datos (radio, cable, GPS, etc.), los automatismos para el acceso de cada regante a su plan de riego, lo que facilita la transparencia y trazabilidad del uso del agua (cantidad, calidad, precios, etc.). La formación de los regantes para adoptar la innovación, incluso con propuestas de asociarse para adquirir fertilizantes o para presentar una oferta conjunta de sus producciones, que permita esa mejora de calidad de vida.

Imagen 5. Riego por nebulización para cultivo de canónigos bajo mallas en la finca “Virgen de Fátima” en Cuevas del Almanzora (Almería)



Fuente: fotografía del autor.

En el Plan de Modernización de Regadíos de una Comunidad de Regantes como la de Lorca (Región de Murcia), con más de 12.500 ha regables y más de 8.200 regantes, se reúnen aspectos positivos como:

- Una mayor productividad por metro cúbico empleado, la mejora de la calidad del producto si se consigue que el cultivo no pase “estrés hídrico”, Estos logros asociados a una adecuada comercialización genera mayores rentas agrarias.
- Ahorro en el consumo anual de agua, ligado a la reducción de pérdidas de las conducciones y al

conocimiento de cada regante de la cantidad y calidad del agua que tendrá en su planificación anual. El diseño de estaciones de filtrado por sectores de riego le ahorra a cada regante costos y, mejora la viabilidad de las redes de baja incluso a nivel de parcela.

- Menores costes en el consumo energético debido al aumento de la capacidad de embalse y a la mejora de los grupos de impulsión, todo esto permite elevar e impulsar en las horas con más bajo coste energético.
- Mejoras tecnológicas y de confortabilidad en la aplicación del riego, con horarios y calendarios más adecuados. Menores esfuerzos y cargas para el regante en la distribución del riego (las instrucciones de apertura y cierre de goteros se pueden dar a través del móvil desde cualquier lugar).
- Nuevos tipos de empleo, ligados a las industrias y servicios que se encargan de las nuevas tecnologías de riego y sobre todo, del mantenimiento de los automatismos y del telecontrol (material de riego, material informático y electrónico, servicios de telecomunicaciones, etc.). Del millón y medio de hectáreas modernizadas, desde el año 1996, sólo las dos terceras partes de ellas han acabado la totalidad de fases, es decir una ejecución completa de su Plan de Modernización. Algo más de medio millón de hectáreas apenas han llevado a cabo la fase I, sustitución de redes de acopio en alta que ha generado ahorro de agua pero no han mejorado su distribución ni la eficacia del riego. Por ello ha de continuarse el esfuerzo modernizador y proponerse, administraciones y regantes, superar en el 2020 los dos millones de hectáreas con un Plan dinámico, que incorpore las novedades que sobre la aplicación del riego se están desarrollando en todo el mundo.

Imagen 6. Embalse para la modernización del regadío de la Huerta de Ricote (Región de Murcia)



Fuente: fotografía del autor.

Si la primera modernización se ha completado hasta la gestión integral del sistema, es posible reducir la aplicación de agua (al aire libre y bajo cubierta) en cultivos hidropónicos sin sustrato. Como sucede con la solución reciclada de nutrientes como la preparada por el sistema NGS (New Growing Systems), donde la recirculación permite que el agua y los nutrientes no

aprovechados por la planta vuelvan a incorporarse al sistema con lo que lleva de ahorro de fertirrigación⁹.

Imagen 7. Cultivos hidropónicos con solución reciclada de nutrientes al aire libre en El Llano de las Pilas Águilas (Murcia)



Fuente: fotografía del autor.

AHORRO DE AGUA Y CONSUMO DE ENERGÍA EN LA MODERNIZACIÓN

La fase I de la modernización, ha conllevado la sustitución de canalizaciones abiertas “de canales de hormigón” o de cerradas “de tuberías de fibrocemento”, (todas con más de treinta años de antigüedad), por canalizaciones cerradas de materiales plásticos que soportan bien la presión del agua (e incluso de tubos de acero helicoidal), lo que ha reducido las pérdidas en más del 20% del volumen que circulaba por la vieja red en alta.

La mejora de las conducciones de la red de baja, (la fase II es la que lleva el agua a pie de parcela), también ha significado una reducción de más de 10% de pérdidas, lo que produce un ahorro de más del 30% de los volúmenes de pérdidas de agua en el conjunto de las fases I y II de la modernización.

Aquellas que han implantado la fase III de automatización en la gestión de estas redes y su seguimiento o control desde las sedes de las comunidades de regantes, nos indican que detectan rápidamente las fugas y roturas, pueden evitar la circulación de agua por ese tramo de la red, lo que reduce sus pérdidas en todo el sistema a menos del 3%.

La implantación de medidas para evitar la evaporación de la lámina de agua en los embalses de acumulación y regulación (con bolas de plástico, esferas de sombra, pelotas, mallados, cubiertas flotantes, etc.). Sobre todo las cubiertas ocasionan una disminución de las pérdidas del 30% al 3%, y por tanto un ahorro de agua de casi un tercio del volumen consumido antes de la modernización.

Si en la distribución a parcela se emplea riego deficitario, como sucede en masas de frutales de hueso del Sureste de España, se logra un ahorro de 1000 a 1500 m³/año /ha. Si se riegan las producciones hortícolas mediante cinta de riego enterrada, se reduce evaporación y se logra una mayor efectividad en la aplicación del agua, con un ahorro de 500 m³/campana/ha.

España tiene 25 demarcaciones hidrográficas, de las cuales 18 tienen ya aprobado su Plan Hidrológico para el segundo ciclo de planificación y se han evaluado los aportes que necesitarán los espacios modernizados de

regadío y los no modernizados en cada una de estas demarcaciones¹⁰.

Imagen 8. Embalse cubierto para evitar la evaporación y el desarrollo de algas en la Comunidad de Regantes de Huércal-Overa Norte (Almería)



Fuente: fotografía del autor.

Imagen 9. Cinta enterrada de riego a presión localizado en cultivos hortícolas en la finca Virgen de Fátima (Cuevas del Almanzora, Almería)



Fuente: fotografía del autor.

La modernización de regadíos en sus tres fases consigue un aumento de la eficiencia del riego, reduciendo los valores de evapotranspiración no beneficiosa y de escorrentía y percolación no recuperable¹¹.

Para evitar el efecto rebote (redotar y ampliar regadío) en algunas cuencas se reducen los caudales concesionales, pero en otras como la del Segura (en la que está prohibido ampliar regadíos) el ahorro se aplica en la dirección de mayor disponibilidad del recurso, pero sin ampliar la concesión de agua por hectárea.

En situaciones de sequía, como viene sufriendo el Sureste de España (2014-2015-2016-2017 y continúa en el 2018) se está investigando y llevando a cabo ensayos por parte de la iniciativa privada en colaboración con Universidades y otros organismos públicos para reducir los aportes de agua a la planta. Así, la empresa de I+D “CTDA El Mirador Sociedad Cooperativa” lleva a cabo innovaciones con rápida transferencia al agricultor en varios cultivos del Campo de Cartagena-Mar Menor. Es una empresa mixta formada por tres cosechero-exportadoras y la Consejería de Agricultura de la CARM. Una de ellas es la Sociedad Agraria de Transformación San Cayetano, con 135 socios, que reúnen 2.500 ha de

⁹ Gil et al, 2014, 162. Gómez y Gil, 2014, 78.

¹⁰ González, 2018.

¹¹ Berbel; Gómez y Gutiérrez, 2017, 190.

producción en riego (70.000 toneladas de productos, más de 1.500 trabajadores y más de 40 millones de euros en facturación). Sus regantes forman parte de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena, que cuenta con 9.678 regantes y una superficie regable de 41.920 ha.

La innovación para hacer frente a la falta de agua se ha puesto de manifiesto en varios de los ensayos de los cultivos del Campo de Cartagena-Mar Menor. Así en apio verde se ha pasado de 3.671 m³/ha (sin acolchado y riego localizado sin sondas) a solo 1.347 m³/ha (con acolchado y riego con sondas). En los ensayos de melón Galia y Cantaloup se ha pasado de 5.000 m³/ha a solo 2.192 m³/ha. En pimiento California al aire libre de 5.500 m³/ha a 3.740 m³/ha. En pimiento California en invernadero de 7.100 m³/ha a 3.087 m³/ha. En los espacios modernizados, con gestión integrada en el uso del agua son posibles estos cambios de sistemas de cultivo y de riego para lograr el ahorro de agua y mantener la productividad agraria.

El incremento de los consumos energéticos se debe a las impulsiones que existen a lo largo de la red (desde la toma a la parcela) y a las normas y precios de la energía. En los últimos cinco años el coste energético, para buena parte de las comunidades de regantes, supone más de la mitad de sus gastos anuales¹², especialmente para aquellas que cuentan en su red con elevaciones o impulsiones de agua.

En la más reciente modernización, la llamada “segunda generación”, se tiende a abaratar consumos eléctricos con parques fotovoltaicos y eólicos propios (C.R de El Saltador en Cuevas del Almanzora-Almería o la Comunidad de Regantes Miraflores en Jumilla-Murcia), e incluso con cogeneración en plantas de desalación y desalobración (C.R. de Cuevas del Almanzora-Almería). A los factores productivos clásicos de tierra, agua y trabajo, es preciso acompañar la eficiencia energética. Situación que preocupa en las comunidades de regantes con alta participación de aguas subterráneas (bombeos de aguas profundas), también por las impulsiones a los embalses y depósitos reguladores, y por la presurización de las conducciones. El coste de la energía es el mayor componente del precio final del agua, e incluso superior a la amortización de la modernización.

CONCLUSIONES; ACCIONES PARA LOGRAR EL ÉXITO EN UN PROCESO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS

El agua se ha convertido, en los últimos años, en un bien muy politizado; en un recurso mal distribuido, dónde preocupa quien tiene su control. En España el consumo de agua para riego supera el 68% de los recursos disponibles para todos los usos. La modernización de regadíos es un fenómeno reciente, que entre los objetivos previstos en el Plan Nacional de Regadíos-Horizonte 2008 sobresalían: Modernizar las infraestructuras de agua para riego. Racionalizar el uso del recurso e innovar para reducir el consumo. Incorporar criterios ambientales en la gestión del agua. Fomentar un sistema agroalimentario más diversificado y competitivo. Mejorar el nivel socioeconómico y la calidad de vida de los agricultores-regantes. La mayor parte de estos objetivos se han conseguido en el más de millón de hectáreas regadas que

han completado todas las fases de la “primera modernización”.

Se han incorporado recursos no convencionales como la regeneración de aguas residuales y la desalación (desalación y desalobración). Las ventajas de regar con estas fuentes complementarias de agua (residuales tratadas) es que se reduce la sobreexplotación de los acuíferos e incluso puede aprovecharse la carga nutricional del agua para disminuir la cantidad de fertilizantes utilizados¹³. El tema de la depuración y la reutilización de las aguas es de gran trascendencia, sobre todo en aquellos espacios donde hay escasez de recursos convencionales. La reutilización está asociada a una regeneración previa y son herramientas de un modelo ambiental del agua, tal y como lo preconiza la normativa comunitaria¹⁴.

Tras varias entrevistas con usuarios de distintas comunidades de regantes, algunas sugerencias, para el éxito de un plan de modernización de regadíos, son las siguientes:

- Los regantes en Asamblea, deben participar en el diseño del Plan y asumir parte de la financiación del desarrollo del mismo. Los representantes (Junta Directiva, Sindicato de riegos, etc.) deben mantenerles periódicamente informados para transmitir a los técnicos encargados del Plan las sugerencias de los regantes y que un grupo de ellos forme parte del seguimiento del plan de modernización. Aunque pueda parecer que se demora, los beneficios de encontrar los defensores entre los implicados y que nunca puedan presentarse dudas en el proceso de ejecución, compensan.
- La mayor parte de los objetivos, se consiguen a la finalización de la ejecución del plan y tras el desarrollo del proceso de modernización. A veces, conviene adelantar y finalizar algún sector de riego para que los regantes lo vean y entiendan como experiencia piloto. Se animen a llevarlo a cabo en el resto de los sectores del perímetro regable.
- El proyecto de modernización (que en la mayor parte de las ocasiones significa cambio del sistema de riego) debe incorporar la difusión de la innovación, la formación de los regantes a los nuevos sistemas, así como la de todos aquellos trabajadores que participan en el funcionamiento de las redes y zonas de riego.
- En los proyectos de modernización de regadíos deben integrarse aquellos elementos del patrimonio hidráulico-industrial-paisajístico que manifiestan la huella de una cultura del agua en el medio rural. Son referentes identitarios de la relación hombre-agua-medio. Nos referimos a azudes, acequias, partidores, sifones, acueductos, albercas, aljibes, molinos, batanes, abrevaderos, lavaderos, caños, etc.
- El proceso de modernización de regadíos debe proponer incorporar medidas en el marco de la

¹² Camacho; Rodríguez y Montesinos, 2017, 235.

¹³ Melián-Navarro y Fernández-Zamudio, 2016, 80.

¹⁴ Melgarejo-Moreno y López-Ortiz, 2016, 22.

multifuncionalidad de la ruralidad para la sostenibilidad de los espacios regables (asociaciones para adquisición de elementos de riego como válvulas, filtros, etc., o de adquisición de productos fitosanitarios), creación y desarrollo de agroindustrias, rutas y sendas del agua para turismo, etc.

La situación de la modernización de regadíos en España, obliga a preparar un nuevo plan nacional (PNR) donde se completen las tres fases de la primera modernización y las comunidades de regantes modernizadas puedan participar en la segunda generación de modernización (cubiertas de embalses para reducir evaporación, parques de energías renovables para abaratar los costes energéticos, aplicación de medidas de innovación y tecnologías de última generación en la distribución del agua, etc.).

Imagen 10. Molino de viento para elevar agua en el Campo de Cartagena-Mar Menor (Región de Murcia)



Fuente: fotografía del autor.

Es cierto que la modernización puede generar problemas ambientales, socioeconómicos, financieros, paisajísticos, pero las ventajas que suponen en la calidad de vida de los regantes, obliga a difundir y ejecutar los planes y procesos de modernización de regadíos. En ellos debe haber un acuerdo (convenio) entre la Administración General del Estado, la de las Comunidades Autónomas y los propios regantes.

Imagen 11. Nuevas tecnologías de riego y cultivo bajo invernaderos de última generación (agricultura 3.0) en Las Canalejas (Cuevas del Almanzora, Almería)



Fuente: fotografía del autor.

La modernización es un éxito desde el punto de vista de la distribución de agua y de la mejora de la calidad de vida del regante; pero la “segunda modernización” exige inversiones y cambios significativos en las estructuras productivas, que hagan más competitivas y sostenibles las explotaciones de regadío, con difusión de la innovación para que resulte atractiva al relevo generacional de los regantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Baraja Rodríguez, E. (coord.) 2006: *Atlas de los regadíos de la cuenca del Duero*. Valladolid. Universidad de Valladolid.
- Berbel, J. y Gutiérrez-Martín, C. (coords.) 2017: *Efectos de la modernización de regadíos en España*. Almería. Cajamar Caja Rural.
- Berbel, J.; Gómez-Limón, J. A y Gutiérrez-Martín, C. 2017: “Modernización de regadíos y ahorro de agua”, en Berbel, J. y Gutiérrez-Martín, C. (coords.): *Efectos de la modernización de regadíos en España*. Almería. Cajamar. 185-217.
- Camacho, E.; Rodríguez, J.A.; Montesinos, P. 2017: “Ahorro de agua y consumo de energía en la modernización de regadíos”, en Berbel, J. y Gutiérrez-Martín, C. (coords.): *Efectos de la modernización de regadíos en España*. Almería. Cajamar. 221-249.
- Gil et al, 2014: *El dinamismo del regadío de Pulpí*. Comunidad de Regantes de Pulpí. Murcia.
- Gómez-Espín, J. M^o. 1997: “El Regadío en el umbral del siglo XXI: Planes de mejora y modernización”, *Papeles de Geografía*, 25, 75-102.
- Gómez, J. M^o; Gil, E. 2014. “Investigación, desarrollo e innovación en el regadío del sector occidental de la región del Sureste de España”, en VVAA.: XVII Coloquio de Geografía Rural. Coloural 2014. Gerona, Asociación de Geógrafos Españoles (AGE), 65-78.
- Gómez, J. M^o; Gil, E. y García, R. 2006: *El antes y el después de la modernización de regadíos. La experiencia de Mula*. Colección Usos del Agua en el Territorio, nº 2. Murcia. Universidad de Murcia.
- Gómez-Espín, J. M^o. 2009: “La modernización de regadíos en España (1973-2008): Proyectos y realidades”, en Gómez, J. M^o y Martínez, R. (Eds): *Desarrollo rural en el siglo XXI: Nuevas Orientaciones y Territorios*. Murcia. Edit.um. Universidad de Murcia, 57-102.
- Gómez, J. M^o; López, J. A. y Montaner, E. (Coords.) 2011: *Modernización de regadíos: Sostenibilidad social y económica. La singularidad de los regadíos del Trasvase tajo-Segura*. Colección Usos de Agua en el Territorio, nº 6. Murcia. Fundación Séneca. SCRATS. Edit.um. Universidad de Murcia.
- González, D. 2018: “La gestión de las cuencas hidrográficas en España: avances y carencias del segundo ciclo de planificación”, *Agua y Territorio*, 11, 123-136. <https://dx.doi.org/10.17561/at.11.3027>
- Hermosilla Plá, J. (dir.). 2010: *Los regadíos históricos españoles. Paisajes culturales, paisajes sostenibles*. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- MAGRAMA. 2001: *Plan Nacional de Regadíos. Horizonte 2008*. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAGRAMA). Dirección General de Desarrollo Rural. Mayo 2001.
- MAGRAMA. SEIASA DEL SUR Y ESTE, S.A. 2010: *Ahorro del agua en el regadío. Un camino hacia la agricultura sostenible*. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAGRAMA). SEIASA del SUR y ESTE, S.A.
- Matés-Barco, J. M. 2013: “La conquista del agua en Europa: los modelos de gestión (siglos XIX y XX)”, *Agua y Territorio*, 1, 21-29. <https://dx.doi.org/10.17561/at.v1i1.1030>
- Melgarejo-Moreno, J. y López-Ortiz, M. I. 2016: “Depuración y reutilización de aguas en España”, *Agua y Territorio*, 8, 22-35. <https://dx.doi.org/10.17561/at.v0i8.3293>
- Melián-Navarro, A. y Fernández-Zamudio, M. A. 2016: “Reutilización de agua para la agricultura y el medioambiente”, *Agua y Territorio*, 8, 80-92. <https://dx.doi.org/10.17561/at.v0i8.3298>

Miscelánea



Diseño de un seguro indexado para la cobertura del riesgo de sequía hidrológica en la agricultura de regadío

Design of an index-based insurance for hedging the risk of hydrological drought in irrigated agriculture

José Antonio Gómez-Limón

Universidad de Córdoba
Córdoba, España
jglimon@uco.es

María Dolores Guerrero-Baena

Universidad de Córdoba
Córdoba, España
dolores.guerrero@uco.es

Resumen — En España, la agricultura de regadío es especialmente vulnerable al riesgo de sequía hidrológica, circunstancia que, en la práctica, conlleva que las dotaciones de agua que reciben los agricultores sean, en ocasiones, insuficientes para atender las necesidades de sus cultivos. Cuando esto ocurre, se produce el denominado fallo de garantía de suministro, que tiene importantes consecuencias negativas sobre la actividad agraria. Al objeto de minimizar los efectos negativos del 'fallo de garantía de suministro', en este trabajo se propone un seguro de sequía hidrológica para regadío indexado a la variable 'stock de agua disponible en los embalses de regulación', como nuevo instrumento de gestión de este riesgo. Se espera que esta propuesta, una vez transferida a la práctica, pueda contribuir a mejorar la gestión del riesgo de sequía en los sistemas agrarios de regadío, así como a garantizar la sostenibilidad y resiliencia de estos sistemas ante el progresivo impacto del cambio climático.

Abstract — *In Spain, irrigated agriculture is especially vulnerable to the risk of hydrological drought. In practice, this circumstance implies that sometimes the water allotments received by farmers are insufficient to meet crops water needs, the so-called 'water supply gap', involving important negative consequences on farming activity. In order to minimize the negative effects of water supply gap, an index-based drought insurance for irrigation is proposed, linked to the variable 'stock of water available in regulation reservoirs', as a new risk management instrument. It is expected that this proposal, once implemented into the real world, will be able to improve the management of drought risk in irrigated systems, as well as guarantying the sustainability and resilience of these systems under the increasing impact of climate change.*

Palabras clave: Agua para riego, Cambio climático, Garantía de suministro, Seguro agrario, España

Keywords: Water for irrigation, Climate change, Water supply reliability, Agricultural insurance, Spain

Información Artículo:

Recibido: 23 julio 2018

Revisado: 10 octubre 2018

Aceptado: 13 abril 2019

INTRODUCCIÓN¹

La actividad agraria se caracteriza por su elevada exposición al riesgo², esto es, a múltiples eventos adversos que pueden afectar negativamente a los ingresos y al bienestar del agricultor. De todos los tipos de riesgo a los que está sometido este sector, destacan los *riesgos de producción* derivados de factores climatológicos, tales como el granizo, las heladas o las sequías, que inciden sobre la cantidad y calidad de la producción agraria; y los *riesgos de mercado*, que tienen su origen en las fluctuaciones de los precios de los productos e insumos agrarios.

En España, los riesgos de producción derivados de factores climatológicos son más relevantes para los agricultores que los riesgos de mercado³. La razón estriba fundamentalmente en el clima mediterráneo de la mayoría de las regiones agrarias españolas, que se caracteriza por un patrón irregular de precipitaciones y por la elevada frecuencia de eventos climatológicos extremos. De entre todos estos eventos extremos, destaca la sequía como principal riesgo sistémico. La adecuada conceptualización de la sequía, no obstante, exige diferenciar varios tipos: por un lado, se presenta una situación de *sequía meteorológica* cuando el nivel de lluvias es menor al promedio, pero tal situación no provoca impactos significativos; por otro lado, se produce la *sequía agrícola* cuando la falta de precipitaciones genera un déficit de humedad en la zona radicular del suelo que impacta negativamente sobre el crecimiento de la vegetación, afectando a los cultivos y pastos de secano; además, el agravamiento de la falta de lluvias puede derivar en *sequía hidrológica*, que ocurre cuando los caudales circulantes por los cursos de agua y los volúmenes embalsados se sitúan por debajo de lo normal.

En el caso de la agricultura de regadío, el riesgo de sequía al que se enfrenta es el de la sequía hidrológica, puesto que su suministro de agua depende directamente del agua disponible en los embalses de regulación. Efectivamente, los regantes en España cuentan con concesiones administrativas o derechos de agua normalmente equivalentes a la cantidad de agua necesaria para cubrir por completo las necesidades hídricas de sus cultivos. Sin embargo, en los años en los que el agua almacenada en los embalses es inferior al total de los derechos otorgados (situación de sequía hidrológica), se hace necesario imponer restricciones o limitaciones a las dotaciones anuales (cantidades de agua anuales para riego a disposición del agricultor) siguiendo un criterio proporcional. Así, los regantes españoles se enfrentan a una elevada variabilidad interanual en sus dotaciones de agua para riego que, en ocasiones, pueden situarse muy por debajo de lo establecido en sus concesiones, e incluso llegar a ser nulas. Cuando esto ocurre (dotación menor a la concesión) se produce el denominado “*fallo en la garantía*

de suministro”, situación que genera una pérdida de producción y de renta del agricultor.

La preocupación de los regantes españoles (principalmente, del sur y este peninsular) por las consecuencias sobre su bienestar de un posible fallo en la garantía de suministro se ha acrecentado exponencialmente en los últimos años debido al actual escenario de cambio climático. Las negativas predicciones sobre las precipitaciones (menores disponibilidades de agua) y la previsible subida de las temperaturas (mayores necesidades hídricas de los cultivos) podrían llegar incluso a poner en peligro la viabilidad de la agricultura de regadío en muchas de estas zonas. Por ello, en los últimos años se ha planteado la necesidad de diseñar nuevos instrumentos de gestión del riesgo que puedan ser adoptados por los regantes para minimizar los impactos negativos de las contingencias hidrológicas⁴. Entre los potenciales instrumentos sugeridos para ello destaca el seguro, que se ha señalado como una herramienta eficiente para amortiguar los efectos económicos ocasionados por la sequía hidrológica en el regadío⁵.

A pesar de que el seguro agrario se encuentra muy desarrollado en España, no existe actualmente cobertura para el fallo en la garantía de suministro de agua en la agricultura de regadío. En este contexto, el objetivo principal de este trabajo es contribuir al incipiente debate académico sobre la forma de superar esta carencia, proponiendo un diseño de seguro de sequía hidrológica que resulte técnicamente factible (supere los problemas del diseño tradicional del seguro agrario que impide actualmente que se cubra esta contingencia) y comercialmente viable (coste actuarial del mismo inferior a la disposición a pagar de los asegurados). Para ello, se propone como primer objetivo específico realizar una exhaustiva revisión de todos los factores que limitan actualmente el desarrollo de este tipo de seguro, así como de las fórmulas disponibles para disminuir el alcance de tales limitaciones. Asimismo, como segundo objetivo específico se propone hacer una revisión crítica de los trabajos previos que han planteado contratos de seguro para cubrir el riesgo de sequía hidrológica, la cual permitirá fundamentar la discusión acerca de la concreción de los elementos que deben caracterizar este instrumento de gestión del riesgo para que pueda ser técnica y comercialmente viable. Finalmente, el tercer objetivo específico de este trabajo es proponer un nuevo seguro de sequía hidrológica adaptado a las condiciones del regadío en España, diseñado como un seguro indexado basado en la variable “stock de agua disponible en los embalses de regulación”.

EL RIESGO DE FALLO DE SUMINISTRO DE AGUA DE RIEGO

Como se ha comentado, en España el sector agrario se encuentra especialmente expuesto a riesgos de producción derivados de fenómenos climatológicos. Esta exposición al riesgo es especialmente importante en las regiones del sur y este peninsular, dadas las fuertes oscilaciones meteorológicas propias del clima mediterráneo y, en especial, debido a la gran variabilidad intra- e inter-anual

¹ Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del proyecto de investigación MERCAGUA (AGL2013-48080-C2-1-R). Los autores agradecen las sugerencias e indicaciones realizadas por los evaluadores anónimos, que han permitido la mejora del documento durante el proceso de revisión científica del mismo.

² Moschini y Hennessy, 2001. OECD, 2011.

³ Antón y Kimura, 2011. OECD, 2011.

⁴ Antón, 2009. Garrido y Gómez-Ramos, 2009. OECD, 2016. Riera, 2018.

⁵ Rey et al., 2019.

de las precipitaciones, lo que convierte a la agricultura de estas regiones en una actividad marcada por el riesgo de sequía. Además, este riesgo está aumentando en estas regiones debido al impacto del cambio climático⁶. En este sentido, y de acuerdo con el IPCC (2014), las predicciones para los próximos años en el caso de las regiones de clima mediterráneo y semiárido advierten que se producirá un decremento de las precipitaciones (sequía agrícola) y de la disponibilidad de agua (sequía hidrológica), así como un aumento progresivo de las temperaturas, circunstancias que incrementarán las necesidades de agua del regadío. Además, las predicciones para estas regiones señalan que los periodos de sequía serán cada vez más frecuentes e intensos.

La variabilidad de las precipitaciones se traduce en una fuerte variabilidad de los rendimientos de los sistemas agrarios de secano, donde la lluvia es la única fuente de agua. Los episodios de sequía afectan de manera igualmente negativa a los sistemas agrarios de regadío, si bien la intensidad de sus efectos está supeditada a la inercia de los sistemas hidráulicos de los que depende, según tengan una mayor o menor capacidad de almacenamiento de agua. En estos sistemas, las dotaciones de agua para el riego que reciben cada año los agricultores son aprobadas por el organismo de cuenca correspondiente, que decide el volumen de agua a percibir por cada zona regable en función de las disponibilidades existentes en los embalses. Esta dotación anual es posteriormente repartida entre los regantes de cada zona regable por la comunidad de regantes correspondiente, siguiendo un criterio igualmente proporcional. Así, tras un periodo de sequía meteorológica prolongado (por ejemplo, tras un otoño-invierno seco en el caso de un sistema de escasa capacidad de regulación hídrica, o tras varios años secos en sistemas más regulados), la sequía se convierte en hidrológica (déficit de recursos embalsados) y las dotaciones de riego aprobadas tienen que fijarse por debajo de la concesión administrativa, produciéndose así un “fallo de garantía de suministro”.

Las consecuencias concretas del fallo de suministro en la agricultura de regadío se pueden clasificar según sean: económicas, sociales o ambientales. Por un lado, desde el punto de vista microeconómico, el fallo de suministro disminuye la renta del agricultor, pues este tendrá que ajustar la superficie regada y su plan de cultivos en función de la disponibilidad de agua. A nivel macroeconómico, esta situación produce una disminución de la producción y del valor añadido del sector agrario, así como de otros sectores productivos relacionados, como el sector de insumos agrícolas. Además, debido a la aversión al riesgo que caracteriza a la mayoría de los agricultores⁷, en situaciones de elevada incertidumbre acerca de la disponibilidad de agua para riego, la toma de decisiones productivas de los agricultores no resulta eficiente desde una perspectiva pública, en la medida que estos tienden a minorar el uso de insumos productivos⁸ y la realización de inversiones⁹, con la consiguiente merma en la producción agraria.

Por otro lado, desde una perspectiva social, el fallo de suministro en el regadío provoca una disminución del empleo agrario, en la medida que una hectárea de regadío genera de media 3,8 veces más empleo que una de secano¹⁰. Además, en los casos en los que este riesgo sea significativo, la incertidumbre hidrológica puede conllevar el abandono (o no implantación) de determinados cultivos especialmente sensibles a cortes en el suministro de riego, como son los cultivos frutales, normalmente muy intensivos en el uso de mano de obra.

Finalmente, caben señalar las consecuencias ambientales de los fallos de suministro, entre las que destaca la extracción ilegal de recursos hídricos (p. ej., extracción de aguas subterráneas) al objeto de sustituir parcialmente los recortes en las dotaciones, circunstancia que puede agravar los problemas de sobreexplotación de las masas de agua afectadas.

De todo lo comentado resulta obvio que, del conjunto de riesgos climatológicos, la incertidumbre acerca de la disponibilidad de agua para el riego constituye uno de los principales riesgos de producción a los que se enfrentan los agricultores de regadío españoles¹¹. La estrategia tradicionalmente implementada para minimizar este riesgo de fallo en la garantía de suministro se ha basado, principalmente, en el desarrollo de políticas públicas de agua desde la perspectiva de la oferta, enfocadas a la construcción de infraestructuras de regulación tales como embalses, al objeto de captar y almacenar una mayor cantidad de agua. Sin embargo, estas políticas de oferta han sido superadas por la creciente demanda de agua, que a la postre han provocado una reducción en la garantía de suministro. A esta circunstancia hay que sumar las crecientes dificultades para incrementar la regulación hidráulica, dadas las limitaciones ambientales, cada vez más exigentes, impuestas a estas inversiones. Esta situación es especialmente evidente en las cuencas con mayor escasez de recursos (p. ej., zonas del sur y este de España), que se consideran hidrológicamente “cerradas”¹², en la medida que cualquier nueva demanda de agua solo puede satisfacerse manteniendo la misma garantía si se reducen los derechos concesionales de otros usuarios.

El cierre de cuencas está provocando que tanto la comunidad científica como los decisores políticos exploren nuevos mecanismos o instrumentos de gestión hídrica para gestionar el riesgo de fallo en la garantía de suministro desde el punto de vista de la demanda¹³. Este tipo de instrumentos políticos tienen por objeto gestionar los actuales recursos hídricos disponibles para optimizar la eficiencia en el uso del agua y reducir la exposición al riesgo de fallo de suministro de los usuarios. Entre tales instrumentos, destacan la modernización del regadío¹⁴, la tarificación¹⁵, los mercados de agua¹⁶, los bancos de agua¹⁷, los contratos de opción¹⁸ y los seguros de sequía

¹⁰ Gómez-Limón y Picazo-Tadeo, 2012.

¹¹ Rey et al., 2016b.

¹² Expósito y Berbel, 2017.

¹³ Lago et al., 2015.

¹⁴ Berbel y Gutiérrez-Martín, 2017.

¹⁵ Gallego-Ayala et al., 2011.

¹⁶ Palomo-Hierro et al., 2015.

¹⁷ Montilla-López et al., 2016.

¹⁸ Rey et al., 2016a.

⁶ OECD, 2011.

⁷ Menapace et al., 2013.

⁸ Beare et al., 1998.

⁹ Marques et al., 2005.

hidrológica¹⁹. Sin embargo, estos instrumentos apenas se han implementado en la práctica en España, a excepción de la modernización de regadíos.

Para el conjunto de la agricultura, durante la última década se ha promovido la utilización del seguro agrario como instrumento para la gestión del riesgo al que se enfrenta el agricultor²⁰. Con este seguro, los agricultores consiguen minimizar la incertidumbre acerca de los distintos sucesos negativos (de producción o de mercado) a los que se exponen sus explotaciones mediante la transferencia del riesgo a una compañía aseguradora²¹. En este sentido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos²² y la Comisión Europea²³ sugieren, además, que es necesario ampliar la cobertura de riesgos hacia aquellos que en la actualidad no se contemplan en los sistemas aseguradores, como es el caso del fallo de la garantía de suministro de agua en regadío. Estas instituciones consideran, además, necesario el establecimiento de incentivos públicos que permitan la generalización del seguro agrario (incluyendo el de sequía hidrológica) como herramienta útil de gestión del riesgo, posibilitando que su oferta sea viable en términos financieros para las empresas aseguradoras, y el precio de las pólizas sea aceptable para los agricultores. Este apoyo público queda justificado, como se ha comentado previamente, por la contribución del seguro agrario a la mejora del bienestar social (mejora del nivel de producción agraria y minoración de impactos sociales y ambientales negativos asociados a los siniestros agrarios).

En estos términos, la finalidad de un seguro de sequía hidrológica para regadío sería conseguir garantizar al agricultor un nivel estable de renta en aquellos años en que su dotación de agua para riego se viera limitada como consecuencia de un período de sequía. De esta manera, este seguro amortiguaría los efectos económicos del fallo en la garantía de suministro, disminuyendo la incertidumbre del agricultor y permitiéndole la adopción de decisiones económicas más eficientes.

FACTORES QUE DIFICULTAN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SEGURO DE SEQUÍA HIDROLÓGICA PARA EL REGADÍO

El Sistema Español de Seguros Agrarios Combinados (en adelante, SESAC), regulado mediante la Ley 87/1978, de 28 de diciembre, de Seguros Agrarios Combinados, se configura mediante un sistema mixto público-privado, siendo en la actualidad uno de los más avanzados y completos, no sólo de la Unión Europea, sino también de todo el mundo²⁴. El SESAC contempla prácticamente todas las producciones agrícolas, siendo la cobertura del riesgo de producción derivado de cuestiones climatológicas muy elevada, dado que cubre tanto los riesgos puntuales (p. ej., el pedrisco o la helada), como los riesgos sistémicos (aquellos cuyos siniestros afectan simultáneamente a un gran número de asegurados, como pueden ser la sequía agrícola, aunque solo para cultivos de

secano)²⁵. La madurez del SESAC se evidencia en los datos de su implantación; en el año 2017 se contrataron más de 234 mil pólizas, que cubrían 13,8 millones de hectáreas (36,9% de la superficie de cultivos), asegurando un capital de 9.928 M€ (34,6% del valor de la producción agrícola)²⁶. Buena parte de este éxito se debe al abaratamiento del seguro por las subvenciones concedidas por el Estado y las Comunidades Autónomas, que promedian el 40% del coste de las pólizas²⁷.

A pesar de su desarrollo y amplia cobertura, el SESAC no contempla como riesgo asegurable el fallo en la garantía de suministro de agua en la agricultura de regadío. En este sentido, varios son los factores que dificultan su implementación y justifican que este tipo de seguro no se haya desarrollado todavía, ni en España, ni en la mayoría de los países con sistemas aseguradores avanzados²⁸. Entre estos factores destacan, en primer lugar, aquellos comunes al resto de líneas del seguro agrario:

- a) El seguro de cobertura de la sequía hidrológica para regadío, al igual que el conjunto del seguro agrario, adolece del denominado problema del *riesgo moral*, relacionado con la asimetría en la información. Este problema se presenta cuando el asegurado, una vez contratado el seguro, influye intencionadamente mediante su comportamiento en el resultado final del mismo, sin que el asegurador tenga conocimiento cierto de este comportamiento²⁹. Este sería el caso, por ejemplo, de un agricultor de regadío que tuviera contratado un seguro de sequía hidrológica y que, en situaciones de restricciones parciales en el uso del agua (fallo parcial en la garantía de suministro), no empleara la dotación concedida para regar, al objeto de ahorrar costes y, a la vez, poder cobrar una mayor indemnización por siniestro.
- b) Otro problema relacionado con la asimetría en la información es el problema de la *selección adversa*, que consiste en que aquellos agricultores con más probabilidades de sufrir siniestros contratan en mayor medida pólizas de seguro que aquellos que tienen menos probabilidades de sufrir estas contingencias. Así, como la fijación de las primas se realiza para cada línea de seguro considerando el conjunto de la siniestralidad de todos los agricultores asegurados, aquellos productores que tienen menos probabilidades de sufrir siniestros (esperanza de la indemnización inferior al coste de la prima) no estarán tan motivados a contratar el seguro como aquellos con mayores probabilidades (esperanza de la indemnización mayor al coste de la prima), que lo percibirán como un instrumento muy atractivo. De esta manera, se produce un proceso de "autoselección" donde los suscriptores del seguro

¹⁹ Pérez-Blanco y Gómez, 2014.

²⁰ World Bank, 2005. OECD, 2016. EC, 2017b.

²¹ Borch, 1990. Bardají et al., 2016.

²² OECD, 2016.

²³ EC, 2017a.

²⁴ Burgaz, 1995. Burgaz y Pérez-Morales, 1996. Antón y Kimura, 2011. Meuwissen et al., 2018.

²⁵ Machetti, 2015.

²⁶ Agroseguro, 2018.

²⁷ Ídem.

²⁸ Pérez-Blanco y Gómez, 2013, 2014.

²⁹ Mishra et al., 2005.

serían cada vez los más propensos a sufrir siniestros³⁰.

Ambos problemas generan una situación de desequilibrio actuarial para el asegurador (pagos por siniestros mayores a los cobros por las primas), que conduce inevitablemente a un encarecimiento progresivo del seguro y a la ineficiencia de este instrumento³¹. Sin embargo, como se evidencia en las demás líneas de seguros agrarios, ambos problemas pueden limitarse aplicando las medidas oportunas. Para minimizar los problemas de asimetría de información habría que:

- a) Segmentar a los agricultores en función del nivel de riesgo de fallo de suministro (p. ej., a nivel de subcuenca hidrográfica o sistema de explotación hidráulico) para aplicarles primas adaptadas al riesgo real de cada uno de ellos.
- b) Implantar sistemas “*bonus-malus*” que corrijan individualmente la prima en función del comportamiento del agricultor.
- c) Establecer franquicias deducibles.
- d) Aplicar reglas de peritación que auditen el comportamiento de los agricultores en caso de siniestro.

Lógicamente, todas estas medidas encarecen el diseño y la administración del seguro, generando unos costes de transacción que se repercuten encareciendo la prima del seguro.

Además de los problemas anteriores, el diseño e implementación de un seguro de sequía hidrológica para el regadío presenta problemas específicos que requieren igualmente ser solventados para viabilizar este tipo de seguro:

- a) El *carácter sistémico* de la sequía hidrológica³², que implica que el riesgo de fallo de garantía de suministro afecta a un gran número de agricultores de una misma cuenca, comprometiendo la capacidad de pagar el conjunto de indemnizaciones por parte de las compañías de seguros, lo que puede condicionar la viabilidad de las empresas aseguradoras. Este problema se podría solucionar, por un lado, obligando a las empresas aseguradoras a dotar una gran cantidad de reservas y, por otro lado, mediante la utilización del reaseguro, medidas ambas que encarecerían igualmente el coste de las primas. En cualquier caso, el SESAC ha solventado convenientemente este problema, dado que incluye en su estructura un cuadro de coaseguro, según el cual varias compañías aseguradoras cubren los mismos riesgos al objeto de compartirlos y disminuir su exposición a los mismos, así como un programa de reaseguro público. Así, se garantiza la viabilidad de todo el sistema en caso de siniestros extremos³³. Estas características del SESAC le permiten asegurar actualmente riesgos sistémicos, tales como la sequía en cultivos de secano, por lo que también

cabría asegurar el riesgo de fallo de suministro en la agricultura de regadío.

- b) En España, los regantes (potenciales asegurados) están representados en las comisiones de desembalse de los organismos de cuenca, órgano donde se proponen las dotaciones anuales de agua para riego. La posibilidad de que los propios *asegurados puedan incidir en la probabilidad de ocurrencia de siniestros* (dotaciones inferiores a los derechos concesionales), convierte el riesgo de fallo de suministro en no asegurable, dado que no puede garantizarse que su ocurrencia sea verdaderamente accidental. Este inconveniente, sin embargo, se ha minorado de manera importante desde la aprobación de los Planes Especiales de Sequía (PES). Tradicionalmente, los organismos de cuenca, a propuesta de las comisiones de desembalse, han contado con una discrecionalidad absoluta para tomar decisiones respecto de las dotaciones que se concedían a los regantes cada campaña de riego. Sin embargo, desde la aprobación de los PES en 2007, estos organismos están obligados a tomar tales decisiones siguiendo los protocolos de actuación establecidos al efecto, al menos teóricamente, puesto que en la práctica no siempre ha sido así. Efectivamente, estos planes, redactados conforme a las exigencias de la Directiva Marco de Agua, establecen un procedimiento técnico conocido de antemano para el reparto de los recursos disponibles basado en un sistema de escenarios posibles (normalidad, prealerta o escasez del recurso moderada, alerta o escasez severa, y emergencia o escasez grave). Estos planes establecen procedimientos formalizados de obligado cumplimiento para la fijación de las dotaciones anuales de agua, minimizando la arbitrariedad existente hasta ahora. En todo caso, cualquier propuesta que se haga para un seguro de sequía hidrológica deberá basarse en un procedimiento objetivo y no manipulable para la determinación de la ocurrencia de siniestros y de su intensidad, ambos factores clave en el cálculo de las indemnizaciones correspondientes. Como luego se comenta, los seguros indexados son una buena opción en este sentido.
- c) La *incertidumbre* en relación con las posibles modificaciones, como consecuencia del cambio climático, de la *función de distribución de probabilidad que caracteriza la variable dotación anual de agua de riego*, necesaria en el cálculo actuarial de la prima del seguro. Estos desplazamientos de la función de distribución de probabilidad de la disponibilidad de agua pueden afectar a los estadísticos media y varianza. Como ya se ha comentado, los modelos climáticos prevén, aunque no de manera precisa, una disminución de la media de esta variable y un aumento de su varianza, cambios que incrementarían la prima del seguro de sequía hidrológica. Especialmente relevantes son los cambios en la media de la disponibilidad de agua,

³⁰ Just et al., 1999.

³¹ Coble et al., 1997.

³² Skees et al., 2008.

³³ Bardají et al., 2016.

pues este estadístico es el que determina en mayor medida la prima del seguro. Así, si la media de esta variable disminuye considerablemente, las primas que sería necesario aplicar serían muy elevadas, llegando incluso a imposibilitar la viabilidad económica del seguro. La incertidumbre de los aseguradores acerca de las posibles modificaciones en la función de distribución de la disponibilidad de agua puede solventarse añadiendo a la prima del seguro una carga adicional por ambigüedad, como única vía para posibilitar que las aseguradoras acepten asumir este riesgo³⁴.

- d) La existencia de *diferentes fuentes de suministro de agua de riego* genera igualmente un problema, dado que los fenómenos de sequía hidrológica no afectan por igual a todas ellas. Piénsese, por ejemplo, en un regante que cuenta con una concesión de agua superficial, pero que también puede acceder a fuentes de agua subterránea, agua regenerada o agua desalada. En este caso, la sequía hidrológica se manifestaría disminuyendo la dotación de agua superficial, pero el regante podría compensar este fallo de suministro empleando otras fuentes, como por ejemplo el agua desalada, totalmente segura. En estas circunstancias, el fallo de suministro del agua superficial no sería asegurable, dada la dificultad de cumplir con el principio indemnizatorio, por el que el seguro no debe suponer una fuente de enriquecimiento para el asegurado. Es probable que la ocurrencia de un fallo de suministro colocase en mejor situación al asegurado que si el siniestro no hubiera ocurrido, ya que la indemnización podría ser superior al sobre coste que supone acudir a otras fuentes de suministro de agua. Este problema hace que sólo sea susceptible el aseguramiento de aquellos regantes que cuenten con una única fuente de suministro de agua y cuya disponibilidad de agua para riego sea fácil de verificar y controlar. Así, en la práctica, el seguro de sequía hidrológica resulta factible sólo para los regantes que cuenten con una concesión de agua superficial dotada anualmente por el organismo de cuenca como única fuente de suministro.
- e) La legislación española permite la *cesión temporal de derechos de agua*, tanto a través de los contratos de cesión (mercados de agua) como mediante los centros de intercambio de derechos (bancos de agua) que pueden constituirse durante períodos de sequía³⁵. Esta circunstancia hace que el uso de agua por parte del regante en su propia explotación dependa de sus propias decisiones (si cede o no temporalmente sus derechos), y no de un fenómeno estocástico asegurable. Por este motivo, el seguro de sequía hidrológica no puede asegurar los daños sobre los cultivos por la falta de agua, ni la pérdida de renta por el cambio en el plan de cultivos consecuencia de la escasez,

dado que ambas pérdidas pueden ser agravadas intencionadamente en caso de siniestro (fallo en la garantía de suministro) como consecuencia de la cesión voluntaria de derechos por parte del regante. Esta circunstancia obliga a que el seguro de sequía considere como capital asegurable el valor de la dotación de agua, y no el correspondiente a los rendimientos de los cultivos, como ocurre en la mayoría de las líneas del seguro agrario. Así, el riesgo que debe gestionar el seguro de sequía hidrológica debe ser el lucro cesante derivado del fallo en el suministro de agua de riego por la reducción de la dotación de agua concedida por el organismo de cuenca, con independencia del uso efectivo del agua (planes de cultivos y dosis de riego por cultivos).

- f) La *gestión plurianual de las reservas de agua de los sistemas de explotación hidráulicos* con mayor regulación hidráulica dificulta correlacionar temporalmente la ocurrencia de los fenómenos que causan la sequía (disminución de la pluviometría y las escorrentías que alimentan los embalses) y sus efectos (recortes en las dotaciones de riego). Por ejemplo, existen numerosos sistemas de explotación hidráulicos en los cuales si a comienzos del año hidrológico (octubre) los embalses están a nivel “normal”, durante ese año, aunque haya sequía meteorológica e incluso agrícola, lo normal es que se puedan satisfacer todas las demandas de riego (nula probabilidad de fallo en la garantía de suministro). La sequía hidrológica en estos sistemas altamente regulados solo ocurriría si se sucedieran varios años de lluvias significativamente por debajo de la media. Esta circunstancia pone en duda la conveniencia de pólizas de seguro de sequía hidrológica anuales, como en el resto de las líneas del seguro agrario, en la medida que la probabilidad de siniestro en un año dado no es un fenómeno estadísticamente independiente, sino que está condicionada por la ocurrencia o no de siniestro los años anteriores (la probabilidad de que haya fallo de suministro no es la misma si el año comienza con un nivel de agua embalsada por encima o por debajo de la media histórica). Este hecho apunta a la necesidad de establecer condiciones en la contratación que fomenten la renovación de las pólizas año tras año, o bien, diseñar pólizas plurianuales.

Los problemas anteriores no son exclusivos del caso español, sino que son compartidos igualmente por muchos otros países, lo que explica que este tipo de seguro raramente se haya implementado. De hecho, tan sólo en EE.UU. existe este tipo de cobertura en la agricultura de regadío, dentro del denominado “seguro multi-riesgo contra pérdidas en cosechas” (MPCI, por sus siglas en inglés; *Multiple-Peril Crop Insurance*).

A pesar de todas estas dificultades, diversos trabajos académicos han tratado de buscar soluciones que posibiliten plantear un seguro de sequía hidrológica para regadío. Todas estas aportaciones permiten concretar una

³⁴ Skees et al., 2008.

³⁵ Palomo-Hierro y Gómez-Limón, 2013.

nueva propuesta de un diseño viable para este tipo de seguro para el caso del regadío en España.

TIPOLOGÍA DE LOS SEGUROS AGRARIOS: OPCIONES PARA EL SEGURO DE SEQUÍA HIDROLÓGICA PARA REGADÍO

Los sistemas de seguros agrarios pueden incorporar varios tipos de seguros. Una forma habitual de clasificarlos es atendiendo al carácter único o múltiple de los riesgos asegurados. Así, se puede diferenciar entre:

- Seguro de riesgo único, por ejemplo, para cubrir el riesgo de granizo.
- Seguro combinado, que contempla la cobertura de varios riesgos, como pueden ser el granizo y la helada.
- Seguro de rendimientos, que cubre todos los riesgos climáticos que puedan incidir en la producción agraria, incluidos los riesgos sistémicos, como la sequía agrícola en secano.

Otra posible clasificación de los seguros atiende al modo de evaluar la pérdida producida en la explotación agraria como consecuencia de la contingencia asegurada. Así, se podría distinguir entre:

- Seguros de valoración de daños mediante peritación en la propia explotación, denominados comúnmente “seguros tradicionales”.
- Seguros indexados, en los que la valoración del daño se realiza de manera indirecta a través de una variable o índice correlacionado con la contingencia cubierta. Entre los seguros indexados, se distinguen a su vez varios tipos³⁶:
 - Seguros indexados de rendimientos o de ingresos, donde el índice se calcula como la media de los rendimientos o ingresos de una región, y las pérdidas por siniestro se fijan en función de ese índice.
 - Seguros indexados indirectos, en los que el índice se elabora a través de una o varias variables exógenas a la explotación. Así, podría diferenciarse entre:
 - Seguros indexados climáticos, que consideran variables tales como las precipitaciones o la temperatura.
 - Seguros indexados agro-climáticos, que tienen en cuenta indicadores tales como la humedad de la tierra.
 - Seguros indexados basados en imágenes de satélite, por ejemplo, para obtener índices de vegetación.
 - Seguros indexados basados en otras variables, como por ejemplo, en la cantidad de agua almacenada en los embalses o los flujos entrantes en los mismos para un seguro de sequía hidrológica.

Aunque los seguros tradicionales de valoración de daños son los más extendidos, tanto a nivel español como internacional, los seguros indexados ofrecen una serie de ventajas que disminuyen considerablemente el coste de la prima comercial del seguro³⁷:

- Al calcularse las indemnizaciones en función del valor de un índice objetivo y no manipulable, no es necesaria la peritación del daño en la propia explotación.
- Existe una mayor transparencia en el cálculo de las indemnizaciones frente al seguro tradicional, sin que haya cabida a la arbitrariedad, por lo que se minimizan los costes relacionados con la resolución de conflictos.
- Debido a que la información relativa al índice (por ejemplo, información sobre la variable precipitaciones) es la misma tanto para el asegurado como para el asegurador, el problema de la selección adversa disminuye.
- Como el agricultor no tiene capacidad para influir mediante su comportamiento en el resultado del valor del índice, se elimina el problema de riesgo moral.

Sin embargo, como mayor inconveniente de los seguros indexados destaca la existencia del denominado “*riesgo base*”; esto es, el riesgo relacionado con la posible diferencia entre el valor de la indemnización basada en el índice y la pérdida real producida en la explotación. Podría suceder que un agricultor sufriera una determinada pérdida en su explotación pero que, en base al valor del índice, no le correspondiera recibir indemnización alguna, o que esta fuera inferior a la pérdida. Igualmente podría existir el caso contrario, por el cual un agricultor que no sufriera realmente daño fuese indemnizado por el seguro en base a dicho índice. Estas situaciones se producen si no hay una elevada correlación entre el índice y la pérdida real experimentada en la explotación. Teniendo en cuenta esta circunstancia, es evidente que la primera condición que debe cumplir una variable para ser considerada un índice en un seguro indexado es que exista una alta correlación de la variable con la pérdida sufrida en las explotaciones agrarias, al objeto de disminuir el riesgo base. Otras condiciones relevantes que debe reunir todo índice para ser la base de un seguro indexado son las siguientes³⁸:

- La metodología de cálculo del índice debe estar disponible a todos los potenciales asegurados.
- Los valores que adopte el índice deben ser totalmente objetivos y no manipulables, debiendo hacerse públicos regularmente mediante canales de difusión adecuados.
- Deben existir registros históricos de las variables necesarios para calcular el índice, al objeto de que las compañías aseguradoras puedan realizar los pertinentes estudios actuariales en base al índice propuesto.

Finalmente, cabe señalar que los seguros agrarios también pueden clasificarse, en función del papel de los poderes públicos, entre privados y públicos³⁹. Cuando el rol de las administraciones es puramente regulatorio y de defensa de la competencia, estamos ante un seguro agrario privado. Cuando el seguro agrario forma parte de la política agraria, el Estado crea un marco de regulación del sector diferente, que trata de promocionar este instrumento de gestión del riesgo mediante subvenciones

³⁶ Bielza et al., 2008.

³⁷ World Bank, 2005. Skees et al., 2008. Jensen y Barrett, 2017.

³⁸ World Bank, 2011.

³⁹ Bardají et al., 2016.

y reaseguro público de los riesgos cubiertos, dados los beneficios sociales derivados de su implementación⁴⁰. En este contexto es donde se ha desarrollado el SESAC como sistema de seguro mixto público-privado⁴¹.

PROPUESTAS DE UN SEGURO DE SEQUÍA HIDROLÓGICA PARA REGADÍO DESDE EL ÁMBITO ACADÉMICO

Diferentes estudios han detectado el elevado interés de los regantes españoles en disminuir la incertidumbre asociada a la elevada variabilidad de sus dotaciones de agua para riego⁴². Este interés se materializa, en la práctica, en la disposición a pagar (DAP) por conseguir disminuir esta incertidumbre. Estos estudios evidencian que la DAP es heterogénea entre los regantes, variando en función de diversos factores, tales como la aversión al riesgo del agricultor, su determinada exposición al riesgo en función de los cultivos o de circunstancias personales como la edad o el nivel educativo.

Partiendo de esta evidencia empírica, se ha comenzado a desarrollar en la literatura una línea de trabajo centrada en el estudio de un seguro que cubra el riesgo de sequía hidrológica para el regadío. En este sentido, los investigadores Jorge Ruiz, María Bielza, Alberto Garrido y Ana Iglesias⁴³, propusieron en España un seguro de ingresos para cubrir el riesgo de sequía hidrológica, con evaluación del daño en la propia explotación mediante peritación, de manera semejante al resto de las líneas del seguro agrario. Este diseño de seguro de daños ha sido, sin embargo, criticado por el carácter sistémico del riesgo de sequía (tanto agrícola como hidrológica) que provoca que, en caso de siniestro, las correspondientes peritaciones resulten difíciles y caras de implementar (exigencia de realizar un gran número de peritaciones al mismo tiempo por técnicos cualificados)⁴⁴. Además de esta debilidad, se señalan como limitaciones de esta propuesta las condiciones del contrato que esta planteaba, que incluían la prohibición de realizar transferencias de agua entre regantes y que limitaba la cobertura del seguro a determinados cultivos (solo aquellos para los cuales la compañía aseguradora pueda calcular el riesgo actuarial).

Frente al seguro agrario tradicional con peritación de daños a cultivos, la literatura ha propuesto como diseño alternativo más eficiente los seguros de sequía indexados. En este tipo de seguros (indexados a una variable), la ocurrencia de siniestro, la medición de la intensidad del mismo y la valoración del daño se realizan de manera indirecta a través de una variable o índice correlacionado con la contingencia cubierta; por ejemplo, la cobertura del riesgo de sequía agrícola en secano puede hacerse operativa de manera simple a través de un índice de precipitaciones acumuladas, sin necesidad de declaraciones individuales de siniestro y peritación de daños parcela por parcela, como en el caso del seguro agrario tradicional. Siguiendo esta idea, los investigadores Kimberly Zeuli y Jerry Skees⁴⁵ diseñaron un contrato de seguro indexado de sequía hidrológica para regadío en

Australia basado en un índice de precipitaciones. El estudio concluyó evidenciando que el diseño del seguro basado en un índice climatológico tiene muchas ventajas, ya que permite:

- a) Disminuir los problemas de riesgo moral y de selección adversa.
- b) Compatibilizar el seguro de sequía hidrológica con los mercados de agua.
- c) Disminuir los costes del seguro al evitar la necesidad de realizar peritaciones para la cuantificación de las indemnizaciones.

Como principal debilidad de este trabajo, debe destacarse la imperfecta correlación del índice de precipitaciones considerado y el riesgo de sequía hidrológica (fallo en la garantía de suministro).

En Méjico, los investigadores Akssell Leiva y Jerry Skees⁴⁶ propusieron un seguro indexado de sequía hidrológica para regadío tomando como índice la variable “flujos de entrada de agua en los embalses”, con dos variantes según la vigencia temporal del contrato: a doce meses y a dieciocho meses. En este trabajo, el diseño del seguro, en cada una de sus dos variantes, se centró en modelizar el cálculo de la prima y la indemnización a recibir por el agricultor.

Otro ejemplo de seguro indexado de sequía hidrológica es el planteado por los investigadores Teresa Maestro, Barry Barnett, Keith Coble, Alberto Garrido y María Bielza⁴⁷ para California. Este trabajo está basado en un índice actualmente ya calculado por la autoridad ambiental del Estado encargada de la gestión del agua con el propósito de estimar la disponibilidad de agua superficial para su reparto entre los regantes. Dicho índice se calcula, cada año, al inicio de la campaña de riego (cada primero de mayo), y estima la disponibilidad de agua en función de la escorrentía en el año en curso y del valor del índice el año anterior. Dado que el valor del índice está afectado por el valor de este mismo índice el año anterior, un seguro basado en el mismo tendría un riesgo potencialmente elevado de selección adversa intertemporal. Para minimizar este problema, estos autores proponen tres diseños alternativos del seguro:

- a) Contrato de seguro con contratación temprana (un año antes).
- b) Contrato de seguro con prima variable
- c) Contrato de seguro con franquicia variable, condicionándose estos dos últimos al valor del índice en el año anterior.

En España, los investigadores Teresa Maestro, María Bielza y Alberto Garrido⁴⁸ han propuesto asimismo un seguro indexado de carácter colectivo (dirigido a comunidades de regantes) para cubrir el riesgo de fallo de suministro en la agricultura de regadío. El seguro permite calcular la indemnización a percibir por el agricultor en base a un índice de sequía hidrológica calculado en función de los flujos de entrada en los embalses. Sin embargo, esta propuesta presenta dos inconvenientes reseñables. Primero, parte de hipótesis hidrológicas muy restrictivas, como por ejemplo que las situaciones de sequía hidrológica no pueden preverse al inicio del año

⁴⁰ World Bank, 2005. OECD, 2011. EC, 2017b.

⁴¹ Garrido y Bardají, 2009.

⁴² Por ejemplo: Mesa-Jurado et al., 2012.

⁴³ Ruiz et al. 2015.

⁴⁴ Skees et al., 2008.

⁴⁵ Zeuli y Skees, 2005.

⁴⁶ Leiva y Skees, 2008.

⁴⁷ Maestro et al., 2016a.

⁴⁸ Maestro et al., 2016b.

agrícola (los embalses de regulación sólo pueden cubrir las necesidades de un año), circunstancia que difícilmente se da en las cuencas españolas con mayores riesgos de fallo de suministro. Segundo, su carácter colectivo, que dificultaría su implementación práctica al no tener en cuenta la heterogeneidad de las preferencias de los agricultores en relación con la gestión de este riesgo y de los daños ocasionados por los recortes en la dotación (planes de cultivos).

Finalmente cabe reseñar otros trabajos, aunque no han abordado el diseño del seguro considerando toda su complejidad, se han centrado en calcular la prima de un hipotético contrato de seguro, destacando en este sentido los estudios de Carlos Dionisio Pérez-Blanco y Carlos Mario Gómez-Gómez⁴⁹ y el de Dolores Rey, Javier Calatrava y Alberto Garrido⁵⁰.

PROPUESTA PARA UN CONTRATO DE SEGURO INDEXADO DE SEQUÍA HIDROLÓGICA PARA REGADÍO EN ESPAÑA

En este trabajo se propone un seguro indexado de sequía hidrológica para regadío como el tipo de diseño de seguro más adecuado para cubrir este riesgo, dadas sus ventajas sobre los seguros tradicionales. Se considera que los beneficios derivados de los menores costes y la mayor transparencia de este tipo de seguro son superiores a los posibles perjuicios derivados del riesgo base, máxime cuando el índice propuesto está altamente correlacionado con las pérdidas que se quieren asegurar.

Además, otro motivo relevante que justifica la elección de un seguro indexado para cubrir el riesgo de sequía hidrológica frente a un seguro tradicional se fundamenta en el procedimiento seguido en las cuencas hidrográficas españolas para establecer las dotaciones anuales de riego. Efectivamente, aunque existen PES donde se protocoliza la cuantía de las dotaciones en caso de escasez de agua, existe todavía cierto grado de arbitrariedad sobre este aspecto⁵¹. Esto hace que existan dudas sobre si el fallo de suministro de agua de riego en las cuencas hidrográficas españolas es un evento no manipulable y, por tanto, asegurable. Esta circunstancia genera recelos entre las empresas aseguradoras dispuestas a comercializar seguros que cubran este riesgo, lo que justifica el diseño de un seguro indexado que emplee un indicador transparente y no manipulable. Como justifican distintivos investigadores⁵², un índice adecuado en este sentido para un seguro de sequía hidrológica para el regadío podría basarse en el flujo acumulado de entrada de agua en los embalses de regulación o, bien, como es la alternativa elegida en este trabajo, en el “stock de agua disponible en los embalses de regulación”. Además, se propone que el seguro de sequía hidrológica para regadío planteado se incluya, como el resto de las líneas del seguro agrario en España, dentro del SESAC y, por tanto, pueda contar con una subvención parcial de la prima comercial y con un reaseguro público.

El contrato o póliza de seguro es el documento legal donde se establecen las normas que regulan la relación entre asegurador y asegurado, donde se explicita que el

primero se obliga, mediante el cobro de una prima y, en el caso de que se produzca el evento objeto de cobertura (siniestro), a indemnizar el daño producido en la forma convenida. En este sentido, a continuación, se presentan los distintos elementos de este contrato que definen las alternativas propuestas para el seguro de sequía en regadío.

En relación con los *elementos materiales* del contrato, se plantean las siguientes alternativas de diseño:

- *Bien asegurado*: es el objeto sobre el que recae la cobertura, proponiéndose que en este caso sea la dotación anual de agua superficial concedida por el organismo de cuenca a la explotación asegurada. Se trataría, pues, de una póliza simple, que solo cubriría una garantía concreta. No obstante, aunque esta característica no impediría que este seguro se pudiera suscribir como una cobertura complementaria dentro de las líneas de seguros agrarios tradicionales de las explotaciones de regadío. Para que se pudiera asegurar este riesgo, la explotación no podría tener otras fuentes de agua alternativas para riego (p. ej., pozos).
- *Capital asegurado (CA)*. Se propone que este sea el valor de la dotación anual de agua de riego de la explotación, constituyendo el límite máximo de indemnización que el asegurador estaría obligado a pagar en caso de siniestro total. En este sentido, se plantea que este sea un valor convenido o estimado, equivalente a la diferencia entre el margen bruto anual de la explotación con una dotación de riego normal y el margen bruto anual de la explotación en condiciones de secano. Para la realización de estos cálculos de manera operativa para cada explotación se propone emplear datos tabulados de márgenes brutos medios de los cultivos de regadío y de secano estimados para cada zona regable.
- *Índice*: es la variable empleada para determinar cuándo ocurre un siniestro y la intensidad de este. Como ya se ha comentado, este índice debe reunir una serie de características deseables entre las que destacan, especialmente, que tenga una elevada correlación con el riesgo asegurado y que sea no manipulable. Teniendo en cuenta estas características y la literatura analizada, se propone que esta variable sea el “stock de agua disponible en los embalses de regulación” del sistema de explotación hidráulico al que pertenece la zona regable del asegurado, que notaremos como SA. De manera más concreta, se propone que este índice se calcule, a fecha 1 de mayo, como la suma del agua almacenada en los embalses de cada sistema al final del último año hidrológico (30 de septiembre del año anterior) más los flujos entrantes en los embalses desde el inicio del año hidrológico (1 de octubre) hasta el 30 de abril del siguiente año. Así, este índice se podría calcular anualmente a primeros de mayo y, en función de su valor, determinar si existe siniestro y, en su caso, la intensidad del mismo, tal y como se comenta a continuación.
- *Siniestro*: es la manifestación concreta del riesgo asegurado, que se constataría en este seguro

⁴⁹ Pérez-Blanco y Gómez-Gómez, 2013; 2014.

⁵⁰ Rey et al., 2016b.

⁵¹ Pérez-Blanco y Gómez-Gómez, 2013.

⁵² Brown y Carriquiry, 2007. Leiva y Skees, 2008. Maestro et al., 2016a.

cuando el valor del índice SA sea inferior a una cantidad determinada previamente (U). Dicha cantidad U se correspondería con el stock de agua mínimo que permitiría al organismo de cuenca aprobar dotaciones de agua equivalentes a los derechos concesionales. Así, la condición para la declaración de un siniestro es que SA sea inferior a U, puesto que se considera que en tales circunstancias se producirán restricciones en las dotaciones de riego y, consecuentemente, un lucro cesante en las explotaciones de regadío. Al tratarse de un riesgo con grado de intensidad variable, el siniestro podría ser *parcial* (SA inferiores a U, pero superiores a L, definido este último parámetro como el stock de agua límite que permite aprobar dotaciones de riego) o *total* (SA inferiores a L, que provocaría que la dotación anual para riego fuese cero). La declaración de siniestro se propone se realice en todo caso al principio de la campaña de riego, más concretamente el 1 de mayo, una vez se constaten los valores que toma el índice SA.

- *Indemnización (I)*: es el importe que está obligado a pagar contractualmente el asegurador en caso de produzca un siniestro, y que en el seguro propuesto se correspondería con la entrega de una cantidad en metálico equivalente a la estimación de daños ocasionados por el siniestro. Al tratarse de un seguro indexado, el cálculo de la indemnización no requeriría tasación de daños, sino que se calcularía automáticamente al conocerse el valor que toma SA de la siguiente forma:

$$I = \begin{cases} 0 & \text{si } SA \geq U \\ CA \times (1 - FR) \times f(SA) & \text{si } U > SA > L \\ CA \times (1 - FR) & \text{si } SA \leq L \end{cases} \quad (1)$$

Como puede apreciarse, la indemnización (I) depende tanto de la franquicia (FR) (porcentaje del capital asegurado que el agricultor asume en forma de autoseguro; esto es, el propio asegurador asume el riesgo) que pudiera acordarse en la póliza, como de la intensidad del siniestro, cuantificado por la función f(SA).

Como ya se ha comentado, el seguro se regiría por la aplicación del principio indemnizatorio, según el cual el seguro debería reparar únicamente el daño sufrido por los siniestros, evitando en todo caso proporcionar un beneficio al asegurado. En este sentido, para verificar el cumplimiento de este principio, y también con el propósito de abaratar la prima, se propone una franquicia del 30%.

En cuanto a la función que mide la intensidad del siniestro, cabría asumir en principio que esta es lineal:

$$f(SA) = (U - SA)/(U - L) \quad (2)$$

Esto implicaría asumir, de manera pragmática, que el valor de la dotación es proporcional a la cantidad de agua asignada.

- *Prima*: es la aportación económica que tendría que satisfacer el asegurado a la entidad aseguradora en concepto de prestación por la cobertura del riesgo. Se propone una prima anual.

Por lo que respecta a los *elementos formales* del contrato de seguro, se proponen las siguientes alternativas de diseño:

- *Vida del contrato*. La vigencia del contrato comenzaría con la formalización de la póliza durante el periodo de contratación establecido (durante el mes de septiembre de cada año) y el correspondiente pago de la prima anual, y terminaría tras el cálculo del índice SA el 1 de mayo del siguiente año. No obstante, la póliza se propone sea prorrogable por anualidades, de forma ilimitada hasta la rescisión del contrato por cualquiera de las partes. Para minimizar la existencia de selección adversa intertemporal, si durante el periodo de contratación se diesen situaciones de prealerta, alerta o emergencia, según se establece en el PES, sólo se permitiría la renovación de las pólizas de años anteriores. La inclusión de nuevos asegurados o modificaciones en los capitales asegurados por cambios en los planes de cultivo sólo sería posible durante el periodo de contratación en años en los que haya una situación hidrológica normal.
- *Notificación del siniestro*. Al tratarse de un seguro indexado, el asegurado no tendría que comunicar al asegurador la ocurrencia de un siniestro. El día 1 de mayo se constataría el valor del índice SA y, en el caso de que SA fuera menor que U, se establecerían las indemnizaciones a recibir por cada asegurado.

Finalmente, en relación con los *elementos personales* del contrato de seguro se propone:

- *Asegurado*. Se plantea la posibilidad de suscribir tanto pólizas *individuales* como pólizas *colectivas* (p. ej., comunidades de regantes) a través de los correspondientes tomadores.
- *Asegurador*. Siguiendo el modelo del SESAC, se propone que, al igual que el resto de las líneas del seguro agrario, la línea propuesta para la cobertura de la sequía hidrológica sea asegurada por Agroseguro S.A. Esta empresa aseguradora es de carácter público-privado, y es la única legalmente autorizada en España para suscribir pólizas de seguros agrarios (aunque la comercialización de estas corre a cargo de las diferentes empresas privadas incluidas en el sistema). Así, la propuesta de Agroseguro S.A. como empresa aseguradora implica que la línea de sequía hidrológica goce de las ventajas de participar del SESAC: supervisión pública de los contratos y de las primas, subvenciones a los asegurados y reaseguramiento público.
- *Reasegurador*. Como el resto de las líneas del seguro agrario incluidas en el SESAC, se propone que el seguro indexado propuesto se reasegure públicamente por el Consorcio de Compensación de Seguros.

ANÁLISIS ACTUARIAL DEL CONTRATO DE SEGURO DE SEQUÍA HIDROLÓGICA PROPUESTO

Una vez planteada la discusión sobre qué tipo de seguro sería el más adecuado para cubrir el riesgo de sequía hidrológica para regadío y cómo se podrían caracterizar todos sus elementos, es necesario llevar a cabo un análisis actuarial al objeto de calcular la prima comercial del seguro. Así, este apartado plantea en qué debería consistir el trabajo futuro (objetivos concretos del análisis) y qué métodos deberían emplearse al objeto de que el SESAC pudiese ofrecer a los regantes este tipo de seguro.

La primera etapa consistirá en confirmar, para cada sistema de explotación, que el índice propuesto (SA) está altamente correlacionado con la ocurrencia y la intensidad de los fallos de suministro (dotación de riego inferior a concesión administrativa) y, por tanto, con las pérdidas ocasionadas en las explotaciones de regadío, utilizando para ello las correspondientes técnicas estadísticas de correlación y regresión.

Una segunda etapa requerirá la realización de estudios actuariales sobre los riesgos a asegurar, al objeto de determinar la prima comercial del seguro, que permita a Agroseguro S.A. cubrir las pérdidas esperadas en concepto de indemnizaciones por siniestros, los costes de gestión (administrativos, de comercialización y de tasación), así como los impuestos y recargos (reaseguro), debiendo proporcionar, además, un beneficio mínimo a esta empresa público-privada.

El punto de partida de la prima comercial es el cálculo de la *prima base* (PB), que representa la esperanza matemática de las indemnizaciones a pagar por los siniestros, teniendo en cuenta las fórmulas de valoración de las indemnizaciones (capital asegurado, franquicia y función de intensidad del siniestro):

$$PB = E(\text{Indemnizaciones}) \quad (3)$$

Este cálculo requiere estimar la función de densidad de probabilidad de las indemnizaciones a partir de simulaciones basadas en el historial de los valores del índice y la fórmula de valoración de las indemnizaciones⁵³.

Para reflejar el coste real del riesgo asumido por el asegurador, la PB se debe incrementar con los gastos relacionados con la peritación de los siniestros (nulos en el caso del seguro indexado propuesto) y con la gestión interna de la tramitación de los siniestros (gastos de prestaciones, Gp), dando lugar a la *prima de riesgo neta* (PRn):

$$PRn = PB + Gp \quad (4)$$

Esta PRn necesita ser aumentada, a su vez, con la prima del reaseguro del Consorcio de Compensación de Seguros (Pccs), llegándose así al cálculo de la *prima de riesgo* (PR):

$$PR = PRn + Pccs \quad (5)$$

Esta PR se requiere incrementar de nuevo con un “*recargo se seguridad*” cuando la probabilidad de ocurrencia de los siniestros no esté perfectamente caracterizada (como en el caso del seguro propuesto, dado que la serie histórica del índice está afectada por los efectos del cambio climático), o cuando el riesgo asegurado tenga un carácter sistémico (también como en el caso del seguro propuesto). En el primer caso, la PR se incrementa con un “*recargo de ambigüedad*” (α), mientras que en el segundo se incrementa con un “*recargo de catástrofe*” (λ). El resultado de esta prima incrementada equivale a la *prima de riesgo recargada* (PRR):

$$PRR = PR + \alpha \cdot PRn + \lambda \cdot PRn \quad (6)$$

A la PRR se le debe añadir los gastos internos de gestión y administración (G) de Agroseguro S.A., como única compañía aseguradora que puede ofertar la línea propuesta dentro del SESAC, resultando así la *Prima comercial base del coaseguro* (PCb):

$$PCb = PRR + G \cdot PCb = \frac{PRR}{(1 - G)} \quad (7)$$

Asimismo, a esta última se le deberán añadir los gastos externos de gestión de las entidades coaseguradoras (G') para obtener la *Prima Comercial* (PC):

$$PC = PCb + G' \cdot PC = \frac{PCb}{(1 - G')} \quad (8)$$

Finalmente, la prima comercial se incrementa con los gravámenes complementarios que procedan, tales como impuestos, y se reducirá por las subvenciones que pudieran existir por la suscripción del seguro, resultando finalmente el *recibo de la prima*, que coincide con la cantidad a pagar por el asegurado.

En la realización de este análisis actuarial requerirán una especial atención:

- La estimación de las funciones de densidad de probabilidad de las indemnizaciones, que se obtendrán a partir de la información histórica disponible sobre los datos climáticos e hidrológicos de los diferentes sistemas de explotación hidrográficos donde se localicen los potenciales asegurados.
- El coste del reaseguro, para lo que será necesario analizar los costes actualmente cargados al reaseguramiento obligatorio de los seguros agrarios por parte del Consorcio de Compensación de Seguros.
- La cuantía de los recargos por ambigüedad y catástrofe, que se establecerían aplicando técnicas financieras específicas.

El resto de los datos necesarios para la determinación de la prima total (costes de administración, costes de comercialización o beneficio industrial) se podría obtener a partir de coeficientes técnicos normalmente empleados por la industria del seguro para el sector agrario.

⁵³ Zeuli y Skees, 2005. Brown y Carriquiry, 2007. Leiva y Skees, 2008. Maestro et al., 2016b.

CONCLUSIONES

Según se ha constatado, el fallo en la garantía de suministro del agua de riego es un tipo de riesgo cada vez más relevante en el regadío de las regiones de clima mediterráneo o semi-árido, como son las zonas del sur y este peninsular español. La importancia de este riesgo deriva no sólo de las graves consecuencias que este conlleva (principalmente disminuciones de renta del agricultor), sino también por el hecho de que, en el actual escenario de cambio climático, se vislumbra una mayor incidencia de sequías hidrológicas y fallos en la garantía de suministro.

La relevancia creciente de este riesgo de sequía obliga, por tanto, a debatir acerca de su gestión, así como a proponer y analizar nuevos instrumentos para minimizar sus impactos. En este sentido, se ha constatado que los instrumentos de oferta de la tradicional política de agua basada en la construcción de infraestructuras ya no son opciones viables en la mayoría de las regiones con economías del agua maduras. Como alternativa, se plantea el desarrollo de nuevos instrumentos de demanda, como podría ser el seguro de sequía hidrológica. De esta forma, el seguro de sequía hidrológica aparece como un nuevo instrumento de gestión de la demanda de agua alternativo a otros que han evidenciado resultados dispares, tales como la modernización de regadíos o los mercados de agua.

En este artículo se ha propuesto un seguro de sequía hidrológica de carácter indexado a través de la variable “stock de agua disponible en los embalses de regulación” para cubrir el fallo en la garantía de suministro en regadío. Este nuevo instrumento sería una alternativa viable, ya que permitiría minimizar muchos de los problemas o factores limitantes de los tradicionales seguros agrarios, como los de selección adversa o de riesgo moral, y minimizaría el coste de la prima por no requerir de tasación de los daños a los cultivos mediante peritación. El seguro indexado propuesto podría, además, solventar ciertas limitaciones propias de la complejidad de aseguramiento del riesgo de sequía. Entre ellas, cabría destacar las derivadas de la arbitrariedad que aún existe en el procedimiento seguido a la hora de establecer las dotaciones anuales de agua por las comisiones de desembalse. Asimismo, el seguro indexado propuesto permitiría la conjunción su implementación conjunta con otros instrumentos de gestión del riesgo, como puede ser la cesión temporal de derechos a través de los centros de intercambio (bancos de agua) o contratos de cesión (mercados de agua).

La implementación de la propuesta de seguro realizada requiere de estudios adicionales desde la perspectiva de la oferta, al objeto de calcular la prima comercial del seguro mediante los correspondientes métodos actuariales y financieros, y desde la perspectiva de la demanda, para conocer la potencial aceptación (disposición a pagar –DAP– por contratar este instrumento) por parte de los regantes. La comparación de los resultados de estos estudios de oferta y de demanda permitirán conocer la viabilidad comercial del seguro planteado. Si, para una mayoría de regantes, la DAP es mayor que la prima comercial, entonces el seguro sería viable sin necesidad de subvenciones, ya que la decisión de esta mayoría de productores sería la contratación del seguro. En cualquier caso, siempre habrá un porcentaje de regantes para los cuales la DAP sea menor que la prima comercial y, por tanto, no contrate el seguro propuesto. En este sentido, el establecimiento de subvenciones públicas, como en el resto de las líneas del SESAC, produce un abaratamiento de la prima comercial para los regantes, ya que el desembolso que tendrían que hacer sería equivalente a la diferencia entre la prima comercial y la subvención recibida. De esta manera, a medida que la subvención a la contratación del seguro se incremente, habrá un porcentaje creciente de regantes que opten por suscribirlo. Mediante la realización de un análisis de la heterogeneidad de las preferencias de los individuos se podrá establecer a priori el nivel de implantación del seguro propuesto para cualquier nivel de subvención. Esta información resultará clave para soportar la decisión política sobre el nivel de apoyo con que debe contar esta nueva línea. Estos estudios fundamentan las futuras líneas de investigación a desarrollar con el propósito de poner en práctica este nuevo seguro, y el consecuente logro del objetivo de mejorar el desempeño económico, social y ambiental del regadío, contribuyendo positivamente a su resiliencia en el actual escenario de cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Agroseguro, S.A. 2018: *El seguro agrario en cifras 2017*. Madrid, Agroseguro.
- Antón, J. 2009: "Políticas agrarias y gestión de riesgos: una aproximación global", *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 221, 71-94.
- Antón, J. y Kimura, S. 2011: *Risk Management in Agriculture in Spain*. Paris, OECD Publishing.
- Bardají, I., Escribano, S. y Garrido, A. 2016: *Principios básicos de seguros agrarios*. Almería, Cajamar Caja Rural.
- Beare, S. C., Bell, R. y Fisher, B. S. 1998: "Determining the value of water: The role of risk, infrastructure constraints, and ownership", *American Journal of Agricultural Economics*, 80(5), 916-940. <http://dx.doi.org/10.2307/1244183>
- Berbel, J. y Gutiérrez-Martín, C. 2017: *Efectos de la modernización de regadíos en España*. Almería, Cajamar Caja Rural.
- Bielza, M.; Conte, C. G.; Catenaro, R. y Gallego-Pinilla, F. J. 2008: *Agricultural Insurance Schemes II. Index Insurances*. Ispra (Italy), Joint Research Centre.
- Borch, K. H. 1990: *Economics of Insurance*. Amsterdam, North-Holland.
- Brown, C. y Carriquiry, M. 2007: "Managing hydroclimatological risk to water supply with option contracts and reservoir index insurance", *Water Resources Research*, 43(11), 1-13. <http://dx.doi.org/10.1029/2007WR006093>
- Burgaz, F. J. 1995: "Las políticas de ayudas a las catástrofes agrícolas y a los seguros agrarios en la Unión Europea", *Revista Española de Economía Agraria*, 174, 289-308.
- Burgaz, F. J. y Pérez-Morales, M. M. 1996: *1902-1992: 90 años de seguros agrarios en España*. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Coble, K. H.; Knight, T. O.; Pope, R. D. y Williams, J.R. 1997: "An expected-indemnity approach to the measurement of moral hazard in crop insurance", *American Journal of Agricultural Economics*, 79(1), 216-226. <http://dx.doi.org/10.2307/1243955>
- EC (European Commission) 2017a: *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The future of food and farming*. Brussels, European Commission.
- EC (European Commission) 2017b: *Risk management schemes in EU agriculture. Dealing with risk and volatility*. Brussels, European Commission.
- Expósito, A. y Berbel, J. 2017: "Agricultural irrigation water use in a closed basin and the impacts on water productivity: The case of the Guadalquivir river basin (Southern Spain)", *Water*, 9(2), 1-15. <http://dx.doi.org/10.3390/w9020136>
- Gallego-Ayala, J.; Gómez-Limón, J. A. y Arriaza, M. 2011: "Irrigation water pricing instruments: A sustainability assessment", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(4), 981-999. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/20110904-449-10>
- Garrido, A. y Bardají, I. 2009: "Estrategias para la gestión de riesgos y crisis en la agricultura española", *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 221, 175-205.
- Garrido, A. y Gómez-Ramos, A. 2009: "Risk management instruments supporting drought planning and policy", en Iglesias, A., Garrote, L., Cancelliere, A., Cubillo, F. y Wilhite, D.A. (eds): *Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems. Drought Management and Policy Development in the Mediterranean*, Springer, Dordrecht (The Netherlands), 133-151.
- Gómez-Limón, J. A. y Picazo-Tadeo, A. J. 2012: "Irrigated agriculture in Spain: Diagnosis and prescriptions for improved governance", *International Journal of Water Resources Development*, 28(1), 57-72. <http://dx.doi.org/10.1080/07900627.2012.640876>
- IPCC 2014: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge (UK), Cambridge University Press.
- Jensen, N. D. y Barrett, C. B. 2017: "Agricultural index insurance for development", *Applied Economic Perspectives and Policy*, 39(2), 199-219. <http://dx.doi.org/10.1093/aep/ppw022>
- Just, R. E.; Calvin, L. y Quiggin, J. 1999: "Adverse selection in crop insurance: Actuarial and asymmetric information incentives", *American Journal of Agricultural Economics*, 81(4), 834-849. <http://dx.doi.org/10.2307/1244328>
- Lago, M.; Mysiak, J.; Gómez, C. M.; Delacámara, G. y Maziotis, A. 2015: *Use of Economic Instruments in Water Policy: Insights from International Experience*. Cham (Switzerland), Springer.
- Leiva, A. J. y Skees, J. R. 2008: "Using irrigation insurance to improve water usage of the Rio Mayo Irrigation System in Northwestern Mexico", *World Development*, 36(12), 2663-2678. <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.12.004>
- Machetti, I. 2015: "El sistema de seguros agrarios combinados en España", *Consortseguros*, 2, 1-22.
- Maestro, T.; Barnett, B. J.; Coble, K.H.; Garrido, A. y Bielza, M. 2016a: "Drought index insurance for the Central Valley Project in California", *Applied Economic Perspectives and Policy*, 38(3), 521-545. <http://dx.doi.org/10.1093/aep/ppw013>
- Maestro, T.; Bielza, M. y Garrido, A. 2016b: "Hydrological drought index insurance for irrigation districts in Spain", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(3), 1-14. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016143-8981>
- Marques, G. F.; Lund, J. R. y Howitt, R. E. 2005: "Modeling irrigated agricultural production and water use decisions under water supply uncertainty", *Water Resources Research*, 41(8), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1029/2005WR004048>
- Menapace, L.; Colson, G. y Raffaelli, R. 2013: "Risk aversion, subjective beliefs, and farmer risk management strategies", *American Journal of Agricultural Economics*, 95(2), 384-389. <http://dx.doi.org/10.1093/ajae/aas107>
- Mesa-Jurado, M.A.; Martín-Ortega, J.; Ruto, E. y Berbel, J. 2012: "The economic value of guaranteed water supply for irrigation under scarcity conditions", *Agricultural Water Management*, 113, 10-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2012.06.009>
- Meuwissen, M. P. M.; de Mey, Y. y van Asseldonk, M. 2018: "Prospects for agricultural insurance in Europe", *Agricultural Finance Review*, 78(2), 174-182. <http://dx.doi.org/10.1108/AFR-04-2018-093>
- Mishra, A. K.; Wesley Nimon, R. y El-Osta, H. S. 2005: "Is moral hazard good for the environment? Revenue insurance and chemical input use", *Journal of Environmental Management*, 74(1), 11-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.08.003>
- Montilla-López, N. M.; Gutiérrez-Martín, C. y Gómez-Limón, J. A. 2016: "Water banks: What have we learnt from the international experience?", *Water*, 8(10), 1-19. <http://dx.doi.org/10.3390/w8100466>
- Moschini, G. y Hennessy, D. A. 2001: "Uncertainty, risk aversion, and risk management for agricultural producers", en Gardner, B. L. y Rausser, G. C. (eds): *The Handbook of Agricultural Economics*, Elsevier Science, Amsterdam (The Netherlands), 87-153.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 2011: *Managing Risk in Agriculture: Policy Assessment and Design*. Paris, OECD Publishing.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 2016: *Mitigating Droughts and Floods in Agriculture. Policy Lessons and Approaches*. Paris, OECD Publishing.
- Palomo-Hierro, S. y Gómez-Limón, J. A. 2013: "El papel de los mercados como instrumento para la reasignación del agua en España", *Agua y Territorio*, 2, 78-92. <http://dx.doi.org/10.17561/at.v1i2.1347>
- Palomo-Hierro, S.; Gómez-Limón, J. A. y Riesgo, L. 2015: "Water markets in Spain: Performance and challenges", *Water*, 7(2), 652-678. <http://dx.doi.org/10.3390/w7020652>

- Pérez-Blanco, C. D. y Gómez-Gómez, C. M. 2013: "Designing optimum insurance schemes to reduce water overexploitation during drought events: a case study of La Campiña, Guadalquivir River Basin, Spain", *Journal of Environmental Economics and Policy*, 2(1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.1080/21606544.2012.745232>
- Pérez-Blanco, C. D. y Gómez-Gómez, C. M. 2014: "Insuring water: a practical risk management option in water-scarce and drought-prone regions?", *Water Policy*, 16(2), 244-263. <http://dx.doi.org/10.2166/wp.2013.131>
- Rey, D.; Calatrava-Leyva, J. y Garrido, A. 2016a: "Optimisation of water procurement decisions in an irrigation district: The role of option contracts", *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 60(1), 130-154. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8489.12110>
- Rey, D.; Garrido, A. y Calatrava-Leyva, J. 2016b: "Comparison of different water supply risk management tools for irrigators: Option contracts and insurance", *Environmental and Resource Economics*, 65(2), 415-439. <http://dx.doi.org/10.1007/s10640-015-9912-2>
- Rey, D.; Pérez-Blanco, C. D.; Escrivá-Bou, A.; Girard, C. y Veldkamp, T. I. E. 2019: "Role of economic instruments in water allocation reform: lessons from Europe", *International Journal of Water Resources Development*, 35(2), 206-239. <http://dx.doi.org/10.1080/07900627.2017.1422702>
- Riera, C. 2018: "Agua subterránea y riego mecanizado: distinción y vulnerabilidad social ante el riesgo de sequía en Río Segundo, Córdoba, Argentina", *Agua y Territorio*, 12, 119-132. <http://dx.doi.org/10.17561/at.12.3338>
- Ruiz, J.; Bielza, M.; Garrido, A. y Iglesias, A. 2015: "Dealing with drought in irrigated agriculture through insurance schemes: An application to an irrigation district in Southern Spain", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(4), 1-15. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015134-6941>
- Skees, J. R.; Barnett, B. J. y Collier, B. 2008: *Agricultural insurance. Background and context for climate adaptation discussions*. Lexington (Kentucky-USA), GlobalAgRisk, Inc.
- World Bank 2005: *Managing Agricultural Production Risk: Innovations in Developing Countries*. Washington, D.C., World Bank.
- World Bank 2011: *Weather index insurance for agriculture: Guidance for development practitioners*. Washington, D.C., World Bank.
- Zeuli, K. A. y Skees, J. R. 2005: "Rainfall insurance: A promising tool for drought management", *International Journal of Water Resources Development*, 21(4), 663-675. <http://dx.doi.org/10.1080/07900620500258414>

Cultura del agua, multinaturalismo y prosopografía

Water & culture, multinaturalism and prosopography

Aitana Martos-García

Universidad de Almería
Almería, España
aitmartos@gmail.com

Eloy Martos-Núñez

Universidad de Extremadura
Badajoz, España
emartos@unex.es

Alejandro del Pino-Tortonda

Universidad de Extremadura
Badajoz, España
alejandrodelpinotortonda@gmail.com

Resumen — El artículo aborda las relaciones entre el paradigma del multinaturalismo y la profusión de genios acuáticos en la mitología mediterránea e ibérica en particular. Para ello, se basa en la descripción de patrones prosopográficos subyacentes a las distintas personificaciones mitológicas del agua. Cabe pensar en la extrapolación de esta diversidad y riqueza de figuras al ámbito social, entendiendo que son fabulaciones que encarnan la memoria hídrica de una comunidad a través de sus Intangibles (así, el agua salvaje o silvestre se encarnaría en figuras teriomórficas), que debe ser puesta en valor como elemento sustancial de la cultura del agua.

El reto principal es visibilizar dicha cultura y recuperar sus prácticas, ecosimbolismos y lenguajes desde una perspectiva renovada, por ejemplo en relación al ecofeminismo y otras corrientes críticas que defienden la necesidad de recuperar los saberes tradicionales y de generar nuevas narrativas del agua, que concilien las narrativas ancestrales con las nuevas demandas sociales y ecológicas.

Abstract — *The article deals with the relations between the paradigm of multinaturalism and the profusion of aquatic geniuses in Mediterranean and Iberian mythology in particular. For this, it is based on the description of prosopography patterns underlying the different mythological personifications of water. One can think of the extrapolation of this diversity and richness of figures to the social sphere, understanding that they are fabulations that embody the water memory of a community through its Intangibles (thus, wild or wild water would be incarnated in teriomorphic figures), which should be valued as a substantial element of the water culture.*

The main challenge is to visualize this culture and recover its practices, ecosymbolism and languages from a renewed perspective, for example in relation to ecofeminism and other critical trends that defend the need to recover traditional knowledge and generate new water narratives, which reconcile the ancestral narratives with the new social and ecological demands.

Palabras clave: Ontologías, Cultura del agua, Genios del agua, Prosopografía, Heterotopías

Keywords: Ontologies, Water culture, Water spirits, Prosopography, Heterotopies

Información Artículo:

Recibido: 30 julio 2018

Revisado: 01 enero 2019

Aceptado: 13 abril 2019

INTRODUCCIÓN: LAS ONTOLOGÍAS MÚLTIPLES, LOS PARADIGMAS DEL AGUA Y EL MULTINATURALISMO

Debemos abordar desde una perspectiva multidisciplinar, y, por tanto desde la comparación entre distintas aproximaciones y culturas, los nexos posibles entre los Imaginarios míticos o clásicos y la ecocultura actual. En esta dirección, un autor emblemático como David Abram¹, ha ayudado a alumbrar disciplinas y categorías nuevas para poner en valor lo que él llama la "ecología de la magia". Eso supone no solo poner en valor el biocentrismo sino repensar las categorías occidentales que separan de forma cartesiana lo material y lo espiritual, lo humano y lo animal, la mente y la tierra

Así, desde fuentes tan distintas como el cognitvismo moderno o el chamanismo de Bali, David Abram pone en valor la cosmovisión animista que concibe como espíritus a los elementos naturales como la luz, el viento, etc. Cuando al hablar de los Genios del Agua decimos que las formas más arcaicas son estas representaciones animistas o zoomorfas, siempre grotescas –como los monstruos del mar– lo que visibilizamos son estos ecosimbolismos.

Como la caverna o gruta, a la vez útero y tumba, o como el prado que para la mitología indoeuropea representaba el ultramundo², o, en particular, el prado homérico de asfódelos que frecuentan las almas de los difuntos³, lugar donde las almas son sombras que vagan en enjambre⁴, es decir, su epifanía es la de un zumbido, algo que nos presenta el cuerpo como algo reintegrado a la Tierra, "reciclado" en naturaleza viviente.

Pues bien, este artículo indaga si a la pluralidad de mundos de estas cosmovisiones ancestrales le corresponde una pluralidad de genios o personificaciones, que es sumamente inusual a veces⁵, y cuáles serían los patrones prosopográficos, desde lo más informe o teriomórfico a las ninfas apolíneas de las pinturas renacentistas o prerrafaelistas. Los Imaginarios del Agua son depósitos singulares de esta complejidad y de esta dualidad⁶; y es que también ellos son, al igual que la caverna, ecosimbolismos de útero y tumba. En otras palabras, el agua genera por antonomasia lugares encantados, "animados"⁷, pero donde también lo grotesco asoma en forma de "viejas de la cueva" que guardan ganado y gobiernan la lluvia, encantadas que ofrecen enigmas, Vírgenes negras, Medusas que petrifican o ninfas que enloquecen⁸. Las interpretaciones pueden variar, pero nos interesa rescatar estas representaciones no en dentro de un diccionario o catálogo mitográfico sino más bien en la

dirección de David Abram o como ecologías animadas⁹. Es decir, como figuraciones que incardinan lo sobrenatural en lo natural, o las epifanías o metamorfosis más celebradas al modo de Virgilio, en metáforas o fabulaciones de experiencias con la Naturaleza.

En este contexto de inquietudes por conciliar ecología y cultura, tal como explica Eloy Martos García¹⁰, se ha producido un notable giro ontológico y narratológico a la hora de abordar la Cultura del Agua, cuyos paradigmas, por otra parte, ya han sido objeto de revisión en esta misma Revista¹¹. Ello ha traído como consecuencia la discusión en torno a las posibilidades de conciliar las categorías y métodos propios de las tecnologías del agua, en su amplio sentido, con las perspectivas de las ciencias sociales y las humanidades¹². En efecto, cabe decir:

"... la antropología pos-estructural ha propiciado un giro ontológico, al poner en cuestión muchas de las categorías, fruto, según autores de esta antropología de índole perspectivista, como E. Viveiros (2004), o P. Descola y B. Latour (Reynoso,2015).

Sería el caso de la preconcepción occidental de que hay una única Naturaleza y muchas culturas siendo así que en la Amazonía diversas cosmologías indígenas entienden que hay no una, sino "varias naturalezas coexistentes" y, además, tienen una visión inclusiva de la cultura, que incluye a todos los seres (personas, animales, cursos de agua...).

Es lo que se llama el multinaturalismo (Viveiros, 2004) que, en conjunción con el perspectivismo, ha estudiado la América indígena bajo estos presupuestos que desmitifican algunos estereotipos, y, en este caos, justifican que se pueda incluir en un mismo plano al hombre, el animal, la planta y lo no-humano, como un río"¹³.

Para el paradigma tecnológico, el agua es bien material, tangible, que es preciso conocer en sus propiedades materiales, gestionar y administrar, conforme a lo que se ha llamado la gobernanza del agua, y de ello dependen sin duda temas tan importantes como el acceso al agua, la salubridad, etc. Todo ello ha creado un universo mental y de prácticas, donde la actividad económica, la higiene, el deporte o el ocio ocupan el plano máximo de interés. Lo cierto es que este enfoque ha oscurecido la perspectiva del agua como cultura que vertebraba las sociedades, y ha dejado obsoletas algunas prácticas tradicionales o ligadas a la religión, si bien han mutado algunas en formas lúdicas, como las fiestas del agua de algunas localidades.

Queda casi como una curiosidad todo lo que la historia, la antropología, las artes, etc. han generado en torno a cómo las distintas culturas han entendido aspectos tales como el baño, los ritos, la pesca o el culto hacia ciertos lugares de memoria, prácticas cuyo epicentro era el agua bajo la percepción singular de cada comunidad. Gracias a este estudio histórico-cultural, sabemos que el "agua" es una abstracción reciente¹⁴, de modo que las comunidades han vivenciado son en realidad aguas de

¹ Abram, 2012.

² Velasco, 2002.

³ Y Hermes llamaba a las almas de los pretendientes (...) traspusieron las corrientes de Océano y la Roca Leúcade y atravesaron las puertas de Helios y el pueblo de los Sueños, y pronto llegaron a un prado de asfódelo donde habitan las almas, imágenes de los difuntos...(Odisea, libro XXIV). Citado en Reec, 2007

⁴ Rhode, 1973

⁵ *El descenso del Ganges en Mahabalipuram, India*, es un monumento donde se representa una multiplicidad de deidades del agua, dioses, demonios, y otros númenes, apostados en el curso del río sagrado, representando, por tanto, las múltiples dimensiones de estos entornos.

⁶ Otto, 1980.

⁷ Mlekuž, 2019.

⁸ Calasso, 1996.

⁹ Harmanşah, 2018.

¹⁰ Martos García, 2018.

¹¹ Martos Núñez y Martos García, 2016.

¹² Gráficamente lo expresa Martínez Dueñas, 2012, en el título de su artículo: "Quand H2O et esprit de l'eau se rencontrent: Coexistence de plusieurs mondes à Puracé, Colombie"

¹³ Martos García, 2018, 3.

¹⁴ Linton, 2010.

naturaleza múltiple (ontologías múltiples)¹⁵ y muy heterogéneas, de ahí su diversidad y riqueza.

La teoría de Eduardo Viveiros de Castro¹⁶ del multinaturalismo explica bien la diversidad de los imaginarios del agua, en cuanto que refuta la idea occidental de que hay una naturaleza y muchas culturas.

Para el hombre amazónico es al revés, hay muchos ámbitos o planos de naturaleza (donde comparten su existencia las comunidades de hombres, de animales o de seres sobrenaturales), y una sola cultura base, el hombre y su actuación continua, incesante, nómada, sobre la tierra. Esto se ve muy bien en el film japonés *La Princesa Mononoke*.

Se podría conectar también con la naturaleza múltiple y sus seres mitológicos en *el Señor de los Anillos* (por ejemplo, el Bosque Viejo y los Ents). Así pues, es normal que haya distintas leyendas y seres mitológicos, incluso en un mismo río, que no es igual cuando nace o cuando se adentra en tierras diversas.

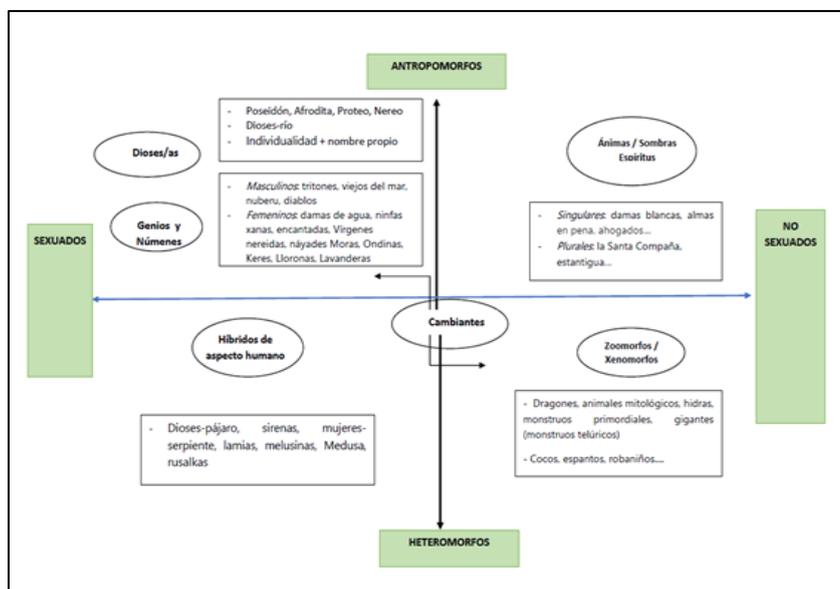
La aproximación perspectivista y de la multinaturalidad¹⁷ da sentido a este cúmulo de representaciones porque el agua y su peculiar presencia, no es igual en todas partes sino que aparece de forma desigual y en ecosistemas y formas muy diferentes (v. gr. lagunas, glaciares, aguas subterráneas, cascadas, ríos caudalosos o pequeños arroyos...). Esta desigual distribución del agua genera problemas ecológicos, en el acceso al agua de aquellas comunidades que poseen menos recursos. Pero también explica la diversidad de las culturas hídricas y de sus representaciones, desde las comunidades que viven en los márgenes de los desiertos a las que pueblan las selvas o bosques húmedos.

EJES PROSOPOGRÁFICOS DE LOS GENIOS DEL AGUA. METAMORFOSIS Y APSEMATISMO

La prosopografía y atributos de los seres mitológicos vinculados a las aguas conforman una gran multiplicidad de seres que se documentan en las diversas tradiciones folclóricas¹⁸ y que componen el elenco de los genios de agua o *water spirits*. La base no es, como pretendían los ilustrados, la imaginación exacerbada de los pueblos, la mera superchería o credulidad, ni tampoco el alegorismo barroco, como el de Bernini al hacer la monumental Fuente de los Cuatro Ríos en la Plaza Navona de Roma. La tradición hispana recoge en gran medida los genios acuáticos del Imperio junto al sustrato prerromano que observamos en los cultos termales a las ninfas o bien a los propios ríos de la península¹⁹.

Desde el punto de vista taxonómico, la diversidad de seres mitológicos del agua se entiende mejor a la luz de la cuadrícula mostrada a continuación, que se ordena en torno a dos ejes, *antropomorfo/heteromorfo*, y *sexuado/asexuado*.

Figura 1. Prosopografía de los genios del agua



Fuente: elaboración propia

La zona derecha revela un conjunto de creencias muy arcaicas, vinculadas al culto a las almas y a los monstruos, en el sentido griego de "therion", lo salvaje, lo silvestre, que se corresponde justamente con las mitologías más antiguas, como la de los esquimales o inuits, y con las narrativas chamánicas²⁰. Siguiendo las teorías de Rudolf Otto²¹ o de Gustavo Bueno²², los númenes originarios no podían ser otra cosa que la máxima expresión de la alteridad, es decir, formas animales/teriomórficas, de ahí el totemismo. En esta fase arcaica, encontramos ya los elementos recurrentes de la adivinación, la ofrenda, el sacrificio, etc.

Así pues, más que dioses y panteones consolidados con deidades acuáticas perfiladas como Poseidón o Nereo, lo que tenemos son figuraciones de númenes ligados a la experiencia más ancestral, es decir, los animales en forma de espíritus de las aguas o de criaturas de los lagos o ríos, a quienes se venían ofrendando desde épocas ancestrales objetos de valor, tal como sabemos por las prácticas celtas²³.

En el extremo más evolucionado de la cuadrícula, tenemos, pues, los términos "marcados", es decir, antropomórficos y sexuados, que permiten precisamente la "individualización", completándose así lo que Manuel Martínez Casanova²⁴ llama la transición de las formas numenizadas –como las damas de agua– a deidades femeninas concretas, como Afrodita, cuyo nombre significa "surgida de la espuma del mar".

¹⁵ Aguilar, 2015.

¹⁶ Viveiros de Castro, 2004.

¹⁷ Ídem.

¹⁸ Frazer, 1995.

¹⁹ Herrero, 2012.

²⁰ Moulain, 2016.

²¹ Otto, 1980.

²² Bueno, 1996.

²³ López, 2009.

²⁴ Martínez Casanova, 2000.

Cuanto más arcaico es un genio del agua, más asexuado y heteromorfo se presenta, como ocurre con los monstruos marinos. Lo más arcaico viene representado por la creencia en espíritus y cambiantes, todo tiene espíritu, almas sin cuerpo que tienen tendencia a vengarse, y deben ser aplacados. Los *ijiraq* de los inuits son cambiantes, como los *djinnns*, y raptan niños. O sea, los cocos y espantos cambiantes (como las rusalkas) serían lo más arcaico de estas representaciones, y están unidas a un terror ancestral, a una talasofobia. Por el contrario, el carácter andrópico de las figuras antropomórficas, como Afrodita sin duda las humaniza, en sus defectos y virtudes, como Zeus o los otros dioses. De modo análogo, los dioses-río²⁵ se casan con humanas, compaginando así representaciones más antiguas (como toros o serpientes) con la figura humana, como Aqueló o Alfeo. Además, muchos de estos genios acuáticos, como Proteo o Nereo, tiene la cualidad de *Shapeshifting*, son cambia-aspectos o cambiantes²⁶.

El establecer los citados ejes pone el énfasis en lo que Pedro Antonio Cantero Martín llama el agua feminizada, el agua "hembra"²⁷, que asocia multitud de damas de agua a arroyos, manantiales, fuentes y cursos de agua menores, que irrigan y fertilizan los bosques y los campos:

“Con esto pretendo plantear que el problema del paisaje reside en la percepción; así no es más real el paisaje físico que los otros dos, es más me atrevería a decir que no hay más realidad del paisaje que la del paisaje recreado. Razón esta por la que propongo un enfoque para acercarnos a los paisajes del agua: su ambigüedad. (...) Cuando se habla de paisaje de agua se trata a menudo de la mar, los grandes lagos, los ríos o el Río con mayúsculas y los grandes humedales, mas raramente se evoca ese otro de manantiales y regatos, más vegetal que acuático. Es, sin embargo, este último quien, al no ser evidente, nos sorprende.

Respondiendo al problema del sentido del espacio, tomaré la Sierra de Huelva como lugar de referencia y discurriré sobre la hembritud del agua en el imaginario serrano. De la esencia hembra del agua hay testimonios en el lenguaje común y en el literario. Un joven gitano me decía: «el agua é' hembra y er pelo de la mujé un arroyo, y su cara una fuente de agua clara»²⁸.

La propia Diosa Madre, arquetipo preindoeuropeo largamente documentado en las culturas europeas, según Marija Gimbutas²⁹, se describe siempre con atributos muy cercanos a los de la feminidad. Ninfas, ondinas u otras damas de agua del folclore europeo constituyen avatares de dicha diosa madre.

Como en determinadas fiestas termales, se produce a veces un matrimonio entre el agua y el fuego en estas prosopografías, no solo por la asociación de los monstruos y diablos con el inframundo, sino por la relación agua-luz, que vemos por ejemplo en los ojos centelleantes de Medusa, pero también otras figuras mitológicas, como el basilisco.

En cambio, las formas más antropomórficas y sexuadas, revelan perfiles más consolidados en cánones mitológicos, como es el caso de Afrodita.

Bajo la fabulación, la memoria de la comunidad acuña moldes que tienen que ver con la experiencia vivida, como es el caso de las lavanderas o las curanderas, que se relacionan luego con las figuras mitológicas de las lavanderas nocturnas o las brujas y ninfas de las aguas³⁰.

La diferencia está en que las mitologías más elaboradas funcionan como un corpus armado, donde los dioses tienen nombres, atributos y advocaciones propias, y que originan multitud de historias adyacentes. Afrodita, por ejemplo, participa en historias con otros dioses, ninfas o humanos. Salamone analiza a través de la numismática los patrones de las representaciones de las ninfas:

“This period is the peak for the flourishing of the Greek city-state in the West. The goddess has multifaceted aspects ('una' e 'molteplice') as she embodies: a scared wife –to legitimate the political power; mother– the representative of fecundity and the renewal of the natural cycle and life; the person that regulates the biological and social transformations.

G. Salamone identifies the main prototype that established the iconographic scheme in the context of political changes within the Pan-Hellenic. This prototype is Athena Polias on the tetradrachmas, issued at Athens starting in the second half of the 6th BC: Helmeted goddess protecting the city wearing earrings and necklace, attributes that brings *charis* to portrait. This representation symbolizes both nymph and meter, the female person that ensures the polis' prosperity and protection (p. 331)...

On conclusion, the image of a major goddess born under oriental influence (e.g. Aphrodite-Astarte for Kyrene) became the personification of a territorial entity and the key of prosperity of this community. Following various sociopolitical changes in the history of the city the figure was periodically modified but kept the physiognomy of a high goddess multifaceted. The importance of eponym nymphs for the polis precedes the spreading and popularity of the so-called Tyche poleos and the Italic Fortuna.

The scientific analysis of the coins is another strong point of this work. While studying the coins, G. Salamone did not limit to use the data from previous works on the coins' chronology but in many cases provides new dating of coins based on comparative iconography (e.g. Himera, pp. 131-132), and, where available, takes into account the archaeological evidence, too. Another aspect worth mentioning here is the detailed and accurate analysis of the images on coins. The scholar points out each detail with the figures, gestures and objects. The author's skill to see all the details –the figures and objects on coins are regarded and interpreted beyond their solid shape– has allowed her to decrypt some deep symbolic concepts. For instance, the act of libation at altar, mainly depicted on the coins from Sicily (Himera, Aigeste and Entella), refers to the trait d'union" between the Earth (the human sphere) and the Heaven (the divine sphere)"³¹.

El equipo italiano de las profesoras María Caltabiano y Grazia Salamone³² establece una matriz prosopográfica para el análisis de las representaciones de las ninfas y diosas en las monedas, a través de cuyo análisis determinan ciertos patrones, como los anteriormente indicados, que inciden en valores tan modernos como la

²⁵ Patrick, 1957.

²⁶ Doll, 2011.

²⁷ Cantero Martín, 2009.

²⁸ *Ibidem*, 221.

²⁹ Gimbutas, 1974.

³⁰ Pizzi, 2012.

³¹ Alföldy-Găzduc, 2014, 108.

³² Caltabiano et al., 2013.

protección o la prosperidad, dentro de sus contextos rituales y votivos³³.

METAFORMOSIS

El mito está lleno de casos de *Shapeshifting*, cambia-aspectos, o cambiantes³⁴. La ciencia habla de transiciones de fase para describir los cambios de estado que afectan a los fluidos: sólido, líquido y gaseoso. El aspecto cambiante se aprecia no solo en las metamorfosis de la mitología que recopiló Ovidio, también es ostensible en casos como las Damas Blancas, es decir, los espectros que aparecen en las nieblas de los ríos o en las almenas de castillos, como ejemplos de espejismos o fantasmagorías, juegos entre la luz y la oscuridad que el pueblo interpreta como una pareidolia, y ve damas y figuras donde probablemente había resplandores o destellos. Las luces en el bosque y sobre las aguas están en multitud de leyendas, como la propia leyenda jacobea, los Santitos de Magacela³⁵, etc.

Estas mismas transformaciones o mutaciones que se suceden en el folclore y los mitos avalan este conocimiento a través de historias tan conocidas como la espuma de Afrodita (de hecho su etimología es "surgida de la espuma"), la cual se transforma en la diosa conocida, de aspecto "sólido" y en otras muchas transformaciones, como la anciana de la historia de Afrodita y Faón, por no hablar de sus conexiones con los vientos.

También debe entenderse la relación entre las narrativas chamánicas, que subyacen a la cosmovisión del multinaturalismo, y las posibilidades de intercambio o transformación entre humano-animal, pues los chamanes creían externalizar su alma y poder convertirse en el animal elegido³⁶.

Así pues, la capacidad de cambiar de forma (metamorfosis) de los genios acuáticos, se relaciona con los diversos entornos en que el agua aflora o se muestra en la naturaleza: ribera (paz, sosiego), pozos Airón (conexión con el inframundo), mares y océanos (inmensidad y fuerza), tormentas y maremotos (fuerzas naturales salvajes), remolinos (ahogados), fuentes (ofrendas y recompensas), cuevas (tesoros), etc.

APOSEMATISMO

Está claro que los colores vivos se usan, como en la naturaleza (serpientes venenosas), para asustar, ahuyentar, avisar, aunque también a veces para atraer (pavo real). La hipótesis es que el agua salvaje, el agua desbocada o silvestre (inundaciones), se corresponde con figuras teriomórficas, como los dragones o monstruos acuáticos clásicos, como Medusa³⁷.

Por extensión, también podemos entender como aposematismo el aspecto mayestático, propio de la epifanía del numen descrita por Rudolff Otto³⁸. Es decir, su aspecto sobrecogedor que genera pavor. Tal como ocurre en la novela de A. Clarke, *El fin de la infancia* (1956), donde los Señores Supremos tienen al final la forma de diablo, que es la que ha generado más pánico en los humanos. En todas las historias de terror, tipo *Drácula*, se da esta oscilación entre seducir y aterrorizar.

En cambio, tenemos el agua que irriga y fertiliza, el agua-hembra es normal que se personifique en formas suaves, femeninas, como las xanas³⁹. El agua oscura, por otro lado, se asocia con lo desconocido, lo subterráneo, por eso se asocia también al agua salvaje, poblada de monstruos. Se combina así la forma de *therion* o salvaje, con la forma femenina, a través de las keres, lloronas, lavanderas de noche, etc.

La máscara, por su parte, es un recurso expresionista, en el sentido de que pone el énfasis en un rasgo caracterizado muy marcado. "Bondad"/"Dureza" son dos ejemplos claros de la conducta de los héroes/heroínas, como apreciamos en *Frau Holle*, la niña buena es regada con oro, y la mala con betún, y la propia Dama de Nieve aparece ora como una abuela bondadosa, ora como una dama de dientes afilados. Así pues, el genio acuático a menudo es un metamorfo y un *trickster*, es decir, un embaucador, con capacidad de seducción o manipulación de envolver a la víctima, lo cual es muy común en leyendas de Ondinas, de Xanas y de Raptos.

El aposematismo se integra desde este punto de vista como un *recurso escenográfico* más en la preparación del escenario para intensificar el miedo, para hacer temible al genio. O bien más atrayente, como ocurre con El Flautista de Hamelin, los payasos sagrados, o el llamado hombre verde, *the green man*, que viene a ser una máscara de hombre compuesta con hojas con aspecto estrafalario.

A la noción antropológica del multinaturalismo le corresponde una variada expresión de la alteridad, que se manifiesta sobremanera en la profusión de genios de agua. Los personajes manifiestan lo que para Viveiros de Castro sería una epistemología indígena, ya que el alma está implícita en todas las entidades del mundo. Así, regresando al ejemplo de *La Princesa Mononoke*, los animales con sus distintas "tribus" (lobos, jabalíes), los humanos y sus grupos (samuráis, habitantes de la ciudad de hierro, etc.) e incluso las plantas (kodamas) poseen alma. Por el contrario, el cuerpo corresponde "a la responsabilidad de los agentes"⁴⁰. La existencia del alma es el criterio ontológico fundamental que determina a los cuerpos, solo así se entiende la transformación del mundo.

Ocurre lo contrario en la visión occidental, donde se dice que hay muchas culturas y una Naturaleza, siempre

que revela la máscara es la manera expresionista de dar forma a la alteridad. Por ejemplo, en Medusa: el pelo como serpiente, los ojos centelleantes, la lengua fuera son todas formas "grotescas", de representación de la diosa madre, que provocan emociones intensas: el pavor, vergüenza, miedo, sumisión. El que Medusa petrifique con sus ojos a sus víctimas es otro simbolismo acuático, "les quita el agua", las deshidrata, las mata.

³⁸ Otto, 1980.

³⁹ Cantero Martín, 2009.

⁴⁰ Viveiros de Castro. 2010, 30.

³³ Portale, 2012.

³⁴ Doll, 2011.

³⁵ Hay una leyenda en Magacela, que aún persiste, de que el 2 de enero salen por la noche, hacia las doce, unas lucecitas, dos luceros, de las aguas de la llamada "laguna de los Santos", que se dirigen hacia un lugar próximo llamado "la Engarilla" donde permanecen un rato para retornar y sumergirse de nuevo en las aguas de la laguna. Son los luceros de San Aquila y Santa Priscila, su esposa. Véase Bezerra Valcarce (1684): Santos de la Villa de Magazela. Vida y patrocinio de los Ilustres mártires de Jesuchristo nuestro Señor San Aquila y Santa Priscila, su esposa. Reseñado en Barrantes, Vicente, Aparato bibliográfico para la historia de Extremadura, II, 384-6.

³⁶ Moulian, 2016.

³⁷ Esta identidad sagrada es lo que vela y des-vela la máscara, en esos juegos de lo visible y lo invisible. El aspecto monstruoso y grotesco

idéntica. En la película, todos los grupos –humanos, animales, plantas– estaban sumidos en esta lógica predatoria. Esto se puede aplicar a la variedad de genios de agua: gorgonas, nereidas, náyades, formas benévolas o bien formas menos amables, las cuales tienen que ver con el caos, la ruptura del equilibrio.

LAS HETEROTOPÍAS

“...Traspusieron las corrientes de Océano y la Roca Leúcade y atravesaron las puertas de Helios y el pueblo de los Sueños, y pronto llegaron a un prado de asfódelo donde habitan las almas, imágenes de los difuntos”⁴¹.

Las heterotopías son un concepto propuesto por Foucault que ha tenido una gran repercusión⁴². Para la visión tecnológica el espacio se concibe como una realidad topológica no hodológica, al modo en que lo expone Lewin⁴³, es decir, no intencional. Sin embargo, el paisaje tampoco se puede desvincular de la cultura y de su interiorización por los personajes, que son los que “balizan” el territorio construyendo “lugares de memoria”⁴⁴. Estos son sin duda constructos culturales, puede ser un vado, un puente, un castillo, una cueva, es decir, cualquier paraje que es (re)significado por la comunidad y señalado como una “reliquia”, el vestigio de algo relevante que ocurrió allí y que se guardó en la memoria colectiva.

Tales ámbitos singulares es lo que llamó Foucault *heterotopías*. En el caso de la cultura del agua, los manantiales fueron considerados lugares sagrados, y se personificaban como seres femeninos. De modo análogo, otros lugares singulares, como la desembocadura de un río, las cascadas o saltos, lugares donde se manifiesta la fuerza o cratofanía de la Naturaleza (como las cataratas de Iguazú), lugares que están cargados de energía.

Un ejemplo paradigmático puede ser la historia de Afrodita y Faón. Incluso los dioses como Zeus o Afrodita se vinculan a lugares concretos, como Afrodita Cítea, por donde se suponía había nacido, o Afrodita Acidalia, por la fuente donde se bañaba. La historia con Faón nos revela elementos recurrentes en la cultura del agua: es una leyenda de pescador, donde también aparece como barquero, y Afrodita, como Proteo, se presenta como una anciana. Esa es la prueba, y el don es la curación de la vejez, esto es, la juventud y belleza, el don conseguido. La otra historia asociada es con Safo, que como consecuencia del rechazo se tira al mar por el acantilado de Léucade.

El salto de Léucade era un rito propiciatorio, relacionado con lo infernal (culto a las almas)⁴⁵, pues a quien se salvaba del salto se le concedía el olvido como don. Amor y muerte, eros y tánatos, se entrelazan en la historia de Safo y Faón, igual que la celebración de vida y el apaciguamiento de los muertos se unían en los ritos llamados de Antesteria. Los saltos, eran también un signo del menadismo, como medio de inducción a los trances extáticos.

Sirve, pues, como modelo de otros muchos saltos, arrecifes o miradores desde donde sirenas, moras

encantadas u otras hadas se asoman a un vacío iniciático, que es sin duda una epifanía geológica. Y es esta misma dimensión la que vincula las leyendas de las encantadas, tan comunes en toda la península, con ciertos lugares o heterotopías, ya sean barrancos, como el de la Encantada de Planes, o las cuevas de Baza o Hellín, u otros enclaves singulares.

Luis Díaz González de Viana⁴⁶ habla al respecto de figuras extrahumanas o extranaturales para describir a estas “amantes que aparecen y desaparecen en el tiempo”, como las moras encantadas. Isabel Cardigos⁴⁷ ha dado una interesante explicación de este carácter de “guardiana temporal” de las encantadas, que hace que aparezcan en ciclos señalados, como la Noche de San Juan. De todos modos, podemos argumentar de entrada que una encantada no es nada sin su hábitat y sin los otros actantes que la circundan. Y ello nos lleva a recuperar la teoría de Roberto Calasso⁴⁸ al relacionar las constelaciones míticas ninfa-fuente-dragón, que serían partes de un mismo mito hidro-ofídico⁴⁹, la encantada sería el numen de apariencia bivalente, mujer, serpiente... El énfasis, en consecuencia, no está en su fisonomía sino en el lugar de poder que representa y en lo que se hace en él, esto es, los actos mágicos, las adivinaciones, oráculos, sanaciones y todo tipo de hechizos o magia manipulativa (*seid* de los nórdicos). Ello explica, además, el papel de guardián que hacen las serpientes, las gorgonas y otros *genius loci* respecto a las fuentes sagradas, como las de Delfos o la que en Oropo rendía culto a Anfiarao.

CONCLUSIONES: ALTERNATIVAS DESDE LA CULTURA DEL AGUA

Apelando a la ecología profunda de Bill Devall e George Sessions⁵⁰ hace falta una visión no antropocéntrica: ni la Naturaleza ni el agua son un simple almacén de materias primas a nuestra disposición. Se hace preciso un nuevo paradigma cultural que frene la depredación de la naturaleza y la mitología del crecimiento sin límites, que fomente un consumismo expansivo y generador de desigualdades. Por tanto, debemos cambiar hacia un modelo más biocéntrico, y, en esa línea, debemos aspirar a *visibilizar la diversidad y la riqueza* de la cultura del agua precisamente a través de estos Intangibles del agua. En otras palabras, enseñar a percibir el patrimonio inmaterial vinculado al agua que tiene cada comunidad, que no es lo que se considera patrimonio hidráulico (acequias, regadíos y otras infraestructuras) sino también todo lo que no se ve, y, en particular, los imaginarios sociales y las creaciones artísticas.

Este patrimonio singular es lo que denominamos “tesoros del agua”⁵¹, que no son las joyas o los cofres de monedas de oro que las ninfas guardan en los palacios encantados sino esos mismos parajes rocosos y de aguas que discurren entre barrancos, saltos y cuevas, los que constituyen el auténtico tesoro. El paraje mismo es el tesoro, y la narrativa mítica, al fabular sobre un *genius*

⁴¹ La Odisea, XXIV.

⁴² Silvestri, 2015.

⁴³ Bollnow, 1969.

⁴⁴ Nora, 1993.

⁴⁵ Rohde, 1973.

⁴⁶ Díaz González de Viana, 2008, 142.

⁴⁷ Cardigos, 2009.

⁴⁸ Calasso, 2004.

⁴⁹ Martos 2011, 65.

⁵⁰ Devall & Sessions, 2004.

⁵¹ Martos Niñez y Martos García, 2011.

loci, en realidad lo que expresa es el alma singular de ese paisaje⁵². Así que, desde una consideración más holística, tenemos que "desfragmentar" o reunir esos elementos sueltos (el hada del agua, el peine de oro, sus cabellos u ojos, y otros elementos del "encanto") para percibirlo como un paisaje total, que es perimetrado justamente por la leyenda.

Tal patrimonio es la suma de todo el "depósito cultural" de las comunidades, sus creencias, imaginarios, relatos, fiestas, artes/artesanías, etc. Hasta ahora las marcas se relacionaban con el agua como un bien económico (por ejemplo, las aguas embotelladas), sin embargo las aguas múltiples o contextualizadas generan marcas múltiples que tienen tanta más fuerza cuanto más singulares son, como bien se sabe desde el turismo.

Por poner un ejemplo, el Barranco de la Encantada de Planes⁵³ es un enclave bellísimo, que tiene esa magia de las cataratas de Iguazú; un lugar singular que ha fascinado a la comunidad, la cual, sobre unos motivos arquetípicos, ha recepcionado y enriquecido la leyenda.

El problema, pues, de todos estos intangibles es en gran medida su transmisión y recepción, el olvido de un lenguaje metafórico que vivificaba la Naturaleza y al fin la "desidia"⁵⁴ con que las jóvenes generaciones pueden percibir - o más bien, dejar de percibir- estas realidades próximas, un arroyo, una fuente o un brazo de mar, influenciados por la globalización y la obsolescencia de muchas de estas prácticas. Sin embargo, el ecofeminismo ha alumbrado fenómenos como las *comunidades ecosociales*⁵⁵, que tienen que ver con una forma de repensar y de ejercer el poder femenino que combina la visión ecofeminista con el rescate de tradiciones ancestrales y propuestas espirituales, buscando una visión de continuidad ontológica entre naturaleza y cultura. A tal respecto, Martos Núñez y Martos García señalan:

"...las comunidades ecosociales se caracterizan por un compromiso con "la salud de las mujeres, el pacifismo, los derechos reproductivos, la búsqueda de una nueva espiritualidad no patriarcal, la solidaridad con las mujeres pobres, los derechos de los indígenas, el vegetarianismo y la relación no destructiva de la naturaleza"⁵⁶

"De hecho, en las comunidades ecosociales se ha rescatado el papel de la "guardiana", esto es, de la mujer encargada de que se vigilen y respeten los elementos tradicionales, por ejemplo, proteger el agua, los peces, etc."⁵⁷.

Ello choca lógicamente con el modelo consumista de Occidente, pero sin duda es un ejemplo también de lo que está proponiendo la Nueva Cultura del Agua en Occidente: la gestión participativa del agua, ligada al empoderamiento de la comunidad y a la superación del agua como mercancía para orientarla hacia un bien patrimonial compartido. Por tanto, la ciudadanía tiene que

participar de esas nuevas narrativas del agua⁵⁸ y sus propuestas⁵⁹.

En efecto, lo que se ha llamado "nueva cultura del Agua" supone reconceptualizar el agua como bien comunal; por lo tanto, aspira a un mayor empoderamiento de las comunidades y ello implica a su vez una visibilización, por ejemplo, de los sectores subalternos, como han sido los campesinos, los oficios ligados a las aguas o la mujer y su especial vinculación a la cultura del agua. Las herramientas para esta visibilización son variadas, una de ellas es la iconografía, en sentido amplio, por ejemplo la fotografía⁶⁰, que es de singular importancia para recuperar la memoria histórica de las lavanderas⁶¹.

La crítica debe buscar alternativas, ligadas, en el caso de España, al valor del patrimonio y del turismo, y usando como vehículos la educación y la sensibilización ciudadana. Reconocer la diversidad y la riqueza de España en este campo implica repensar las distintas culturas hídricas de nuestra península, sus parámetros naturales y sus referentes histórico-culturales, en diálogo permanente. Este es el sentido último de las personificaciones o *water spirits* que venimos glosando: perseguir el *genius loci* como el alma del paisaje que hay que descubrir⁶², desde la Maruxaina lucense a las encantadas del Mediterráneo, pasando por multitud de avatares que reflejan la multiplicidad de identidades y memorias.

En el caso de España, tenemos ya fiestas nucleadas en torno a estos númenes, es decir, que ya han creado "marca" o intangible en torno al cual se nuclean las otras actividades sociales y económicas: como *Escaldarium* en Caldes de Montbui o la citada la Maruxaina⁶³ de San Ciprián (Lugo); también la Tragantía de Cazorla (Jaén) o la Diabla de Valverde de Leganés (Badajoz). Por otra parte, no hay que olvidar que la multitud de leyendas de *water spirits* se correlaciona con la posterior profusión de advocaciones marianas de toda índole, es decir, hay muchas Vírgenes de la Fuente, de la Ribera, del Mar, etc. que hacen un papel equivalente.

A nivel folclórico y antropológico, la explicación de todas estas narrativas míticas del agua a través de este sinfín de avatares, no puede ser otra que la popularidad y difusión del culto a la Diosa en el ámbito del Mediterráneo, bajo multitud de personificaciones. En efecto, ya sea bajo la forma de diosas consagradas en el panteón clásico, como Cibeles, o en forma de deidades

⁵⁸ Barlow, 2008.

⁵⁹ Martos Núñez y Martos García, 2018.

⁶⁰ Guerrero, 2013.

⁶¹ Sarasúa, 2003.

⁶² Norberg-Schulz, 1979.

⁶³ En el caso de la Maruxaina, el trabajo etnográfico es interesante, porque sin duda la leyenda tiene que ver con las islas Farallons y los naufragios. Circulan versiones diferentes, unas en las que es una sirena o nereida que vive dormida en su guarida de los islotes de Os Farallóns, próximos a la costa, y ayuda a los marineros, y otras en que los atrae para embarrancar. La propia iconografía de la sirena en la playa, convertida en estatua, es ambigua. En la fiesta, declarada de interés turístico de Galicia, se escenifica el rapto de la nereida por parte de los marineros y su posterior juicio. Hay pasacalles, Xogos, enjaulamiento de la Maruxaina, espectáculo pirotécnico en la playa, hasta el gran juicio popular a la Maruxaina, donde se dilucida si ha sido buena, en cuyo caso se bailará con ella hasta el amanecer, o si ha sido mala, en ese caso se la quemará.

⁵² Norberg-Schulz, 1979.

⁵³ Iglesias, 1998.

⁵⁴ Cantero Martín, 1993.

⁵⁵ Navarro, 2016.

⁵⁶ *Ibidem*, 83.

⁵⁷ *Ibidem*, 122.

menores, lo cierto es que, como demuestra Salamone⁶⁴ hay una ósmosis de las representaciones de unas y otras, es decir, las ninfas epónimas que tutelan ciudades son representadas con los atributos de las grandes diosas, como Afrodita, Atenea o Artemisa.

Peter Sloterdijk⁶⁵ llama nuevas *poligamias ontológicas* a las relaciones que el posthumanismo propone entre hombre/mujer y máquinas, a todos los niveles, y que sin duda influirán de forma decisiva en el desarrollo de la humanidad. En realidad, deberíamos hablar de ontologías híbridas. En el mito y en la literatura, por ejemplo, en *Génesis* y en *El Señor de los Anillos*, constatamos ámbitos como el Paraíso Terrenal donde coexisten Dios, la serpiente y los primeros humanos. O los reinos de *El Señor de los Anillos*, donde coexisten distintas razas de personas y seres mitológicos. Lo importante es que en todos esos ámbitos lo humano y lo no humano se entreveran, es decir, la interacción entre personas y animales, dioses, máquinas o robots determinan mundos posibles.

La idea, pues, es conciliar los paradigmas, de modo que el enfoque del agua como recurso se pueda compaginar como en el del agua como intangible o patrimonio inmaterial, teniendo en cuenta que en este caso lo tangible y lo intangible se enhebran continuamente: así, los relatos se vinculan a unos paisajes, a una cultura material, y la intervención posible se enmarca en una alfabetización situada, en unos valores que singularizan ese entorno: así, la cultura serrana de Aracena es distinta a la de otra comarca y hoy en día se asocia, como decíamos, a las Grutas de las Maravillas, el jamón, etc.

Pensemos que todo esto no es solo una configuración de los pueblos amazónicos, ya en la mitología griega tenemos ríos que se personifican indistintamente en hombres, toros o serpientes, que interaccionan o se casan con mujeres, esto es, asistimos a distintos planos o ámbitos de realidad, y, tal como ocurre en *La Odisea*, en cada "territorio" hay un "genius loci" (ninfa, maga, cíclope...) con propiedades distintas pero con unos mismos patrones narrativos (acecho, engaño, evitación, etc.). Por tanto lo que Eduardo Viveiros de Castro⁶⁶ llama *ontologías múltiples* ya está presente a través de las múltiples personificaciones de los genios del agua en el mundo griego, así como en las ficciones modernas popularizadas a través de la literatura, el cine y otras artes.

⁶⁴ Alföldy-Gäzdac, 2014.

⁶⁵ Sloterdijk, 2003.

⁶⁶ Viveiros de Castro, 2004.

BIBLIOGRAFÍA

- Abram, D. 2012: *The spell of the sensuous: Perception and language in a more-than-human world*. New York (USA) Vintage Books.
- Aguilar Torres, E. 2015: *La ontología múltiple del agua. Mercurio, acueductos comunitarios y territorio en la localidad de Ciudad Bolívar*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- Alföldy-Gázdac, Á. 2014: "Grazia salamone, 'una' e 'molteplice': la ninfa eponima di città. Iconografie monetali e semantica", *Journal of ancient history and archaeology*, 1(3), 108-111. <https://doi.org/10.14795/j.v1i3.70>
- Lagóstena Barrios, L. G. y Cañizar Palacios, J. L. 2010: "Salinae maritimae en Baetica: condiciones ambientales, consideración jurídica y relaciones intercomunitarias", en Hermon, E., Ed. *Riparia dans l'Empire romain. Pour la définition du concept*. Oxford BAR International Series 2066, 67-84.
- Breda, N. 2005: "Per un'antropologia dell'acqua", *La ricerca folklorica*, 51, 3-16. <https://doi.org/10.2307/30033269>
- Calasso, R. 1996: "La locura que viene de las ninfas", *Estudios Políticos*, 12, 257-275.
- Calasso, R. 2004: *La locura que viene de las ninfas y otros ensayos*. México, Sexto Piso
- Bollnow, O. F., & D'Ors, V. 1969: *Hombre y espacio*. Barcelona, Labor.
- Bueno, G. 1996: "Sobre la realidad de los númenes animales en la religiosidad primaria", *El Basilisco*, 20, 87-88.
- Caltabiano, M.; Salamone, G.; Puglisi, M.; Carroccio, B.; Sisalli, B.; Celesti, A. & Nucita, A. 2013: "DIANA: An approach to coin iconography according to time and space through digital maps". *Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage)*, 2, 413-416. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2013.6744793>
- Cambron-Goulet, M., 2007: *Les étrangers des confins et le mythe de l'Âge d'Or: rencontre de l'idéal et du monstrueux dans la pensée grecque antique*. Tesis doctoral, Universidad de Québec.
- Campbell, J. 2001: *El héroe de las mil caras: Psicoanálisis del mito*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Cantero Martín, P. A. 2007: "Fiestas, vírgenes, juegos y rituales de agua en la comarca de Aracena." *Revista Ph*, 62, 44-85. <https://doi.org/10.33349/2007.62.2349>
- Cantero Martín, P. A. 2009: "La ambigüedad de las aguas: paisajes metafóricos y realidad sentida". *ANDULI, Revista Andaluza de Ciencias Sociales*, (8), 217-228.
- Cantero Martín, P. A. 1992: "Las tramas del agua. El agua como metáfora viva", en González Alcántud, J. A. y Malpica Cuello, A. (Coords.): *El agua. Mitos, ritos y realidades*, Barcelona, Anthropos, 166-189.
- Cardigos, I. 2008: *The Enchanted Calendar of the Mouras Encantadas: Space and Time in Europe: East and West, Past and Present*, Department of Ethnology and Cultural Anthropology, Faculty of Arts; University of Ljubljana.
- Clarke, A. C., 1956: *El fin de la infancia (Childhood's End)*. Buenos Aires, Minotauro.
- Devall, B., & Sessions, G. 2004: *Ecología profunda, dar prioridade à natureza na nossa vida*. Águas Santas, Edições Sempre-em-Pé.
- Dini, V. 1980: *Il potere delle antiche madri: fecondità e culti delle acque nella cultura subalterna toscana*. Boringhieri.
- Díaz González de Viana, L. 2008: "Amantes que se desvanecen en el tiempo: la memoria etnográfica o la compleja significación de las leyendas", *Revista de Antropología Social*, 17, 141-164.
- Doll, M. A. 2011: "Shape Shifting", en Doll, M. A.: *The More of Myth: A Pedagogy of Diversion*. Rotterdam (Netherlands), Sense Publishers, 89-97. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-445-4_11
- Frazer, J. G. 1995: *La rama dorada*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Gimbutas, M. A. 1974: *Diosas y dioses de la vieja Europa. 7000-3500 a. C., mitos, leyendas e imaginería*. Madrid, Colegio Universitario de Ediciones Istmo.
- González Román, C. 2010: "El agua en las ciudades de la Bética: organización y funciones", en Lagóstena Barrios, L. G.; Cañizar Palacios, J. L. y L. Pons Pujol (eds.). *Aquam perducendam curavit. Captación, uso y administración del agua en las ciudades de la Bética y el Occidente romano*. Cádiz, Universidad de Cádiz, 41-66.
- Gubern, R. 2002: *Máscaras de la ficción*. Barcelona, Anagrama
- Guerrero Barros, P. 2013: *La práctica fotográfica como herramienta de visibilización de organizaciones sociales subalternas. Memoria del Taller de Fotografía "Pichincha: otra mirada"*. MS thesis. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.
- Harmansah, Ö. 2018 "Geologies of Belonging: The Political Ecology of Water in Central Anatolia", en Holt, E. (Ed.): *Water and Power in Past Societies*. Albany (USA), State University of New York, 259-276.
- Herrero, S. M. 2012: *El emperador y los ríos. Religión, ingeniería y política en el Imperio Romano*. Editorial UNED.
- Iglesias, I. C. 1998: "El mite de la fada dels tolls al barranc de l'encantada de planes de la baronia". *Alberri: Quaderns d'investigació del centre d'estudis contestants*, 11, 39-66.
- Linton, J. 2010: *What is water?: The history of a modern abstraction*. UBC Press.
- López Cuevillas, F. 2009: "Armas de bronce ofrendadas al río Sil", *Zephyrus*, 5, 233-240.
- Martínez Casanova, M., 2000: "De formas numinizadas a deidades femeninas. (Lamagnificación cósmica de la fertilidad, la fecundidad y la maternidad en los cultos mágicos religiosos del hombre primitivo)", *Islas*, 124, 32-43.
- Martínez Dueñas, W., 2012: "Quand H²O et esprit de l'eau se rencontrent: Coexistence de plusieurs mondes à Puracé, Colombie. *Recherches amérindiennes au Québec*, 42(2-3), 39-47. <https://doi.org/10.7202/1024101ar>
- Martos García, A. 2018: "El giro ontológico en las lecturas de la Naturaleza: propuestas de intervención didáctica", *Álabe*, 17, 1-19. <https://doi.org/10.15645/Alabe2018.17.1>
- Martos Nuñez, E. y A. Martos García, 2015: "Memorias e imaginarios del agua: nuevas corrientes y perspectivas", *Agua y Territorio*, 5, 121-131. <https://doi.org/10.17561/at.v0i5.2539>
- Martos Nuñez, E. y A. Martos García, 2018: "Los baños en la tradición folclórica y literaria. Tradición, modernidad y ecoeducación", en Puigvert i Solà, J. M. y Figueras Capdevila, N. (Coords.): *Balnearios, veraneo, literatura. El poder salutífero del agua en la España contemporánea*, Madrid, Marcial Pons, 281-292.
- Martos Nuñez, E. y A. Martos García, 2011: *Memorias y mitos del agua en la Península Ibérica*. Madrid, Marcial Pons.
- Masse, W. B.; Wayland Barber, E.; Piccardi, L. y Barber, P. T. 2007: "Exploring the nature of myth and its role in science", en Piccardi, L. & Masse, W. B. (Eds.): *Myth and Geology*. London, Geological Society, 9-28. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2007.273.01.02>
- Mlekuž, D. 2019: Animate Caves and Folded Landscapes. en Büster, L.; Warmenbol, E. & Mlekuž, D. (Eds.): *Between Worlds. Understanding Ritual Cave Use in Later Prehistory*, Basel (Switzerland), Springer International Publishing, 45-66. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99022-4>
- Moulian Tesmer, R. 2016: "Thunder Shaman. Making History with Mapuche Spirits in Chile and Patagonia", *Chungará (Arica)*, 48(3), 465-466. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562016005000029>
- Navarro Casillas, A. M. 2016: *Análisis de la reflexividad de las comunidades ecosociales de mujeres como agentes de cambio cultural*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Nora, P. 1993: "Entre memória e história: a problemática dos lugares", *Projeto História. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em História e do Departamento de História da PUC-SP*, 10, 7-28.
- Norberg-Schulz, C. 1979: *Genius loci: paesaggio ambiente architettura*. Milá, Mondadori Electa.
- Norberg-Schulz, C. 1980: *Genius loci: Towards a phenomenology of architecture*. New York (USA), Rizzoli International Publications.

- Otto, R. 1980: *Lo santo. Lo racional y lo irracional en la idea de Dios*. Madrid, Alianza Editorial
- Patrick, J. M. 1957. "Ammianus and Alpheus: The Sacred River", *Modern Language Notes*, 72(5), 335-337. <https://doi.org/10.2307/3043072>
- Pizzi, F. 2012.: "L'acqua delle Ninfe: il caso complesso di Locri", en Calderone, A (Ed.): *Cultura e religione delle acque*, Roma, G. Bretschneider, 221-234.
- Portale, E. C. 2012: "Le nymphai e l'acqua in Sicilia: contesti rituali emorfologia dei votivi", en Calderone, A (Ed.): *Cultura e religione delle acque*, Roma, G. Bretschneider, 169-195.
- Reece, S. 2007. "Homer's asphodel meadow", *Greek, Roman, and Byzantine Studies*, 47(4), 389-400.
- Rohde, E., Pomares, J. M.; Ramírez, S. F.; Solá, C. M., y Castells, E. V. 1973: *Psiqué: el culto de las almas y la creencia en la inmortalidad entre los griegos. II*. Madrid, Las ediciones liberales.
- Sarasúa, C. 2003: "El oficio más molesto, más duro: el trabajo de las lavanderas en la España de los siglos XVIII al XX", *Historia social*, 45, 53-77.
- Seppilli, A. 1977: *.Sacralità dell'acqua e sacrilegio dei ponti: persistenza di simboli e dinamica culturale*. Palermo, Sellerio.
- Sloterdijk, P. 2003: *Crítica de la razón cínica*. Madrid, Siruela.
- Spatafora, F. 2012.: "Le vie dell'acqua: città e villaggi nelle vallate fluvialidella Sicilia centro-occidentale tra età arcaica ed ellenismo", en Calderone, A (Ed.): *Cultura e religione delle acque*, Roma, G. Bretschneider, 301-313.
- Velasco M. H. 2002: "Ecos indoeuropeos en cuentos castellanos de tradición oral." *Revista de folclore*, 259, 18-36.
- Viveiros de Castro, E., 2004: "Perspectivismo y multinaturalismo en la América indígena", en Surrallés, A. y Garcia Hierro, P. (Eds.): *Tierra adentro: Territorio indígena y percepción del entorno*. Lima(Perú), IWGIA, 37-80.

Derechos humanos en España: Protección del derecho al agua en familias con problemas de asequibilidad por riesgo de pobreza y exclusión social. Análisis crítico para una reforma legal

Human rights in Spain: Protection of the right to water in families with affordability problems. Critical analysis for legal reform

Miguel Ángel García-Rubio
Universidad de Granada
Granada, España
magrubio@ugr.es

Samara López-Ruiz
Universidad de Granada
Granada, España
samaralopez.24@gmail.com

Francisco González-Gómez
Universidad de Granada
Granada, España
fcojose@ugr.es

Resumen — Aunque los principales problemas de acceso al agua se presentan en los países pobres, estos también pueden tener alguna incidencia en los países desarrollados. En este caso el problema tiene que ver fundamentalmente con la asequibilidad, es decir, con la capacidad de las familias para hacer frente al pago de la factura de agua; y ello se agrava cuando como consecuencia del impago se producen cortes en el suministro. Esta situación puede presentarse si el marco regulatorio y legal no garantiza, o no de manera suficiente, el acceso de los colectivos más vulnerables y desfavorecidos a un bien básico como el agua potable. En este ensayo, a partir de un enfoque crítico, se analiza la protección del derecho humano de acceso al agua en España frente a situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social para proponer una reforma legal. Las situaciones de exclusión social justifican un tratamiento diferenciado del derecho a un bien básico para la vida, al margen del conjunto de la protección social contra la pobreza, dado que esa realidad limita las oportunidades de acceso a los mecanismos de protección social. Una primera conclusión es que en España existe una insuficiente regulación legal en relación con la protección de este derecho. Una segunda conclusión es que la descentralización normativa conduce a que las medidas de acción social en materia de suministro de agua sean muy heterogéneas, de modo que existe una desigual protección del derecho humano al agua según el lugar de residencia.

Abstract — *Although the main problems of access to water occur in poor countries, these can also have some impact on developed countries. In this case, the problem has to do mainly with affordability, that is, with the ability of families to pay the water bill; and this is aggravated when, as a result of non-payment, supply cuts occur. This situation may arise if the regulatory and legal framework does not guarantee, or not sufficiently, the access of the most vulnerable and disadvantaged groups to a basic good such as drinking water. In this essay, based on a critical approach, the protection of the human right of access to water in Spain is analysed against situations of risk of poverty and social exclusion to propose a legal reform. Situations of social exclusion justify a differentiated treatment of the right to a basic good for life, apart from the whole social protection against poverty, given that this reality limits the opportunities for access to social protection mechanisms. A first conclusion is that in Spain there is insufficient legal regulation in relation to the protection of this right. A second conclusion is that normative decentralization leads to social action measures in the matter of water supply being very heterogeneous, so that there is an unequal protection of the human right to water according to the place of residence.*

Palabras clave: Derechos humanos, Administración Pública/Agua, Agua/Legislación, Derecho al agua, Asequibilidad
Keywords: Human rights, Public Administration/Water, Water/Legislation, Right to water, Affordability

Información Artículo:

Recibido: 18 octubre 2018

Revisado: 26 enero 2019

Aceptado: 13 abril 2019

INTRODUCCIÓN¹

En 2002 el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas adoptó una observación general que definió el derecho humano al agua potable como el suministro de agua continuo y suficiente para cubrir los usos personales y domésticos –entre 50 y 100 litros de agua por persona al día–, salubre –libre de microorganismos, sustancias químicas, etc.–, aceptable –adecuadas características organolépticas de color, olor y sabor–, físicamente accesible –a menos de 1.000 metros del hogar y con un tiempo de recogida no superior a 30 minutos– y asequible² –no superior al 3% de los ingresos del hogar–. No obstante, no fue hasta 2010 cuando la Asamblea General de Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua³, estableciendo que el acceso al agua suficiente y salubre es una precondition para la realización de todos los derechos humanos. Sin embargo, según OMS y UNICEF⁴ 884 millones de personas carecían de un acceso seguro a agua potable en 2015, aunque esta cifra podría subestimar la realidad del problema del acceso al agua⁵. Los principales problemas de acceso al agua se dan en países pobres⁶. Consecuentemente, la mayoría de las investigaciones sobre la cobertura y la calidad del acceso al agua se han centrado en dichos países⁷.

No obstante, también pueden darse problemas de acceso al agua en países desarrollados. Esto resulta paradójico si se observan las estadísticas de la OMS y UNICEF que muestran que la cobertura del servicio urbano de agua potable es prácticamente universal en estos países⁸. En este caso el problema tiene que ver fundamentalmente con la asequibilidad, es decir, con la capacidad de las familias para hacer frente al pago de la factura de agua. De hecho, entre las metas del sexto Objetivo de Desarrollo Sostenible que Naciones Unidas hizo público en 2015 se cita “De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio

asequible para todos”, no haciendo distinción entre países en desarrollo y países desarrollados. Entre las escasas investigaciones sobre la asequibilidad no centradas en países pobres puede citarse el trabajo de Fankhauser y Tepic⁹, que concluyen que la asequibilidad es un problema para los consumidores de bajos ingresos en los países de la Comunidad de Estados Independientes¹⁰; otros autores proponen una metodología para la medición de la asequibilidad del acceso al agua en países desarrollados¹¹; mientras otros analizan los factores que pueden reducir la asequibilidad a partir de una muestra de hogares portugueses¹².

El problema de asequibilidad en los países desarrollados se agrava cuando, como consecuencia del impago de la factura del agua, se producen cortes en el suministro. Esto puede ocurrir si el marco regulatorio no garantiza, o no de manera suficiente, el acceso al agua potable de los colectivos más vulnerables y desfavorecidos. Este problema está presente en el actual debate político español, cuestionándose la existencia real de mecanismos legales e institucionales adecuados que permitan garantizar el derecho humano al agua en situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social.

Aunque el precio del agua en España es bajo en el contexto de los países desarrollados¹³, los partidos de la izquierda ideológica, sindicatos, organizaciones de consumidores y usuarios, organizaciones ecologistas y diversas plataformas sociales cuestionan que el marco legal e institucional español garantice el derecho humano al agua en su condición de servicio básico y recurso vital. En concreto, se denuncia la existencia de cortes en el suministro a familias de renta baja en casos de impago, lo que lleva a situaciones de pobreza hídrica que afectan al bienestar de la población. La crisis económico-financiera iniciada en 2007 ha tenido un gran impacto en España¹⁴ y la pérdida de puestos de trabajo, y la consecuente pérdida de rentas, ha llevado a un número importante de familias a situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social. En el año 2017 el 26,6% de la población residente en España se encontraba en riesgo de pobreza y/o exclusión social¹⁵.

¹ Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, la Agencia Estatal de Investigación y los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (Proyecto ECO2017-86822-R) y por la Junta de Andalucía, a través de la Convocatoria de Proyectos I+D+I del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020 (Proyecto B-SEJ-018-UGR18). Samara López Ruiz agradece la beca de iniciación a la investigación concedida por la Universidad de Granada en el marco del Plan Propio de Investigación y Transferencia.

² ONU, 2002.

³ ONU, 2010a.

⁴ OMS y UNICEF, 2017.

⁵ Guardiola et al., 2010. Martínez-Santos, 2017. Grigg, 2018.

⁶ Según el Banco Mundial (2018) la línea de pobreza internacional se establece en unos recursos inferiores a 1,90 USD diarios. Sin embargo, esta institución considera que la pobreza no implica únicamente una carencia de ingresos y de consumo, también se manifiesta en forma de niveles educativos bajos, resultados insatisfactorios en salud y nutrición, falta de acceso a servicios básicos y un entorno peligroso; por ello, existen otros indicadores no monetarios de pobreza (sobre educación, salud, saneamiento, agua, electricidad, etc.) que son sumamente importantes para comprender las diversas dimensiones de la pobreza. Los países más pobres del planeta se sitúan en África Subsahariana, Asia meridional, Asia oriental y Pacífico, y en aquellos estados que padecen instituciones débiles y conflictos.

⁷ Smiley, 2017. Adams et al., 2018.

⁸ OMS y UNICEF, 2017.

⁹ Fankhauser y Tepic, 2007.

¹⁰ Organización supranacional compuesta actualmente por Armenia, Azerbaiyán, Bielorrusia, Kazajistán, Kirguistán, Moldavia, Rusia, Tayikistán y Uzbekistán.

¹¹ García-Valiñas et al., 2010a, b.

¹² Martins et al., 2016.

¹³ OCDE, 2010. IWA, 2016. GWI, 2017.

¹⁴ Guardiola y Guillen-Royo, 2015.

¹⁵ Una persona en riesgo de pobreza es aquella que vive en un hogar con una renta inferior al 60% de la mediana de la renta nacional equivalente en unidades de consumo. En 2017 el 13,7% de la población española son personas pobres que no sufren privación material severa ni viven en hogares con baja intensidad de trabajo; el 4,7% con personas en situación de pobreza que viven en hogares con baja intensidad de trabajo pero no sufren privación material severa; el 1,6% son personas que viven en una situación de pobreza tan grave que sufren privación material severa pero no están en un hogar con baja intensidad de empleo; y el 1,7% son personas pobres que sufren privación material severa y viven en hogares con baja intensidad de trabajo. La exclusión social es un proceso dinámico de desfavorecimiento o desigualdad en el que intervienen diversos factores, y no únicamente aquellos relacionados con la carencia económica, que limita las oportunidades de acceso a mecanismos de protección. En 2017 el 5% de la población española se encuentra en situación de exclusión social (Llano Ortiz, 2018).

Precisamente, el debate sobre la pobreza hídrica en España motiva este ensayo que se apoya en un análisis crítico de la garantía del derecho humano al agua desde una perspectiva normativa. ¿Garantiza el marco legal e institucional español el derecho humano al agua en el hogar a familias en riesgo de pobreza y exclusión social?

Tras esta introducción, el trabajo se estructura del siguiente modo. En el segundo apartado se hace una breve revisión del derecho humano al agua en las regulaciones internacional –en los marcos de la Organización de Naciones Unidas y la Unión Europea–, nacional, autonómica, y local. En el tercer apartado se centra el estudio en el ámbito local; en concreto, en las medidas de acción social en materia de suministro de agua y las excepciones a los cortes del suministro por impago. En el cuarto apartado se introduce una discusión sobre el tema. Finalmente, en el quinto apartado se muestran las principales conclusiones y recomendaciones.

EL DERECHO HUMANO AL AGUA EN LA REGULACIÓN INTERNACIONAL Y NACIONAL

Naciones Unidas

El derecho humano al agua no está reconocido expresamente en ninguno de los instrumentos que constituyen la *Carta Internacional de Derechos Humanos*.¹⁶ El proceso de concienciación sobre el valor estratégico de los recursos hídricos se inicia con la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de 1977*. Los primeros reconocimientos parciales del derecho humano al agua aparecen en la *Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer* (1979) y en la *Convención sobre los Derechos del Niño* (1989). La *Declaración de Dublín* (1992) estableció los principios básicos de la gestión del agua, reconociéndola como un recurso finito, esencial para el sostenimiento de la vida, y con valor económico. Por su parte, la meta 7.C de los Objetivos del Milenio¹⁷ planteaba reducir a la mitad en 2015 la proporción de personas sin acceso mejorado al agua potable y a servicios básicos de saneamiento; este objetivo no llegó a cumplirse en las zonas más desfavorecidas del planeta, particularmente en África Subsahariana.

El primer documento relevante para la configuración del derecho humano al agua es la Observación General nº 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales¹⁸, que definió el derecho humano al agua como el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico, teniendo los estados la obligación de facilitar, promover y garantizar este derecho; además, como parte del contenido normativo del derecho al agua, señaló el derecho a no sufrir cortes arbitrarios del suministro. Por otra parte, se identificaron como obligaciones básicas la garantía del acceso a la cantidad esencial mínima de agua que sea suficiente y apta para el uso personal y doméstico, así como asegurar dicho derecho sobre una base no

discriminatoria, en especial a los grupos vulnerables o marginados. El Protocolo Facultativo del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (ONU, 2008), que entró en vigor en 2013, permitió presentar denuncias formales sobre violaciones del derecho humano al agua tal como había sido definido en la Observación General nº 15.

El Proyecto de directrices para la realización del derecho al agua potable y al saneamiento¹⁹, aprobado por la Subcomisión de Promoción y Protección de los Derechos Humanos del Consejo Económico y Social en 2005, estableció que los estados deberán velar por que no se reduzca el acceso a los servicios de abastecimiento de agua en caso de impago antes de asegurarse que se ha tenido en cuenta la capacidad del pago del interesado; además, indicaba que nadie puede verse privado de la cantidad mínima de agua esencial. Por su parte, el Informe A/HRC/6/3 de la Oficina del Alto Comisionado de Derechos Humanos²⁰ determinó el alcance y contenidos de las obligaciones en materia de derechos humanos relacionados con el acceso equitativo al agua potable.

En 2008, el Consejo de Derechos Humanos acordó el nombramiento de una relatora especial independiente para el análisis de las obligaciones y derechos relacionados con el acceso al agua. Consecuencia de ello, se han elaborado los informes A/RC/18/33/Add.1²¹, sobre buenas prácticas, y A/HRC/24/44²², en relación con las sostenibilidad del ejercicio del derecho humano al agua. En 2014 esta relatora independiente presentó ante la Asamblea General el informe A/69/213²³ donde se examinó el derecho a la participación en el ejercicio del derecho humano al agua. Estos informes desarrollaron el contenido normativo del derecho a partir de la Observación General nº 15²⁴ y han supuesto un empuje definitivo para la realización práctica del mismo.

Así, en 2010, mediante la Resolución A/RES/64/292 de la Asamblea General de Naciones Unidas²⁵, se reconoció explícitamente el derecho humano al agua como un derecho humano autónomo y esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos. Los principios contenidos en esta resolución se reafirmaron y ampliaron por la Asamblea General de Naciones Unidas a través de las resoluciones A/RES/68/157²⁶ y A/RES/69/215²⁷.

Por su parte, el Consejo de Derechos Humanos, órgano encargado de examinar la situación de los derechos humanos para detectar posibles violaciones y formular recomendaciones, ha dictado diversas resoluciones en relación con el derecho humano al agua: A/HCR/RES/15/9²⁸, que exhortó a los Estados a que presten especial atención a las personas que pertenecen a grupos vulnerables y marginados, especialmente

¹⁹ ONU, 2005.

²⁰ ONU, 2007.

²¹ ONU, 2011a.

²² ONU, 2013a.

²³ ONU, 2014a.

²⁴ ONU, 2002.

²⁵ ONU, 2010a.

²⁶ ONU, 2013b.

²⁷ ONU, 2014b.

²⁸ ONU, 2010b.

¹⁶ La Carta Internacional de Derechos Humanos comprende la Declaración Universal de Derechos Humanos (1948), el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1966), el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos (1966) y sus dos protocolos facultativos de 1966 y 1989.

¹⁷ ONU, 2000.

¹⁸ Ídem.

respetando los principios de no discriminación e igualdad entre los géneros; A/HRC/RES/18/1²⁹ que incitó a que los Estados valoren si el actual marco legislativo y de políticas es acorde con el derecho al agua potable y el saneamiento; y A/HRC/RES/27/7³⁰, que instó a los Estados a asegurar que, frente a las violaciones del derecho humano al agua potable y al saneamiento, todos los recursos judiciales, cuasi judiciales y otros apropiados, sean accesibles para todos, sin discriminación.

Por último, el objetivo 6 de la actual agenda mundial de desarrollo, conocida como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, contempla garantizar en 2030 la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

Unión Europea

La Carta Europea del Agua de 1968 constituye una breve declaración de principios sobre la gestión adecuada del agua, reconoció al recurso hídrico como un bien común, vital, agotable y vulnerable. En 2001 fue sustituida por la Carta europea de los Recursos Hídricos³¹ que reconoció el derecho de todas las personas a disponer de una cantidad de agua suficiente para satisfacer las necesidades esenciales.

Por su parte, el documento de referencia para la gestión de los recursos hídricos en Europa –la Directiva Marco del Agua³²– consideró el agua, no como un bien comercial, sino como un patrimonio que hay que proteger. Entre los principios fundamentales de dicha Directiva se encuentra el de recuperación de costes, con objeto de garantizar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos.

Pero es en 2003 cuando la Comisión Europea hizo un pronunciamiento³³, en línea con la Observación General nº 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de la ONU, reconociendo que el acceso al agua potable en cantidad y calidad suficiente es un derecho humano. En 2009, con motivo de la celebración del V Foro Mundial del Agua en Estambul, el Parlamento Europeo adoptó una resolución³⁴ donde declaró que el agua es un bien común de la Humanidad y que el acceso al agua potable debería ser un derecho fundamental y universal, y manifestó su deseo de que se estableciera una compensación de las tarifas que permita abastecer de agua a la población más desfavorecida a un precio asequible.

En 2015 el pleno de la Eurocámara respaldó la iniciativa ciudadana “Right2Water”,³⁵ que pretendía garantizar el derecho al agua para todas las personas y la trasposición del derecho humano al agua a la legislación de los estados miembros³⁶, criticando la Comunicación

COM(2014)0177³⁷ por no responder a las demandas concretas expresadas en la iniciativa ciudadana y limitarse a reiterar compromisos existentes. Además, expresó su preocupación al constatar que, desde 2008, debido a políticas de austeridad excesivas, que han aumentado la pobreza en Europa y el número de hogares con rentas bajas, son cada vez más las personas con dificultades para pagar la factura del agua, e indicó que la asequibilidad estaba convirtiéndose en objeto de preocupación creciente, rechazando los cortes de agua y la suspensión forzosa del suministro de agua.

En febrero de 2018 la Comisión Europea aprobó una propuesta de revisión de la Directiva sobre el agua potable³⁸. La propuesta contemplaba la obligación de los Estados miembros de mejorar y garantizar el acceso al agua, en particular a los grupos vulnerables y marginados.

Legislación nacional y autonómica

Aunque el Gobierno de España ha suscrito su compromiso con las Declaraciones de Derechos Humanos, no existe una norma de carácter estatal que garantice el derecho humano al agua. La Constitución Española no reconoce explícitamente este derecho, de modo que tiene que considerarse implícitamente incluido en los derechos a la vida (art. 15), a la salud (art. 43), al medio ambiente (art. 45) y a una vivienda digna (art. 47).

Por su parte, el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas³⁹, tampoco garantiza explícitamente el derecho humano al agua. Establece que el abastecimiento de agua a la población es el uso que goza de preferencia absoluta (art. 60) y, si bien hace referencia a la fijación de estructuras tarifarias que permitan atender las necesidades básicas a un precio asequible, (art. 111bis), no especifica qué se considera una tarifa asequible ni introduce un suministro mínimo vital en caso de impago por circunstancias socioeconómicas.

A nivel regional, dos comunidades autónomas (Aragón y Comunidad Valenciana) han reconocido en sus Estatutos de Autonomía el derecho a disponer de abastecimiento suficiente de agua de calidad. Sin embargo, según sentencia del Tribunal Constitucional (STC, 247/2007) los Estatutos de Autonomía no pueden establecer por sí mismos derechos subjetivos en sentido estricto.

En relación con las leyes de aguas dictadas por las comunidades autónomas,⁴⁰ siete de ellas no disponen de una ley de aguas (Baleares, Castilla y León, Extremadura, Región de Murcia, Comunidad Foral de Navarra, La Rioja y Comunidad Valenciana). Otras cuatro comunidades autónomas, aun teniendo una ley de aguas, no explicitan los derechos de los usuarios en relación con el abastecimiento domiciliario de agua (Principado de Asturias, Canarias, Cataluña y Madrid). Y cinco comunidades autónomas reflejan en sus leyes de aguas algún derecho de los usuarios en relación con el abastecimiento domiciliario de agua, generalmente el derecho a la prestación del servicio en condiciones de

²⁹ ONU, 2011b.

³⁰ ONU, 2014c.

³¹ CMCE, 2001.

³² DMA, 2000.

³³ Comisión Europea, 2003.

³⁴ Parlamento Europeo, 2009.

³⁵ La iniciativa “Right2Water”, registrada en 2012 por la Federación Sindical Europea de Servicios Públicos, tenía por objetivos principales que las instituciones comunitarias y los Estados miembros velen por que todos los ciudadanos puedan ejercer el derecho al agua y el saneamiento; que el abastecimiento de agua y la gestión de recursos hídricos no se rijan por las normas del mercado interior y que se excluyan los servicios de agua del ámbito de la liberalización; y que la UE redoble esfuerzos para lograr el acceso universal al agua y el saneamiento.

³⁶ Parlamento Europeo, 2015.

³⁷ Comisión Europea, 2014.

³⁸ Comisión Europea, 2018.

³⁹ Gobierno de España, 2001.

⁴⁰ Pueden consultarse las leyes de agua regionales en la siguiente dirección:

<https://www.boe.es/legislacion/codigos/codigo.php?id=139&modo=1¬a=0&tab=2>.

cantidad y calidad, pero sin garantizar el abastecimiento en caso de impago por circunstancias socioeconómicas (Andalucía, Aragón⁴¹, Castilla-La Mancha, Galicia y País Vasco).

De modo que solo en la Ley 2/2014, de 26 de noviembre, de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de la Comunidad Autónoma de Cantabria, se garantiza un mínimo vital en caso de impago de la factura a los colectivos vulnerables en riesgo de pobreza⁴². En estos casos se contempla que los perceptores de la renta social básica tendrán garantizada una disponibilidad mínima de agua de abastecimiento de 100 litros por habitante y día. En Cataluña, aunque su ley de aguas no explicita los derechos de los usuarios en relación con el abastecimiento domiciliario de aguas, la Ley 24/2015, de 29 de julio, de medidas urgentes para afrontar la emergencia en el ámbito de la vivienda y la pobreza energética⁴³, establece un protocolo que evita los cortes del suministro básico de agua potable en los casos de impago por falta de recursos económicos de las familias afectadas.

Por tanto, ninguna ley autonómica (exceptuando los casos de Cantabria y Cataluña) impide expresamente los cortes de agua por impago debido a no poder hacer frente a la factura, pero tampoco explicitan la posibilidad de corte del suministro por impago. En sentido opuesto, Andalucía es la única comunidad en que una norma con rango autonómico, el Decreto 120/1991, de 11 de junio, por el que se aprueba el Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua, contempla como causa de suspensión del suministro de agua el impago de las facturaciones dentro del plazo establecido al efecto por la entidad suministradora⁴⁴, sin tomar en consideración la situación socioeconómica del usuario.⁴⁵

Regulación en la esfera local

De acuerdo con la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases de Régimen Local (Gobierno de España, 1985), el abastecimiento domiciliario de agua potable es un servicio esencial (art. 86.3) que los municipios deben prestar obligatoriamente (art. 26.1), de modo que en el ordenamiento jurídico español los municipios son los responsables de la prestación del servicio de aguas en su término municipal. Así, las corporaciones locales tienen capacidad para aprobar un reglamento u ordenanza reguladora del suministro de agua potable a domicilio (art. 84) donde se especifican las condiciones del suministro, los derechos y deberes de los usuarios, las interrupciones del servicio, las reclamaciones o el régimen sancionador, entre otras materias.

En consecuencia, con más de 8.000 municipios, y al no existir una norma de carácter general –con la excepción de Cantabria y Cataluña– que garantice la protección del derecho humano al agua en situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social, la nota dominante es la dispersión y la fragmentación normativa en esta materia. Ésta se manifiesta en una notable variabilidad en la implantación y diseño las medidas de acción social en materia de agua según el municipio. Por otra parte, lo que garantizan los gobiernos locales es que la red pública de abastecimiento de agua llegue a todas las viviendas, así como la posibilidad de contratar una acometida a la red, pero son excepcionales los municipios cuyos reglamentos u ordenanzas reguladoras del suministro de agua potable a domicilio garantizan el abastecimiento en caso de impago en situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social.

Por otra parte, en virtud del Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales⁴⁶, los municipios también tienen la facultad de aprobar las ordenanzas fiscales que establecen la tarifa por la prestación de los servicios vinculados al abastecimiento de agua. Esto conduce a la existencia de importantes diferencias en las tarifas entre municipios⁴⁷, por lo que la asequibilidad varía según el lugar de residencia.

Esta variabilidad en las tarifas quizás pueda ser admisible cuando es debida a diferencias en los costes de prestación del servicio no controlables por el gestor del abastecimiento de agua (condiciones orográficas, origen del recurso, tamaño de la población, modelo urbanístico, etc.)⁴⁸. Sin embargo, distinta consideración merece cuando estas diferencias son debidas a la ideología política del gobierno local⁴⁹ o a la forma de propiedad en la gestión⁵⁰ –pública o privada–; en estos casos, puede hablarse con propiedad de la existencia de un elemento discriminatorio por razón de residencia.

Sin embargo, el problema más grave de asequibilidad afecta a las unidades familiares con rentas más bajas. Según la Encuesta de Condiciones de Vida⁵¹ la tasa de riesgo de pobreza y exclusión social –ARPE (*at risk of poverty and exclusion*)– es del 26,6%, y un 7,4% de los hogares tienen dificultades para hacer frente al pago de recibos relacionados con la vivienda principal, como la luz o el agua. Ante esta situación, algunas organizaciones sociales proponen que la contraprestación económica por el servicio domiciliario de aguas se gradúe según la situación económica de los usuarios del servicio, utilizando para el ello el valor catastral de la vivienda⁵². Sin embargo, la factura del agua no es un instrumento adecuado de redistribución de renta por su escaso peso relativo para una familia española media –el 0,89% del

⁴¹ La Ley 10/2014, de 27 de noviembre, de Aguas y Ríos de Aragón hace mención expresa al derecho humano al agua de Naciones Unidas (art. 9) pero solo lo articula como el “[...] *derecho preferente a disponer de un servicio público de suministro de agua en condiciones de cantidad y calidad suficientes para satisfacer sus necesidades vitales* [...]”. Gobierno de Aragón, 2014.

⁴² Gobierno de Cantabria, 2014.

⁴³ Generalitat de Catalunya, 2015.

⁴⁴ Gobierno de Andalucía, 1991.

⁴⁵ En el momento en que se escriben estas líneas la Junta de Andalucía está trabajando en la elaboración de un Reglamento del Ciclo Integral del Agua de Uso Urbano, que derogaría el Decreto 120/1991, donde se prevé incluir un mínimo vital garantizado en caso de impago por falta de recursos económicos.

⁴⁶ Gobierno de España, 2004.

⁴⁷ FACUA 2017.

⁴⁸ González-Gómez et al., 2015.

⁴⁹ González-Gómez et al., 2012.

⁵⁰ Martínez-Espiñeira et al., 2009; 2013.

⁵¹ INE, 2018a.

⁵² Algunos municipios (p. e.: Bilbao) establecen la tasa por el servicio de alcantarillado según la base imponible del padrón del Impuesto sobre Bienes Inmuebles.

presupuesto familiar– y el valor catastral no es una proxy adecuada del nivel de renta familiar⁵³.

MEDIDAS MUNICIPALES DE ACCIÓN SOCIAL EN MATERIA DE SUMINISTRO AGUA

Desde principios de este siglo, y particularmente tras la crisis económica iniciada en 2007, muchos municipios y operadores han aprobado procesos o herramientas a través de las cuales se ofrecen contraprestaciones económicas más favorables a determinados colectivos (familias numerosas, jubilados, pensionistas, discapacitados, etc.) con objeto de favorecer el acceso al servicio en situaciones de desigualdad, pobreza o exclusión social. Según AEAS (Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento) un 94% de la población reside en municipios cuyos operadores de los servicios de agua cuentan con alguna medida de acción social en materia de suministro de agua⁵⁴, y un 1,2% de los usuarios se estarían beneficiando de alguna de estas medidas de ayuda⁵⁵. Estas medidas se pueden agrupar en: bonificaciones y descuentos en la tarifa, fondos sociales o de solidaridad y excepciones al corte del suministro por impago.

Medidas de acción social clásicas: Bonificaciones y descuentos en la tarifa

Las bonificaciones y descuentos están fijadas en la propia estructura tarifaria o en reglamentos normativos, y son los mecanismos de acción social más ampliamente extendidos –el 87% de la población reside en municipios que disponen de este tipo de bonificaciones⁵⁶–, especialmente en los municipios de tamaño grande y mediano. En aquellos municipios –generalmente pequeños– donde la gestión del servicio está en manos del propio ayuntamiento, sin un órgano de gestión especializado, las bonificaciones y descuentos son mucho menos frecuentes.

Estas medidas están presentes desde hace años, dirigidas a colectivos vulnerables (familias numerosas, jubilados, pensionistas, discapacitados, etc.). Pero más recientemente, como consecuencia de la crisis económica, han aparecido bonificaciones y descuentos específicos cuyo objetivo es mejorar la asequibilidad para colectivos con bajos niveles de renta (fundamentalmente desempleados).

Los criterios de acceso, la cuantía y el modo de aplicación de los descuentos y bonificaciones por razones de renta son establecidos siguiendo los criterios de cada municipio, de modo que la dispersión competencial da por resultado un diseño muy heterogéneo a lo largo de todo el territorio nacional; sin embargo, puede señalarse algunas pautas frecuentes.

En relación con el acceso a estas medidas, el criterio más requerido y común es que todos los miembros del hogar, no solo el titular del contrato, deben acreditar la situación que da derecho al descuento –generalmente, que se encuentren desempleados–; más excepcionalmente se incluye como perceptoras de las ayudas a las familias con solo algún miembro desempleado. Pero, en ambos casos,

la unidad familiar no debe superar un determinado nivel de renta⁵⁷. Además, los titulares del contrato no pueden adeudar el pago de facturas pasadas; y las bonificaciones solo se conceden en consumos efectuados en la vivienda habitual. En ningún caso estas medidas son concedidas por un periodo indeterminado; la concesión de las mismas está limitada generalmente a un año, si bien existe la posibilidad de renovación si se acredita que persiste la situación que motivó la bonificación.

Por otra parte, y en cuanto al modo de aplicación, las bonificaciones y descuentos por razones de renta se aplican en la parte variable de la factura solo para los primeros tramos de consumo; es decir, aquellos que comprenden los usos imprescindibles para el mantenimiento de la vida. En algunos municipios también se aplica algún tipo de descuento, total o parcial, en la parte fija de la tarifa.

Medidas de acción social alternativas: Fondos sociales

Los fondos sociales –partidas económicas que las entidades gestoras del servicio urbano de agua destinan a la subvención total o parcial de facturas de colectivos en riesgo de exclusión– no están asociados a la estructura tarifaria, tratándose de medidas de acción social alternativas que responden a criterios de renta. Están menos extendidas que las bonificaciones y descuentos: solo el 37% de la población reside en municipios que disponen de fondos sociales; y su implantación, que está relacionada con la crisis económica iniciada en 2007, puede en unos casos complementar a las medidas sociales fijadas en la estructura tarifaria –para el 24% de la población– u operar por sí solos⁵⁸ –para el 13% restante–.

Estas medidas van dirigidas a paliar puntualmente aquellas situaciones de emergencia social en las que la insuficiencia de renta familiar impide hacer frente a la contraprestación económica por el servicio. La tramitación y valoración de las solicitudes presentadas es competencia de los servicios sociales municipales. Los fondos sociales pueden nutrirse de diferentes fuentes presupuestarias; pueden proceder de recursos públicos (Cádiz, Huelva, Tarragona); o bien, es el gestor del servicio quien dota el fondo a partir de los ingresos tarifarios del resto de usuarios (Palma de Mallorca), por lo que también pueden recibir el nombre de fondos de solidaridad.

También en este caso, la dispersión competencial da por resultado una fuerte variabilidad de los tipos de ayudas entre municipios. Si bien lo más común es que la ayuda consista en el pago de la factura durante un tiempo, en otros casos se opta por una tarifa plana mínima por factura (Murcia), o incluso se establecen planes de ayuda progresivos, de modo que la propia cuantía de la ayuda depende del grado de riesgo de pobreza y exclusión social de la unidad familiar (Alicante, Zaragoza). Tampoco faltan los casos en que las ayudas consisten en sistemas de fraccionamiento o aplazamiento del pago sin recargo, o la atención de deudas vencidas a fondo perdido o a través de ayudas financieras sin intereses (Málaga). En todo caso, estas ayudas tienen un alcance limitado, de modo que las

⁵³ AEAS, 2018.

⁵⁴ AEAS, 2018.

⁵⁵ AEAS, 2016a.

⁵⁶ AEAS, 2014.

⁵⁷ Las referencias más empleadas para fijar el umbral de renta son el IPREM (Indicador Público de Renta de Efectos Múltiples) y el SMI (Salario Mínimo Interprofesional).

⁵⁸ AEAS, 2014.

familias beneficiarias no pueden contar de forma indefinida con estas medidas de protección social.

Excepciones municipales al corte del suministro por impago

Los reglamentos u ordenanzas municipales reguladoras del suministro de agua potable a domicilio contemplan como obligación del abonado el pago de las facturas emitidas en contraprestación por el servicio, de modo que el impago de las mismas es causa de la suspensión del suministro. Además, si tras cierto periodo de tiempo desde la fecha de corte del servicio no se abonaron los recibos pendientes se da por extinguido el contrato de suministro; en estas circunstancias, la nueva formalización de un nuevo contrato implica que el usuario deba abonar otra vez los derechos de acometida.

Sin embargo, algunos gobiernos locales han establecido excepciones al corte de suministro por impago en situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social (Córdoba, Gijón, Puerto Real). Por ejemplo, el pleno del ayuntamiento de Puerto Real aprobó en su sesión de 1 de octubre de 2015 la siguiente propuesta:

“Articular medidas provisionales para que con carácter inmediato se paralicen los cortes de electricidad y agua a aquellas familias que acrediten su situación de desempleo o de exclusión social con el objetivo de que no se produzca ningún corte de esos suministros en nuestro municipio”.

En otros casos, se han establecido convenios que suspenden las acciones de corte del suministro cuando los servicios sociales municipales identifican una situación de vulnerabilidad económica. Es el caso, por ejemplo, del *Protocolo regulador de medidas contra la pobreza hídrica y la vulnerabilidad económica* que mantienen el Consorcio Vega-Sierra Elvira y la empresa Aguasvira desde 2016.

Por último, una medida de acompañamiento relativamente frecuente en aquellos casos en que existe un fondo social es la prohibición de corte en el suministro del agua, no solo cuando se es beneficiario de la ayuda, sino desde el momento en que se realiza la solicitud y mientras los servicios sociales no resuelvan el expediente (Bilbao, Granada, Lérida, Palma de Mallorca).

DISCUSIÓN

La definición de la pobreza hídrica a través de macro-indicadores –el porcentaje de la población con acceso al agua o la relación entre el importe de la factura correspondiente al mínimo vital y la renta media de las unidades familiares– permite concluir a priori que el derecho humano al agua está garantizado en los países desarrollados. Así, tomando como datos la universalización del nivel de cobertura del servicio o que la factura del agua no representa más del 3% del presupuesto familiar⁵⁹ –el 5% incluido el saneamiento–, para una familia de renta media española el acceso al agua estaría garantizado. Sin embargo, aunque el precio del agua en España es bajo en el contexto de los países desarrollados⁶⁰, en presencia de una elevada tasa de desempleo –con un alto componente estructural– la información agregada oculta un problema de asequibilidad. De modo que, en estas circunstancias, es

evidente que aquellas familias españolas que disponen de ingresos muy inferiores a la renta media no tienen garantizado el acceso al agua a partir de sus propios recursos.

Teniendo en cuenta que el derecho humano al agua no está protegido en España a través de una ley de carácter nacional, y que las únicas comunidades autónomas que garantizan su protección en situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social son Cantabria y Cataluña, es pertinente saber si con las medidas establecidas a nivel municipal se está protegiendo en el resto de España el derecho humano al agua en los hogares con rentas más bajas.

La tarifa por la prestación de los servicios vinculados al abastecimiento de agua, el sistema de bonificaciones y descuentos en la tarifa, los fondos sociales, o las exenciones al corte de suministro por impago experimentan en España una importante variabilidad. De modo que el acceso al agua en España difiere sustancialmente entre regiones, ciudades y tipos de usuarios⁶¹. Así, la dispersión competencial es responsable de, al menos, la falta de equidad en el acceso al agua en España, y factores como la ideología del gobierno local o la forma de titularidad en la gestión del servicio urbano de aguas podrían ser determinantes para garantizar el derecho humano al agua a las familias en riesgo de pobreza y exclusión social.

En ausencia de estadísticas oficiales, no es posible conocer con precisión la envergadura del problema. Según la Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento (AEOPAS) en España se producen más de 500.000 de avisos de corte al año, de los que se llegan a ejecutar en torno a un 60%, es decir, 300.000⁶². Por su parte AEAS⁶³ estima que los cortes afectan al 1,82% de usuarios residenciales⁶⁴. En Andalucía, las cifras más elevadas de costes de suministro se producen en las capitales de provincia y grandes núcleos de población, siendo la incidencia menor en los pequeños municipios⁶⁵. Por tanto, es una realidad innegable que los cortes de suministro existen en España, pero no es posible determinar con precisión cuántos de ellos pueden estar relacionados con la incapacidad de las familias en riesgo de pobreza y exclusión social para hacer frente a la contraprestación económica por el servicio urbano de aguas⁶⁶.

⁶¹ García-Valiñas, et al., 2010a.

⁶² Esta misma asociación propone la prohibición de los cortes de suministro, y el establecimiento de un mínimo de entre 60 y 100 litros por persona y día en caso de impago justificado. Babiano y Giménez, 2015.

⁶³ AEAS 2016b.

⁶⁴ El porcentaje estimado por AEAS conduce a un número de cortes de suministro similar al estimado por AEOPAS, sin embargo, la forma de ofrecer estos resultados minimiza o agrava el problema de los cortes de agua en España. Esta puede ser una buena muestra de las diferentes posturas de los operadores públicos (AEOPAS) y privados (AEAS) de agua.

⁶⁵ DPA, 2015.

⁶⁶ Según AEAS la mayor parte de las interrupciones del servicio de agua en el entorno domiciliario son debidas a abandonos de vivienda por no renovación de contrato de alquiler, cambios en la titularidad del contrato o de la cuenta corriente no comunicados al gestor, segundas residencias o viviendas vacías, y situaciones de fraude. AEAS, 2016a.

⁵⁹ PNUD, 2006.

⁶⁰ OCDE, 2010. IWA, 2016. GWI, 2017.

AEAS estima que un 0,02% de los usuarios residenciales a los que se les interrumpe el servicio de abastecimiento de agua por falta de pago se reconecta tras beneficiarse de mecanismos municipales de acción social. De modo que, implícitamente se está reconociendo que en España se efectúan al año aproximadamente 3.700 cortes de suministro por impago a familias en situaciones de riesgo de riesgo de pobreza y exclusión social. Es evidente que este número de cortes no resulta demasiado significativo si se pone en relación con el número de hogares en España, pero resulta preocupante si se tiene en cuenta que tras esos datos se ocultan verdaderos dramas familiares, y no permiten afirmar que en España se proteja de forma efectiva el derecho humano al agua⁶⁷.

Estas situaciones muestran que hay familias que no disponiendo de recursos económicos suficientes no han sabido utilizar los recursos públicos disponibles para atender tal situación, o bien que cuando se han activado estos mecanismos sociales ya era demasiado tarde para evitar el corte de suministro. Sin embargo, también hay circunstancias en que, aun pudiendo disponer de recursos económicos suficientes, el corte de suministro se produce por desconocimiento del usuario acerca de la propia circunstancia de encontrarse en situación de impago, por no haber recibido en tiempo y forma el aviso de corte de suministro⁶⁸. Incluso, los cortes de suministro puede afectar a personas vulnerables –enfermos, discapacitados, ancianos en situaciones de desamparo– que, ya tengan recursos económicos o no, podrían no tener capacidad para resolver una incidencia relacionada con el servicio de agua –el 48% de las reclamaciones se debe a posibles errores de facturación, y un 12% por el servicio de lectura de contadores⁶⁹–, y ello no debería ser causa de interrupción del suministro. Todas estas situaciones se producen como consecuencia de una aplicación poco rigurosa y/o poco garantista de los trámites procedimentales previos a la suspensión del suministro.

Por otra parte, AEAS argumenta que “*el procedimiento de interrupción del suministro es una herramienta para asegurar el pago de aquellos ciudadanos que sí que pueden pagar*”⁷⁰. Sin embargo, aunque en España las ordenanzas municipales reguladoras del servicio urbano de agua contemplan generalmente la posibilidad de cortes de suministro por impago esta medida es de dudosa legalidad. La doctrina reiterada del Tribunal Supremo⁷¹ establece que las contraprestaciones que satisface el usuario del servicio de suministro de agua potable y alcantarillado deben ser consideradas como tasa, con independencia de la forma de gestión (directa o indirecta) utilizada por el ayuntamiento para la prestación del servicio. Ello supone que el impago de la tasa solo puede exigirse mediante el procedimiento de apremio; dicho procedimiento, que incluye algunas garantías y limitaciones en función de la capacidad económica del

deudor, no permite la presión que representa la amenaza del corte de suministro⁷².

En la práctica el riesgo de corte de agua aumenta cuando la contraprestación es considerada un precio privado, y esto ocurre cuando los ayuntamientos externalizan la gestión del agua, ya sea a empresa privada mediante concesión, empresa mixta o empresa pública. En los últimos años han surgido iniciativas ciudadanas contrarias a la titularidad privada en la gestión del servicio urbano de aguas. En el caso español destaca la iniciativa Pacto Social por el Agua.⁷³ Diversas ONG, movimientos sociales, sindicatos, fundaciones, partidos políticos y entidades relacionadas han puesto de manifiesto su compromiso por una gestión pública, integrada y participativa del ciclo urbano del agua en España. Entre sus argumentos, mantienen que al reconocer Naciones Unidas el acceso al agua como derecho humano, la gestión del agua debe abstraerse de las normas del mercado y la empresa privada como forma de garantizar una gestión integral del recurso hídrico que resulte socialmente equitativa, ecológicamente sostenible, políticamente democrática y culturalmente aceptable. Se demandan también políticas tarifarias basadas en la equidad social, lo que supondría, según el Pacto Social por el Agua, garantizar un suministro mínimo vital de entre 60-100 litros por persona y día, complementado con el compromiso de no cortar el suministro en casos de impago justificados⁷⁴.

Por último, el derecho humano al agua en España puede verse comprometido en las próximas décadas como consecuencia del actual déficit de infraestructuras –que puede afectar a la asequibilidad– y de los retos que habrá que afrontar como consecuencia del cambio climático⁷⁵ –que puede comprometer la accesibilidad física al recurso hídrico–. El volumen de inversiones en renovación de las redes de abastecimiento y saneamiento debe experimentar un notable incremento en los próximos años.⁷⁶ Este aumento, junto con las necesarias inversiones en el tratamiento de aguas residuales –España continúa incumpliendo la Directiva 271/91 sobre tratamiento de aguas residuales urbanas en los municipios de pequeño y mediano tamaño– y próximamente en el tratamiento de potabilización –consecuencia de la modificación en curso de la Directiva 98/83/CE relativa a la calidad de las aguas

⁶⁷ AEAS 2016b.

⁶⁸ DPA, 2015.

⁶⁹ AEAS, 2018.

⁷⁰ AEAS 2016a.

⁷¹ STS, 2012; 2014; 2015.

⁷² El establecimiento de este procedimiento administrativo podría suponer proceder a la ejecución forzosa de los bienes del deudor (embargo), pero la interrupción del suministro no se produciría aun cuando el usuario dispusiera de recursos económicos suficientes, de modo que se configura como un instrumento más garantista del derecho humano al agua.

⁷³ Puede consultarse el Pacto Social por el Agua Pública en el siguiente enlace:

https://f inca.eu/images/documentos/DOCUMENTOS/pacto_agua_p%C3%BAblica.pdf.

⁷⁴ Babiano y Giménez, 2015.

⁷⁵ Cabrera-Marcet, 2015.

⁷⁶ De los 225.000 km de redes de distribución, el 39% tiene más de 30 años, el 19% entre 20 y 30 años, el 26% entre 10 y 20 años, y el 17% restante menos de 10 años. Por lo que respecta a los 165.000 km de redes de alcantarillado, el 58% tiene más de 30 años, el 16% entre 20 y 30 años, el 15% entre 10 y 20 años, y el restante 11% menos de 10 años. El estado actual de las infraestructuras es de un evidente envejecimiento y, sin embargo, los porcentajes de renovación de las redes de abastecimiento –0,6%– y saneamiento –0,38%– son muy insuficientes. AEAS, 2018.

destinadas al consumo humano— supondrá un incremento de costes que, de repercutirse íntegramente en la factura del agua, deteriorará la asequibilidad y, mientras no se garantice adecuadamente el derecho humano al agua, afectará con mayor rigor a los colectivos más vulnerables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los derechos sociales son el contenido de la ciudadanía y la idea de ciudadanía es la pertenencia a una comunidad política que le garantiza esos derechos⁷⁷. Así, el reconocimiento del derecho humano al agua implica que debe haber una norma que permita al titular del mismo la posibilidad efectiva de reclamar ante tribunales o instancias administrativas para hacer cumplir esa obligación. Sin embargo, aunque el Gobierno de España ha suscrito su compromiso con las Declaraciones de Derechos Humanos, no existe una norma de carácter estatal que garantice el derecho humano al agua. Las únicas comunidades autónomas que garantizan su protección en situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social son Cantabria y Cataluña. Así, es en la esfera municipal donde, generalmente sin garantizar expresamente en una norma el derecho humano al agua, se establecen medidas de acción social en materia de suministro de agua y excepciones al corte del suministro por impago. Esa dispersión competencial da por resultado que la protección del derecho humano al agua varíe según el lugar de residencia.

Para evitar todo tipo de discriminación la protección del derecho humano al agua debe garantizarse con una norma de ámbito nacional que identifique el contenido mínimo de las obligaciones relacionadas con el derecho —al menos la prohibición de cortes de agua en situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social y la garantía universal de un consumo mínimo vital en estas situaciones—. Por su parte, las comunidades autónomas deberían concretar algunos aspectos del derecho humano al agua —por ejemplo, la especificación del consumo mínimo vital⁷⁸—.

Por otra parte, y a pesar de que la factura del agua representa el 0,89% del presupuesto familiar medio, es innegable que en España se producen cortes del suministro de agua por impago en situaciones de riesgo de pobreza y exclusión social en los que la contraprestación económica por el consumo de agua representa una carga excesiva. En ausencia de datos oficiales, no es posible conocer con precisión la envergadura del problema, y además ello da por resultado un debate muy mediatizado ideológicamente. Se recomienda que los diferentes niveles de la administración se coordinen para contar con un registro de información fiable sobre cortes de suministro de agua para usos residenciales, en los que se especifique el motivo de la interrupción del servicio. Tratándose de un bien necesario para la vida y sometido a intervención, es difícilmente justificable que la única información disponible sobre el tema tratado, sea la publicada de manera circunstancial por las asociaciones reguladas, que tiene claros intereses en uno y otro sentido. Mientras no

exista información del órgano regulador, se hará un uso sesgado y partidista del tema tratado.

En todo caso, frente a la amenaza de corte de suministro por impago deberían regularse al menos unos supuestos en los que esté prohibida la suspensión del suministro: residencia en el domicilio de menores, adolescentes, ancianos y discapacitados. Además, en todos los casos deben existir unos requisitos previos a la interrupción del servicio, así como procedimentales. Los procedimientos de notificación deberían estar en manos de las autoridades municipales, que son los responsables de la prestación del servicio —ello permitiría que se activaran los correspondientes protocolos de los servicios sociales municipales aún en el caso de que no exista una solicitud previa por parte del usuario deudor—, y la Consejería competente de la correspondiente comunidad autónoma debería autorizar expresamente dichos cortes del suministro. Entre los requisitos procedimentales deberían prohibirse los cortes de suministro desde el momento en que el usuario realiza la solicitud de ayuda a los correspondientes servicios sociales municipales y mientras estos no resuelvan el expediente, así como impedir que se realicen dichas interrupciones de suministro en días festivos, o exigir un importe de deuda mínimo para iniciar el procedimiento. Por último, deben existir mecanismos sancionadores para las empresas gestoras que no cumplan con los procedimientos establecidos.

No obstante, la utilización de la amenaza de corte de suministro en caso de impago, que la parte privada de la industria considera una simple herramienta para asegurar el pago de aquellos ciudadanos que sí que pueden pagar, es poco garantista con el respeto al derecho humano al agua. Por tanto, teniendo en cuenta que además dicha medida es de dudosa legalidad, frente al impago del servicio solo debería actuarse contra el deudor mediante el procedimiento de apremio, prohibiendo en todos los casos el corte de suministro por impago; ello permitiría una especial protección en usuarios especialmente vulnerables, garantizando que no se producen cortes del suministro en estos casos.

Por último, la garantía del cumplimiento universal del derecho humano al agua a largo plazo exige en España la articulación de políticas públicas y programas gubernamentales dirigidos a hacer frente a los retos del cambio climático y a mantener en buen estado las infraestructuras del servicio urbano de agua, prestando especial atención a los municipios de tamaño pequeño y mediano. La accesibilidad al recurso hídrico en condiciones adecuadas de cantidad y calidad no puede depender de la capacidad financiera del municipio o de las condiciones socioeconómicas de la población residente; aun cuando el principio de recuperación de costes es un instrumento adecuado para asegurar la eficiencia, éste debe estar subordinado al reconocimiento efectivo del derecho humano al agua.

⁷⁷ Zurbriggen, 2014.

⁷⁸ Ello implica que la facturación debería hacerse necesariamente según el número de personas residentes en la vivienda, algo que solo ocurre residualmente en algunas ciudades (Málaga, Sevilla).

BIBLIOGRAFÍA

- Adams E A.; Sambu D.; Smiley S. L. 2018: "Urban water supply in Sub-Saharan Africa: historical and emerging policies and institutional arrangements", *International Journal of Water Resources Development*, 35(2), 240-263. <https://doi.org/10.1080/07900627.2017.1423282>
- AEAS 2014: *Encuesta de mecanismos de acción social*. Madrid, Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento.
- AEAS 2016a: *Sostenibilidad social en el sector del agua urbana: situación y recomendaciones. Hacia la elaboración de un manual de Buenas Prácticas, la armonización de criterios y su generalización en los diferentes ámbitos de gestión*. Madrid, Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento.
- AEAS 2016b: *XIV Estudio Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España 2016*. Madrid, Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento.
- AEAS 2018: *XV Estudio Nacional de Suministro de Agua Potable y Saneamiento en España 2018*. Madrid, Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento.
- Babiano L. y Giménez M. 2015: "Pacto Social por el Agua", *El ecologista*, 85, 25-27.
- Babiano-Amelibia L 2015: "Agua urbana: Mercantilización y resistencia social en España", *Agua y Territorio*, 6: 133-141. <https://doi.org/10.17561/at.v0i6.2816>
- Banco Mundial 2018: *Armando el rompecabezas de la pobreza. Panorama general*. Washington, Banco Mundial.
- Cabrera-Marcet E. 2015: "Retos del agua para usos residenciales e industriales", *Agua y Territorio*, 6, 100-107. <https://doi.org/10.17561/at.v0i6.2813>
- CMCE 2001: *Recomendación del Comité de Ministros a los Estados Miembros sobre la Carta Europea de los Recursos Hídricos*. Bruselas, Comité de Ministros del Consejo de Europa.
- Comisión Europea 2003: *Comunicación de la Comisión sobre política de gestión del agua en los países en desarrollo y prioridades de la cooperación de la Unión Europea al desarrollo*. Bruselas, Comisión Europea.
- Comisión Europea 2014: *Comunicación de la Comisión, de 19 de marzo de 2014, relativa a la Iniciativa Ciudadana Europea «El Derecho al agua y el saneamiento como derecho humano. ¡El agua no es un bien comercial sino un bien público!»*. Bruselas, Comisión Europea. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9bf48961-b030-11e3-86f9-01aa75ed71a1.0005.04/DOC_1&format=PDF.
- Comisión Europea 2018: *Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano*. Bruselas, Comisión Europea. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52017PC0753>
- DMA 2000: *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre del 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. Bruselas, Parlamento Europeo. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0008.02/DOC_1&format=PDF.
- DPA 2015: *Servicios de suministro de agua. Garantías y derecho. Informe especial al Parlamento*. Sevilla, Defensor del Pueblo Andaluz.
- FACUA 2017: *Estudio sobre las tarifas del suministro domiciliario del agua, 2017*. Sevilla, Federación de Asociaciones de Consumidores y Usuarios de Andalucía-Consumidores en Acción.
- Fankhauser S. & Tjepic S. 2007: "Can poor consumers pay for energy and water? An affordability analysis for transition countries", *Energy Policy*, 35(2), 1038-1049. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.02.003>
- García-Rubio, M.; Ruiz-Villaverde, A. y González-Gómez, F. 2015: "Urban water tariffs in Spain: What needs to be done?", *Water*, 7(4), 1456-1479. <https://doi.org/10.3390/w7041456>
- García-Valiñas, M. A.; González-Gómez, F. y Picazo-Tadeo, A. J. 2013: "Is the price of water for residential use related to provider ownership? Empirical evidence from Spain", *Utilities Policy*, 24, 59-69. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2012.07.009>
- García-Valiñas, M. A.; Martínez-Espiñeira, R. y González-Gómez, F. 2010a: "Affordability of residential water tariffs: Alternative measurement and explanatory factors in southern Spain", *Journal of Environmental Management*, 91(12), 2696-2706. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.07.029>
- García-Valiñas, M. A.; Martínez-Espiñeira, R. y González-Gómez, F. 2010b: "Measuring water affordability: a proposal for urban centres in developed countries", *International Journal of Water Resources Development*, 26(3), 441-458. <https://doi.org/10.1080/07900627.2010.491971>
- Generalitat de Catalunya 2015: *Ley 24/2015, de 29 de julio, de medidas urgentes para afrontar la emergencia en el ámbito de la vivienda y la pobreza energética*. Barcelona, Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya nº 6928 de 5 de agosto de 2015.
- Gobierno de Andalucía 1991: *Decreto 120/1991, de 11 de junio, por el que se aprueba el Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua*. Sevilla, Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 81 de 10 de septiembre de 1991.
- Gobierno de Aragón 2014: *Ley 10/2014, de 27 de noviembre, de Aguas y Ríos de Aragón*. Zaragoza, Boletín Oficial de Aragón nº 241, de 10 de diciembre de 2014.
- Gobierno de Cantabria 2014: *Ley 2/2014, de 26 de noviembre, de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de la Comunidad Autónoma de Cantabria*. Santander, Boletín Oficial de la Comunidad de Cantabria nº 234, de 4 de diciembre de 2014.
- Gobierno de España 1985: *Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local*. Madrid, Boletín Oficial del Estado nº 80, de 3 de abril de 1985.
- Gobierno de España 2001: *Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas*. Madrid, Boletín Oficial del Estado nº 176, de 24 de julio de 2001.
- Gobierno de España 2004: *Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales*. Madrid, Boletín Oficial del Estado nº 59, de 9 de marzo de 2004.
- Grigg N.S. 2018: "Service levels for the four billion people with piped water on premises", *Water International*, 43(4), 531-547. <https://doi.org/10.1080/02508060.2018.1452119>
- Guardiola J. y Guillen-Royo M. 2015: "Income, unemployment, higher education and wellbeing in times of economic crisis: Evidence from Granada (Spain)", *Social Indicators Research*, 120(2), 395-409. <https://doi.org/10.1007/s11205-014-0598-6>
- Guardiola, J.; Gonzalez-Gomez, F. y Grajalas, A.L. 2010: "Is access to water as good as the data claim? Case study of Yucatán", *International Journal of Water Resources Development*, 26(2), 219-233. <https://doi.org/10.1080/07900621003655692>
- GWJ 2017: *The Global Water Tariff Survey 2018*. Oxford, UK, .Global Water Intelligence:
- INE 2018a: *Encuesta de Condiciones de Vida*. Año 2017. Madrid, Instituto Nacional de Estadística.
- IWA 2016: *International Statistics for Water Services 2016*. Londres, International Water Association.
- Llano Ortiz J. C. 2018: *El estado de la pobreza. Seguimiento del indicador de pobreza y exclusión social en España 2008-2017*. Madrid, EAPN-España (Red Europea de Lucha contra la Pobreza y la Exclusión Social).
- Martinez-Espineira, R.; García-Valiñas, M. A. y González-Gómez, F. 2009: "Does private management of water supply services really increase prices? An empirical analysis in Spain", *Urban Studies*, 46(4), 923-945. <https://doi.org/10.1177/0042098009102135>

- Martínez-Espiñeira, R.; García-Valiñas, M. A. y González-Gómez, F. 2012: "Is the pricing of urban water services justifiably perceived as unequal among Spanish cities?", *International Journal of Water Resources Development*, 28(1), 107-121. <https://doi.org/10.1080/07900627.2012.642231>
- Martínez-Santos P. 2017: "Does 91% of the world's population really have "sustainable access to safe drinking water"?", *International Journal of Water Resources Development*, 33(4): 514-533. <https://doi.org/10.1080/07900627.2017.1298517>
- Martins R.; Quintal C.; Cruz L. y Barata E. 2016: "Water affordability issues in developed countries. The relevance of micro approaches", *Utilities Policy*, 43: 117-123. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.04.012>
- OCDE 2010: *Pricing water resources and water and sanitation services*. París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- OMS y UNICEF 2017: *Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene: informe de actualización de 2017 e indicadores de referencia de los ODS*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.
- ONU 2000: *Declaración del Milenio*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf>
- ONU 2002: *Observación General nº 15 del Consejo Económico y Social. El derecho al agua*. E/C.12/2002/11. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>
- ONU 2005: *Proyecto de directrices para la realización del derecho al agua potable y al saneamiento*. E/CN.4/Sub.2/2005/25. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G05/149/12/PDF/G0514912.pdf?OpenElement>
- ONU 2007: *Informe del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos sobre el alcance y el contenido de las obligaciones pertinentes en materia de derechos humanos relacionadas con el acceso equitativo al agua potable y el saneamiento que imponen los instrumentos internacionales de derechos humanos*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: https://digitallibrary.un.org/record/606139/files/A_HRC_6_3ES.pdf?version=1
- ONU 2008: *Protocolo Facultativo del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2013/02/25/pdfs/BOE-A-2013-2081.pdf>
- ONU 2010a: *El derecho humano al agua y el saneamiento*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S
- ONU 2010b: *Los derechos humanos y el acceso al agua potable y el saneamiento*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G10/166/36/PDF/G1016636.pdf?OpenElement>
- ONU 2011a: *Report of the Special Rapporteur on the human right to safe drinking water and sanitation, Catarina de Albuquerque*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: https://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/docs/18session/a-hrc-18-33-add1_en.pdf
- ONU 2011b: *El derecho humano al agua potable y el saneamiento*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/RESOLUTION/GEN/G11/165/92/PDF/G1116592.pdf?OpenElement>
- ONU 2013a: *Report of the Special Rapporteur on the human right to safe drinking water and sanitation, Catarina de Albuquerque*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: https://www.ohchr.org/EN/HRBodies/HRC/RegularSessions/Session24/Documents/A-HRC-24-44_en.pdf
- ONU 2013b: *El derecho humano al agua potable y el saneamiento*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <https://undocs.org/es/A/RES/68/157>
- ONU 2014a: *Informe del Relator Especial sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2015/10149.pdf>
- ONU 2014b: *Decenio Internacional para la Acción "El agua, fuente de vida", 2005-2015, y nuevas medidas para lograr el desarrollo sostenible de los recursos hídricos*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <https://undocs.org/es/A/RES/69/215>
- ONU 2014c: *El derecho humano al agua potable y el saneamiento*. Nueva York, Organización de Naciones Unidas. Disponible en: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G14/177/90/PDF/G1417790.pdf?OpenElement>
- Parlamento Europeo 2009: *Resolución del Parlamento Europeo, de 12 de marzo de 2009, sobre el agua con vistas a la celebración del V Foro Mundial del Agua en Estambul del 16 al 22 de marzo de 2009*. Bruselas, Parlamento Europeo. Disponible en: <http://www.europarl.europa.eu/si-des/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P6-TA-20090137+0+DOC+PDF+V0//ES>
- Parlamento Europeo 2015: *Resolución del Parlamento Europeo, de 8 de septiembre de 2015, sobre el seguimiento de la Iniciativa Ciudadana Europea Right2Water*. Bruselas, Parlamento Europeo. Disponible en: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P8-TA-2015-0294+0+DOC+PDF+V0//ES>
- PNUD 2006: *Informe de Desarrollo Humano 2006. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis global del agua*. Madrid, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo-Mundi-Prensa.
- Smiley SL 2017: "Quality matters: Incorporating water quality into water access monitoring in rural Malawi", *Water International*, 42(5), 585-598. <https://doi.org/10.1080/02508060.2017.1344818>
- STC 2007: *Sentencia 247/2007, de 12 de diciembre de 2007. Recurso de inconstitucionalidad 7288-2006. Promovido por el Gobierno de la Comunidad Autónoma de Aragón contra el artículo 20 de la Ley Orgánica 1/2006, de 10 de abril, de reforma de la Ley Orgánica 5/1982, de 1 de julio, de Estatuto de Autonomía de la Comunidad Valenciana, por el que se da nueva redacción a su artículo 17.1*. Madrid, Boletín Oficial del Estado nº 13, de 15 de enero de 2008.
- STS 2012: *Sentencia 8074/2012 de la Sala de lo Contencioso, Sección 2, del Tribunal Supremo, de 3 de diciembre de 2012. Recurso de casación 4354/2011* (Id Cendoj: 28079130022012101497).
- STS 2014: *Sentencia 2170/2014 de la Sala de lo Contencioso, Sección 2, del Tribunal Supremo, de 22 de mayo de 2014. Recurso de casación 1487/2012* (Id Cendoj: 28079130022014100273).
- STS 2015: *Sentencia 5037/2015 de la Sala de lo Contencioso, Sección 2, del Tribunal Supremo, de 23 de noviembre de 2015. Recurso de casación 4091/2013* (Id Cendoj: 28079130022015100526).
- Zurbriggen C. 2014: "Políticas latinoamericanas en la gestión del agua: De la gobernanza neoliberal a una gobernanza pública", *Agua y Territorio*, 3, 89-100. <https://doi.org/10.17561/at.v1i3.1427>

Reseñas Bibliográficas





water and landscape
AGUA y TERRITORIO

ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS (OEA). DEPARTAMENTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE (DDS), 2018, 50 años de diplomacia hídrica en las Américas. [Preparado y publicado por el Departamento de Desarrollo Sostenible de la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos], 89 págs. (OAS. Documentos oficiales; OEA/Ser. D/XXIII.34). ISBN 978-0-8270-6471-3¹.

La diplomacia hídrica desde la perspectiva de la Organización de Estados Americanos (OEA) como organización multilateral es el tema de la publicación “50 años de diplomacia hídrica en las Américas”. El libro desarrolla, en cuatro capítulos, la visión regional de la Organización sobre el agua, casos destacables de cooperación a los países miembros, una visión actual de la gestión integrada y sostenible del recurso hídrico en la OEA y los retos a futuro del manejo del agua en el continente. Lo anterior, partiendo de la noción de reflexividad hídrica, la cual se concibe como la construcción de conocimiento en perspectiva sobre el trabajo realizado en la región, para la construcción de esta publicación.

El primer capítulo desarrolla la reflexión sobre los enfoques que se han empleado para promover el agua en la región. Al respecto, se diferencian tres enfoques en periodos de tiempo a saber: la ingeniería para el desarrollo de agua y saneamiento (1940-1970), la sostenibilidad para la gestión del recurso hídrico (1970-1990) y la interdisciplinariedad en las relaciones con las comunidades, desde el enfoque de derecho al agua (1990 –actualidad). De igual manera, la Organización resalta también tres principios transversales de su gestión con los países miembros; la no intervención, expresada en la cooperación a solicitud de los países; la construcción de capacidades técnicas en los países, a partir de expertos y estudios desarrollados; y la prevención de conflictos, expresada en el trabajo con las cuencas transfronterizas, así como, de forma más reciente, con las comunidades locales, desde las organizaciones de cuenca.

El segundo capítulo presenta experiencias destacables de cooperación de la OEA hacia los países de la región. Al respecto, presenta los casos del proyecto ISARM, el cual construyó una red científica de cooperación para el estudio de los acuíferos transfronterizos, el apoyo a la construcción del programa para la protección ambiental y

desarrollo sostenible del sistema acuífero guaraní, la implementación de un Programa

Estratégico de Acción en el río bermejo (transfronterizo entre Bolivia y Argentina), el apoyo a la gestión sostenible de los recursos hídricos de la cuenca del Río de la Plata con respecto a los efectos de variabilidad climática; y la asistencia técnica a la gestión integrada de los recursos hídricos y desarrollo Sostenible de la cuenca del Río San Juan y su zona costera (el cual es también límite entre Costa Rica y Nicaragua).

El tercer capítulo reflexiona sobre el enfoque y visión hídrica del Departamento de Desarrollo Sostenible de la OEA en perspectiva histórica. Al respecto, relata la transición del organismo del énfasis en la infraestructura al concentrado en las organizaciones sociales, la importancia de la gestión integrada de recursos hídricos, el papel de la Organización para la reducción de la conflictividad hídrica, el apoyo a la gobernabilidad y gobernanza del agua, así como el vínculo entre la gestión ambiental y cultura del agua en la labor de la organización. Lo anterior, para concluir la publicación con un balance de los retos del recurso hídrico en las Américas, para definir las apuestas a futuro de la organización en la región.

El cuarto capítulo indica que, a pesar de los consensos construidos para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, persisten cinco problemas sobre el agua en las Américas en el corto plazo:

- 1) disminuir las brechas de acceso al agua en lo rural
- 2) fomentar una gobernanza y gobernabilidad hídricas basadas en la participación ciudadana
- 3) involucrar a la población con procesos de cambio en la cultura del agua
- 4) incentivar innovaciones tecnológicas a favor del aprovechamiento eficiente del recurso y en beneficio del ambiente
- 5) hacer de las aguas transfronterizas un elemento de paz, desarrollo y cooperación, entre países y al interior de estos.

Así, el libro concluye con una reflexión sobre los retos de la gestión hídrica en la región, desde la visión de la OEA.

Ivan Alejandro Trujillo-Acosta
Universidad Nacional de Colombia
iatalto@gmail.com

¹ Disponible en:
[http://www.oas.org/es/sedi/dsd/GIRH/LibroDelAguaEspanolAbril24_2018%20Final%20\(5\).pdf](http://www.oas.org/es/sedi/dsd/GIRH/LibroDelAguaEspanolAbril24_2018%20Final%20(5).pdf)



water and landscape

AGUA y TERRITORIO

HATCH KURI, Gonzalo, 2017, *Paso del Norte. La competencia por las aguas subterráneas transfronterizas*, Guadalajara, México, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez-El Colegio de Chihuahua, 295 págs. ISBN 978-607-8214-48-8.

En la historia de las delimitaciones territoriales, los ríos han jugado un papel preponderante. Desde la constitución de los Estados nacionales hacia el siglo XVII, la soberanía tuvo en ellos uno de sus principales referentes, sin embargo, en el caso de los acuíferos transfronterizos no se ha encontrado aún un tratamiento institucional consistente y sólido que permita prevenir situaciones de conflicto y preserve el recurso bajo el principio de cooperación, al tiempo que coadyuve a avanzar en su gestión sustentable. Sobre todo, si se parte de la consideración de que el agua subterránea ha permanecido invisibilizada en términos de gestión política, a pesar de que abastece a 3,500 millones de habitantes en el mundo y de que constituye el 97 % del agua dulce en el planeta.

Este es el punto de partida de la investigación de Gonzalo Hatch Kuri, para analizar el amplio espectro de mediaciones sociales presentes en la configuración de escenarios de conflictividad y competencia por el agua subterránea en la región fronteriza entre Estados Unidos y México, denominada Paso del Norte, apelativo que remite al antiguo nombre de Ciudad Juárez, pero que el autor emplea para delimitar su área de trabajo y que comprende las localidades mexicanas de Ciudad Juárez y el corredor San Jerónimo (en la propia municipalidad del estado mexicano de Chihuahua); y las ciudades de El Paso, Texas y Santa Teresa, en Nuevo Mexico, Estados Unidos.

Hatch Kuri se propuso tres objetivos para el caso de estudio: probar las implicaciones que ha tenido la invisibilización de las aguas transfronterizas en las arenas de negociación política entre México y Estados Unidos; discernir sobre la reiterada percepción de escasez de agua en un contexto efectivamente de aridez, pero de la que no se tiene hasta ahora un conocimiento puntual y público; y, finalmente, plantear los ejes de una legislación ad hoc para México, que garantice la asequibilidad, equidad y manejo adecuado de los acuíferos compartidos por estas dos naciones.

Luego de un análisis histórico y geográfico de la región, la obra expone los rasgos que han venido definiendo el tratamiento conceptual y político de las aguas transfronterizas por parte de los organismos multilaterales. Alude, así, a la manera en que la “crisis del agua”, se fue configurando en términos conceptuales a partir de la recesión económica que puso fin al Estado de

Bienestar y que respecto al agua, fue definida desde entonces como un bien escaso, sobre la base de que había un desequilibrio entre el crecimiento demográfico y la estimación –que no medición advierte Hatch– de la cantidad de hídrico existente.

Este enfoque neomalthusiano se utilizó como una de las medidas para definir “los límites del crecimiento”, y sobre este modelo se enfocaron los problemas ambientales en el contexto internacional. Hatch advierte la debilidad de esta perspectiva neomalthusiana, al apelar a los cálculos actuales sobre el consumo anual del agua de los acuíferos en actividades humanas, que asciende a 0.05 % de la cantidad total de aguas subterráneas en el mundo.

Al mismo tiempo que se fue construyendo esta percepción, afirma el autor, la negociación internacional ha incorporado otros principios de gestión del agua, expresados en la Declaración de Río (1992) o en la Cumbre de Johannesburgo (2002), como la securitización del agua y del ambiente; la reivindicación del derecho humano al agua y la necesidad de una gobernanza efectiva del agua.

En los hechos, sin embargo, afirma Hatch, estas políticas han favorecido una creciente intervención privada, considerándola como una vía para resolver el abasto del líquido a las poblaciones, resultando en la conformación de un “ambientalismo de mercado”, donde el principio de “bien escaso” opera a la perfección para la comoditización del agua, es decir, para gestionarlo como un bien económico que demanda condiciones para hacerlo un negocio rentable. Así, el binomio escasez-privatización ha sido un rasgo que define al “neoliberalismo verde”, que en el fondo no es más que un matiz del enfoque neomalthusiano al privilegiar el negocio del agua, ya sea para la construcción de infraestructura para el abasto de los centros urbanos, favoreciendo así la actividad económica.

De igual manera, el autor examina cuáles han sido los parámetros que han seguido las fronteras en el tema del agua, concluyendo que éstas se han incorporado a la política de securitización en sus múltiples dimensiones: seguridad económica, alimentaria, salud, ambiental, personal, comunitaria y política. Este tema cobra relevancia porque está asociado directamente al de soberanía, derivando en parámetros fijados por cada nación a fin de garantizar dicha seguridad y que respecto al agua ha sido expresada por Estados Unidos en los llamados Sistemas Acuíferos Transfronterizos (SAT's), modelo que reconoce la existencia de 11 acuíferos en la frontera con México y que lejos de apuntar a la “prevención del conflicto y la búsqueda de la estabilidad

entre los países vecinos”, ha puesto en evidencia que su manejo está mediado por asimetrías de poder con desventajas permanentes para México.

En este contexto es que se ha visibilizado el permanente incremento en el número de aprovechamientos subterráneos en la región de estudio, evidenciando la importancia del acuífero Bolsón del Hueco, reconocido como el mayor SAT de Paso del Norte, cuya extensión se calcula en 10,800 km² (320 de norte a sur y 60 km de este a oeste), correspondiendo a México solo el 11%, a Texas el 22% y el restante 67% a Nuevo México, aunque, son las dos primeras las que lo han explotado con mayor intensidad, debido a la baja densidad de población existente en la región novomexicana.

De acuerdo con lo expuesto por Hatch, los principales problemas en Paso del Norte, convergen en la necesidad de contar con un modelamiento hidrogeológico que conceptualice de manera integral los SAT's existentes, pues en el estado actual, se carece de un conocimiento puntual sobre los flujos diferenciales de agua que transitan por el subsuelo, su composición química y su calidad. Este modelamiento debe visibilizar también la dinámica que presentan los SAT's como resultado de la actividad humana, a fin de trasladar el conocimiento de estas interacciones al ámbito jurídico.

La respuesta de Hatch a este panorama es la aprobación de la iniciativa de Ley de Aguas Subterráneas Transfronterizas, para México, elaborada por un equipo de trabajo en el que participó y cuyos ejes son: una conceptualización de los distintos acuíferos a partir de específicos modelos teórico-metodológicos adaptados a cada espacio fronterizo; la creación de un instituto de investigaciones especializado en este tipo particular de aguas; y el fortalecimiento institucional y jurídico de la Comisión Internacional de Límites y Aguas de México (CILA).

Sobre la CILA Hatch reconoce su relevante papel en el establecimiento de acuerdos y programas con su contraparte en Estados Unidos o con organismos como la UNESCO, pero señala que su implementación

prácticamente depende del país del norte o del organismo internacional en cuestión, pues aunque se basan en dos principios indispensables en todo tipo de negociación internacional: la cooperación y la diplomacia, carecen de un carácter vinculante, donde México ha mantenido una posición subordinada, como en el caso de la información, donde técnicamente México ha participado activamente, pero no tiene acceso a los resultados finales, toda vez que el financiamiento proviene de Estados Unidos, que la ha considerado una “información sensible”.

Quizá, una ausencia sentida en la obra es un planteamiento general sobre los términos para una negociación con un actor como Estado Unidos. Ello, sin embargo, no demerita la obra, pues convoca a plantear cuestiones cruciales en el corto y mediano plazo que consideren las dinámicas políticas actuales tanto en Estados Unidos como en México, como: ¿cuál será el peso de la cooperación en el tema del agua, frente a una clara resistencia a la integración económica por parte de la administración de Donald Trump, que, en principio: ha sometido a revisión el Tratado de Libre Comercio de América del Norte? ¿A qué políticas se enfrenta México si están probadas las consecuencias de considerar al agua un tema de seguridad nacional por un actor como EU? ¿Cómo gestionar la promulgación de una Ley de Aguas Transfronterizas, que si bien es un acto soberano, debe contemplar la interacción con un país con el que México guarda una honda relación asimétrica? Sin duda, la dinámica de los acontecimientos pondrá en contexto los planteamientos vertidos en el libro, cuyas propuestas y tratamiento constituyen un llamado urgente a atender una asignatura pendiente en términos jurídicos, socioeconómicos y ambientales.

Lourdes Romero-Navarrete

Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Unidad Ciudad de México

lourdesr@ciesas.edu.mx



water and landscape

AGUA y TERRITORIO

GÓMEZ ESPÍN, José María, 2017 (Coordinador), *El Tránsito Tajo-Segura. Propuestas para su continuidad y futuro*, Saarbrücken, Alemania, Editorial Académica Española, 233 págs. ISBN: 978-3-639-71704-4.

El agua resulta un bien indispensable para la vida. A lo largo del tiempo el ser humano ha buscado la manera para acceder a ella de forma rápida y segura; derivado de estas necesidades han surgido novedosas tecnologías e infraestructuras que respaldan el desarrollo de las comunidades.

El “Tránsito Tajo-Segura. Propuestas para su continuidad y futuro”, es un libro que aborda de manera amena, coherente y precisa la forma en que se llevó a cabo una de las obras hidráulicas de mayor relevancia en España, y en el mundo, por las implicaciones que ello conlleva. El libro comienza posicionando al lector de una manera acertada en las inmediaciones de la cabecera del Tajo; posteriormente se plantea todo el contexto histórico y las necesidades que surgieron en España para tomar la determinación del tránsito. A su vez se aborda la visión ecológica y los balances que se desprenden de la construcción de dicha infraestructura; se genera una profunda explicación de lo que jurídicamente sucede con el Tránsito y las implicaciones que ello conlleva, tocando temáticas como es la cesión de derechos al uso de agua, tarifas y peajes en el tránsito; y finalmente concluye con propuestas de actuaciones para asegurar la supervivencia del proyecto y de todo ser viviente que dependa de él.

El libro se divide en ocho capítulos, cada cual desarrollado desde diferentes visiones expertas, y es coordinado magistralmente por el Dr. Gómez Espín; a continuación me permitiré explicar brevemente lo que cada capítulo aborda y quién fue responsable de llevarlo a cabo.

En la introducción queda al descubierto el trabajo colaborativo de todo un equipo de investigación que responde al nombre de “Cambios ambientales, transformaciones paisajísticas y ordenación del territorio” de la Universidad de Murcia; en este apartado el Dr. Gómez explica cómo a partir del año 2014 firmaron un contrato de apoyo tecnológico y asesoría entre la Universidad y el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, la idea era que el equipo de investigación generara un informe de los “usos del agua en el Alto Tajo. Posibilidades de cesiones de derechos y centros de intercambio de agua en el trayecto del acueducto Tajo-Segura”, lo que a través del tiempo ha derivado en diversos trabajos, uno de estos resultados es el presente libro.

“Rasgos geográficos de la cabecera del Tajo”, es el nombre que recibe el capítulo 1 del libro y el cual es descrito por la Dra. Encarnación Gil Meseguer; comienza con una explicación geofísica –donde queda de manifiesto la relevancia de la climatología- de la península Ibérica, poniendo énfasis en la cuenca del río Tajo y el subsistema alto Tajo y los aprovechamientos que derivaron de él. También es posible apreciar mediante fotografías la manera en la que antiguamente (anterior al tránsito) se regaba y almacenaba el agua de las cuencas implicadas.

El segundo capítulo se titula “Recursos asignados al tránsito Tajo-Segura”, dirigido por la Dra. Elena Montaner Salas. En este apartado se explica el surgimiento del proyecto del Tránsito como una necesidad sentida por la población ante la escasa e irregular pluviometría del sureste Español. Es así que desde 1940 el plan General de Obras Públicas planteó la necesidad de regular de manera integral los recursos, mejorar la gestión de las disponibilidades hidráulicas y utilizar en las cuencas deficitarias los caudales sobrantes de cuencas abundantes, derivado de ello nace en 1967 el que puede ser considerado el primer Anteproyecto General y que sentó las bases para determinar los volúmenes transvasables de la propuesta Tajo-Segura. Cabe resaltar que algunas obras señaladas en el anteproyecto y de vital importancia fueron omitidas, lo que permite comprender las condiciones actuales (algunos efectos negativos como lo es la disminución del recurso y el tener que atender a usuarios no contemplados inicialmente).

El tercer capítulo titulado “Recursos y demandas en la Demarcación Hidrográfica del Segura”, es abordado por el Dr. Alfredo Pérez Morales, en este apartado se presentan datos relevantes para la comprensión de lo que sucede en el medio, no solo en lo que respecta a la fisiografía ya de por sí relevante, sino que más aún hace hincapié en las actividades humanas que se llevan a cabo en la región y las cantidades de agua que demandan; en este capítulo se abordan los balances de las entradas de agua tanto las provenientes de los recursos de la cuenca (superficial y subterránea), los reusos y la desalación, así como las salidas consideradas: demandas urbanas, industriales, ambientales y agrícolas. A forma de conclusión, por un lado, se plantea una solución innovadora como lo es el incremento del agua desalada y los retornos de la agricultura una vez depurados para su reutilización en diversas áreas; por otro lado, cuestiona la viabilidad de algunos cultivos y su riego que finalmente evidencian una mala gestión.

Los recursos, sus usos y la legislación para emplear estos recursos van de la mano, es así que me permito abordar de manera conjunta los capítulos 4 y 5, que responden respectivamente al nombre de: “Recursos y demandas en el sistema de cabecera del tajo según el plan hidrológico del Tajo horizonte 2015-2027”, abordado por la Dra. María Luz Tudela; y “Recuperación de la primera fase del trasvase Tajo-Segura. Un objetivo Legítimo e irrenunciable”, desarrollado por la Dra. Elena Montaner Salas. Estos dos capítulos tienen como marco la legislación hidrológica, uno para sentar bases hacia una proyección en el tiempo, considerando la situación actual en lo que respecta a la demanda urbana, agraria, industrial y otros usos, como hidroeléctrica, centrales nucleares y recreativos; el otro para hacer un análisis en el tiempo y determinar la manera de proceder legítimamente para la recuperación de la idea principal girada en el Anteproyecto General del Trasvase Tajo-Segura, donde la aplicación de criterios lógicos y fundamentados permitan recuperar la esencia de este proyecto.

Como parte importante de la conformación del Trasvase se inserta “Cesiones de derechos al uso de agua”, este capítulo 6, escrito por la Dra. Encarnación Gil Meseguer, muestra cómo existe una importante disposición a pagar a cambio de obtener el vital líquido. Sin embargo, una de las partes que resulta interesante estudiar es precisamente quién cede sus derechos regantes; cabe resaltar que las comunidades más dispuestas a este tipo de contratos son aquellas que se han modernizado y desean continuar innovando, además se muestra un cuestionario que fue aplicado a las diversas comunidades intervinientes.

Todo desarrollo conlleva un precio a pagar, es así que el capítulo 7 “Tarifas y peajes en el Trasvase Tajo-Segura”, desarrollado por el Dr. José María Gómez Espín y el becario FPU Miguel Borja Bernabé Crespo, ponen de manifiesto la amortización del proyecto a través de tarifas que son propuestas por la Comisión Central de explotación del acueducto Tajo-Segura. Es importante mencionar que existen comunidades regantes que mediante el peaje de la infraestructura del Postrasvase reciben recursos propios.

Finalmente, el último capítulo del libro titulado “Propuestas de actuaciones para mejorar la relación de recursos-demandas en la cabecera del Tajo y asegurar el trasvase Tajo-Segura” fue escrito por el Dr. José María Gómez Espín, quien hace propuestas de mejora tanto en la cabecera y Acueducto Tajo-Segura, como en el postrasvase y sureste de España.

En el epílogo, el Dr. Gómez hace hincapié en aquellas ideas de mayor relevancia a lo largo del libro, como lo es destacar la amortización, los usuarios del Trasvase han contribuido mediante el pago de la tarifa del metro cúbico trasvasado, así mismo destaca las relevancias de dar continuidad a la primera fase del Trasvase Tajo-Segura, el abastecimiento de Madrid debería apuntar hacia el Oeste (Tietar, Alberche, Guadarrama) pero no hacia el Este; es preciso controlar las extracciones subterráneas entre la cabecera del Tajo y las cuencas vecinas del Ebro y Júcar, es preciso llevar a cabo una mejora en la política de desembalses, la desalación en el Sureste no es una alternativa del Trasvase, es solo un complemento.

Resulta imprescindible llevar a cabo las propuestas de gestión mencionadas por el equipo investigador, ya que se aseguraría el abastecimiento de “agua de boca” en el sureste de España, llegando a más de 2,5 millones de personas y 130.000 ha, todo ello respetando a los usuarios del Acueducto Tajo-Segura, y sin comprometer el sistema de cabecera de Tajo.

La lectura de este libro permite conocer los retos, pros y contras de una infraestructura de tal envergadura, sin olvidar la visión con la que fue construido y tomando decisiones a partir del conocimiento generado tanto en el campo de la investigación como en el ámbito legislativo, aún es posible rescatar la funcionalidad del Trasvase sin comprometer las cuencas de las que procede.

María de Lourdes Corral-Bermúdez
 Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR
 Unidad Durango (México)
 mcorralb1000@alumno.ipn.mx



water and landscape

AGUA y TERRITORIO

DELACÁMARA, Gonzalo; DÍEZ, José Carlos y LOMBARDO, Francisco, 2017, *Libro blanco de la economía del agua*, Madrid, McGraw-Hill, Foro de la Economía del Agua, 497 págs. ISBN: 978-84-486-1302-0.

La adecuada gestión del agua es un asunto de vital importancia para la Humanidad: no hay desarrollo de ningún tipo posible sin agua. Enunciados por las Naciones Unidas, los Objetivos del Desarrollo Sostenible incluyen, en el número 6, uno específico del agua: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”. Este gran reto no solo se refiere a lograr el acceso al agua y al saneamiento, sino que se debe realizar en unas condiciones de sostenibilidad y de universalidad, esto es, debe ser asequible para que alcance a toda la población.

El Foro de la Economía del Agua es un círculo de intelectuales que propone, con años de experiencia y acertadas reflexiones, iniciativas relativas al sector del agua. Fruto de la brillante andanza de este citado foro es la publicación del *Libro blanco de la economía del agua*, en el que el lector puede aprender sobre nuevas perspectivas, conocer el estado del sector en España y adentrarse en la magnitud económica del agua, auténtica condicionante para la toma de decisiones.

La primera parte del libro realiza una panorámica de la situación actual, donde se dedica un bloque A para la puesta en valor de las experiencias internacionales de gestión sostenible de los recursos hídricos. Se enfatiza en el concepto de seguridad hídrica, ya que relaciona todos los criterios que afectan a las decisiones: viabilidad, efectividad, eficiencia, equidad y sostenibilidad. La necesidad de “controlar la hidrología” es propia de las naciones avanzadas, por lo que es un deber atender a la seguridad hídrica, y a la relación de esta con la energía y la producción alimentaria. En este aspecto, cuantiosos escenarios de diversa índole se recogen, como los reunidos sobre América Latina, las brechas existenciales entre la dualidad urbana y rural; o la necesidad de la cooperación para evitar conflictos de este recurso estratégico y garantizar la paz.

El bloque B se centra en el caso español y atendiendo al ciclo urbano del agua, empezando por un capítulo donde se debate si en España se cumplen los derechos humanos del agua y saneamiento: cobertura universal, pero debido a los precios se observan situaciones de exclusión. Se realiza un análisis de la situación española en materia de gestión, calidad, empleo en el sector, activos, acción social y otros aspectos, que resultan en recomendaciones como la renovación de las

infraestructuras y equipamientos, la recuperación de costes y la regulación social, donde también los precios son debatidos como incentivos.

La segunda parte del libro nos hace reflexionar sobre los desafíos presentes y futuros. De esta manera, el bloque II A está referido a la disponibilidad de agua y a la política de agua, con apuntes sobre la desertificación, cambio climático y planificación hidrológica, o la restauración de ecosistemas mediante infraestructuras verdes; el II B a los desafíos económicos y financieros, haciendo referencia al impacto de la burbuja y la recesión económica en el agua y la inversión llevada a cabo en ella; necesidades de financiación y de recuperación de costes y reposición de activos. Termina proponiendo un diseño de tarifas para lograr la seguridad hídrica. Le sigue el II C, relativo al marco jurídico, institucional y de gobernanza, donde se exponen los casos chileno y portugués y un análisis de los servicios urbanos de agua en el Derecho español (titularidad, competencias, y elección del modelo de gestión, con el consiguiente debate entre público versus privado); y el II D a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación, destacándose la transformación digital, ciudades inteligentes, nuevas tecnologías, etc., que hacen del sector del agua español uno de los punteros en el mundo, como demuestra la amplia presencia empresarial en amplios espacios y especialidades.

El libro se completa con las actas de los seis encuentros que el Foro de la Economía del Agua celebró hasta la publicación del libro, en los que se cuentan con reflexiones sobresalientes y muy interesantes, que dotan de mayor diversidad a las realizadas a lo largo del libro, con aportaciones de cuatro premios Nobel: Finn E. Kydland, George Akerlof y Jean Tirole (premios Nobel de Economía) y Mohan Munashinge (premio Nobel de la Paz); Gro Harlem Brundtland, ex primera ministra noruega y Enviada Especial de Naciones Unidas para el Cambio Climático; expertos de organismos como la OCDE, CAF, CEPAL, UNESCO o la Comisión Europea, y demás prestigiosos académicos, gestores, técnicos y un largo etcétera de personalidades en estrecha relación con el sector.

La asistencia a los foros fue un deleite para el conocimiento y el intercambio de ideas, y todas ellas aparecen reflejadas en las páginas de este libro que, sin duda, atraerá al lector por la necesidad de incluir entre los retos actuales una gestión del agua sostenible ambiental y socialmente. Este *Libro blanco de la economía del agua* aspira a convertirse en uno de los manuales de referencia para los estudiosos sobre los modelos de gestión del agua, debido a la calidad de su comité científico y a las

aportaciones desde espacios tan heterogéneos y puntos de vista variados y convergentes en tratar de superar en uno de los retos más grandes de la sociedad actual.

Miguel Borja Bernabé-Crespo

Universidad de Murcia
miguelborja.bernabe@um.es

Encarte



REVISTA DE HISTORIA
[TST]

Transportes, Servicios y Telecomunicaciones

Nº 38 / enero 2019 / 20 euros
Asociación Ibérica de Historia Ferroviaria
Associação Ibérica de História Ferroviária



38

Ana Lucia Duarte Lanna
Ferrovias no Brasil: o território e as cidades

Magda de Avelar Pinheiro
Ferrocarriles, Ciudades y Estaciones en Portugal, de finales del siglo XIX al siglo XXI

Stefano Maggi
Ferrovie e sviluppo urbanístico in Italia. I paesi scalo tra Siena e Follonica in Toscana. 1859-1961

Doralice Sátyro e Elizângela Justino
As ferrovias no Nordeste brasileiro: uma análise da centralidade intraurbana e regional de Campina Grande-PB (Brasil)

María Alejandra Saus
Desde las "murallas de hierro" (1927) hasta la Circunvalación (2016). Criterios ferroviarios y urbanísticos para la ciudad de Santa Fe, Argentina

Susana Serrano y Pedro A. Novo
Planificación e infraestructuras: Bilbao, la ciudad estrangulada (1900-1975)

Normas de publicación





water and landscape
AGUA y TERRITORIO

ACCESO ABIERTO

Esta revista provee acceso libre e inmediato a su contenido. La exposición gratuita de la investigación favorece los intercambios y una mejora del conocimiento global.

ESTRUCTURA INTERNA

La revista consta de tres secciones fijas bien definidas.

Una primera —DOSSIER— está integrada por la publicación de artículos relacionados con una temática común (de cuatro a siete) a los que se añade una presentación realizada por el/los coordinador/es de dicho dossier con un máximo de 15.000 caracteres.

La segunda sección —MISCELÁNEA— contiene un número variable de artículos.

La tercera sección fija —RESEÑAS— constará de un número indeterminado de reseñas bibliográficas.

Además de estas tres secciones fijas la revista podrá contar con un artículo por número de una sección que se denominará DOCUMENTOS Y ARCHIVOS.

Asimismo, podrá contar con una sección titulada ENTREVISTA/RELATOS DE EXPERIENCIA que podrá referirse al tema del dossier, a un tema de actualidad o a personajes relevantes en el ámbito temático de la revista.

Podrá contar también con una sección referida a EVENTOS/PROYECTOS que consistirá en una reseña crítica sobre algún evento especialmente importante que se haya celebrado en los últimos meses o el abordaje de los contenidos de un proyecto de investigación internacional que esté desarrollándose y entre en las temáticas de la revista.

Asimismo, la revista podrá tener una sección de OPINIÓN para estimular debates.

El contenido de cada número de la revista AGUA Y TERRITORIO es aprobado por el Consejo Editorial.

EVALUACIÓN EXTERNA

Cada texto es revisado previamente por un miembro del Consejo de Redacción para realizar una primera evaluación general y saber el cumplimiento o no de las normas, calidad de redacción, su temática, etc.

El proceso de evaluación, que debe acabar en el plazo máximo de 3 meses, se lleva a cabo mediante evaluadores externos al Consejo de Redacción y a la entidad editora, especialistas en las áreas temáticas de la revista, y es doblemente anónimo, no desvelándose ni la identidad del

autor, ni las de los evaluadores, que serán tres en caso de diversidad de opiniones.

El informante podrá recibir el informe emitido por otro evaluador.

Los autores podrán sugerir tres posibles evaluadores.

El evaluador reconoce el carácter reservado de los artículos sometidos a evaluación.

Los evaluadores están obligados a señalar cualquier conflicto de intereses antes de emitir su informe, así como otra cualquier razón que pueda justificar su abstención en el proceso de evaluación. Deben ser imparciales, honestos y realizar su trabajo de modo confidencial, diligente y respetuoso en el plazo de un mes desde la llegada del artículo.

Los evaluadores realizarán su trabajo valorando globalmente el artículo, sus aportaciones y emitiendo al final un informe conclusivo.

La revista publicará un listado de los informantes que han intervenido en el proceso de evaluación.

Los evaluadores han de rellenar un formulario que consta de tres partes.

1. Valoración global del artículo

Se anotará si el artículo es publicable en su versión actual, no publicable o publicable con modificaciones.

En caso de que precise modificaciones se señalará si son de carácter formal, de fondo y los aspectos concretos a modificar.

2. Aportaciones del artículo

Idoneidad del título/Resumen/Palabras clave. Actualidad y pertinencia del artículo para la revista.

Originalidad y aportación al estado de la cuestión y a la interdisciplinariedad.

Contribución para el fomento de futuras investigaciones. Originalidad y aportación al debate.

Utilidad general y para la docencia así como para los lectores.

Calidad e innovación metodológica.

Utilización de nuevas fuentes de información y/o material documental ya conocido.

3. Informe conclusivo

Informe detallado de las principales aportaciones. Problemas de fondo que se hayan detectado en el artículo.

Problemas de forma que se hayan detectado en el artículo (estilo y manejo de idioma; claridad en el desarrollo expositivo; organización interna; claridad y coherencia del discurso).

AUTORES

La revista AGUA Y TERRITORIO considera únicamente trabajos originales que no hayan sido publicados anteriormente, ni estén a punto de publicarse o evaluarse. Los originales pueden mandarse en español, portugués, italiano, inglés y francés, a través de la plataforma <http://revistaselectronicas.ujaen.es>

El Consejo de Redacción estudiará a lo largo del año las diversas propuestas que presenten los coordinadores de Dossiers. Las propuestas se harán por escrito al correo electrónico de la revista (revista-at@ujaen.es). En la propuesta deberá el coordinador indicar la temática en un máximo de 2.000 caracteres. Podrá incluir el nombre de posibles participantes y el título de sus trabajos. La propuesta se hará en los idiomas oficiales de la revista, al menos en español e inglés, pudiendo AGUA Y TERRITORIO lanzar por su parte la propuesta en otros idiomas una vez se apruebe el dossier por el Consejo de Redacción.

La revista recuerda a los autores que no está permitida la invención de resultados, la omisión de datos o su falsificación, así como el plagio que suponga presentar como propias ideas, datos o resultados creados por otros.

La revista adoptará los pasos oportunos para hacer público a las partes interesadas cualquier caso de plagio que pudiera presentarse en los trabajos recibidos.

Las opiniones y hechos consignados en cada artículo son de exclusiva responsabilidad de sus autores. La Universidad de Jaén y el Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente no se hacen responsables en ningún caso de la credibilidad y autenticidad de los trabajos.

El autor recibirá un informe razonado de la decisión del Consejo de Redacción, que incluirá los motivos de la aceptación, de la solicitud de modificación o del rechazo de su manuscrito. En caso de aceptación vinculada a la introducción de cambios se le remitirán los informes originales de los evaluadores, junto con las recomendaciones del Consejo de Redacción.

El autor deberá realizar las modificaciones requeridas en un plazo de quince días. Caso de no cumplir el autor este plazo, su artículo puede ver retrasada su aparición en la revista ante la necesidad de cerrar la edición. La revisión de las pruebas conlleva el consentimiento tácito a ser publicado el artículo tal como lo envíe de nuevo el autor. El original será tratado confidencialmente por la redacción de la revista hasta que sea publicado.

Los artículos firmados por varios autores deben incluir una declaración firmada por todos ellos certificando que han contribuido directamente en la elaboración del contenido intelectual del trabajo, que se hacen responsables de él, lo aprueban y están de acuerdo en que su nombre figure como autor. Servirá copia del escrito

escaneado en PDF enviada al correo electrónico revista-at@ujaen.es

Los autores deberán facilitar, si es necesario, el acceso a los datos en los que se fundamente su trabajo para poder aclarar si es válido o no una vez publicado.

En la revista existe la figura del Defensor del Autor, desempeñada por un miembro del Consejo Editorial. Cualquier queja se enviará a través del correo electrónico revista-at@ujaen.es, dirigiéndose al Defensor del Autor.

En caso de ser candidato a doctor, deberá incluir un certificado de su director/directores, detallando el título de la tesis y la fecha en que haya sido aceptado ese proyecto. Se enviará al correo electrónico revista-at@ujaen.es.

La revista no devuelve trabajos rechazados ni se hace responsable en caso de pérdida.

NORMAS PARA LA ENTREGA DE ORIGINALES DE LAS SECCIONES DOSSIER, MISCELÁNEA, DOCUMENTOS Y ARCHIVOS

Sólo se admitirán originales que se atengan estrictamente a las normas.

Los trabajos se enviarán a través de la plataforma de envío de manuscritos de la revista disponible en <http://revistaselectronicas.ujaen.es> en tratamiento de texto Word.

El manuscrito irá precedido de una página en la que debe figurar: título del trabajo en castellano y en inglés, separados por una barra, nombre completo del autor o autores en minúscula, apellidos en minúscula unidos por un guión, dirección, teléfono, correo electrónico y población, así como su situación académica y el nombre de la institución científica a la que pertenece. Si son varios los autores, se señalará el autor con el que se mantendrá toda la correspondencia. El título del trabajo deberá ser corto y claro. Si tiene subtítulo deberá separarse del anterior por dos puntos (:). Si la primera lengua empleada es otra distinta del castellano, éste se empleará en segundo lugar. En esta página se incluirá también un resumen del trabajo en castellano e inglés, así como en el idioma en el que esté escrito el artículo (si se trata del portugués, italiano o francés). El resumen estará en torno a los 800 caracteres. Se incluirán cinco palabras clave en castellano e inglés y, si se da el caso, en la otra lengua empleada. El resumen incluirá los objetivos, la metodología, los resultados y aportaciones originales, así como las conclusiones, esquema que se aconseja seguir en el desarrollo de los artículos.

También se podrá incluir el nombre, apellidos y correo electrónico de tres posibles evaluadores con los que no se tenga una especial relación de amistad o académica.

Tendrán una extensión máxima de 30 páginas (DIN A4) numeradas correlativamente, escritas por una sola cara, incluyendo notas, cuadros, gráficos, mapas, apéndices y bibliografía a 1,5 espacios, escritos en Arial, tamaño 12 en texto y 10 en párrafos textuales y en notas. El número máximo de caracteres en el artículo será de 80.000 incluyendo espacios en blanco.

Los epígrafes o apartados del texto NO irán numerados. Su enunciado irá en minúscula con interlineado a doble espacio. No se harán subapartados.

Si el artículo ha sido financiado, esta circunstancia se colocará en una nota ubicada tras el título del artículo, en la que aparecerán las entidades patrocinadoras y el proyecto de investigación en el que se inserta dicho trabajo, las becas y ayudas obtenidas, etc. En esta primera nota aparecerán también otros agradecimientos que el autor desee hacer constar.

Al trabajo propiamente dicho podrán añadirse apéndices o anexos, debiendo ir con título y numerados.

Las notas serán breves e irán a pie de página, en Arial, tamaño 10, a espacio sencillo, numerándose correlativamente, con la referencia en superíndice. El número de la nota deberá ir antes de la puntuación ortográfica (Ejemplo “.....de la modalidad mencionada anteriormente”¹).

Incluirán Apellido/s del autor, fecha de edición (en caso de varias publicaciones de éste en un mismo año, se unirán a esa fecha las letras a, b, c..., para evitar confusiones) y a continuación los números de volumen o tomo, número y página o páginas usadas, sin incluir sus iniciales (v. t., n.º o núm., p./pp.). En ningún caso se pondrán referencias bibliográficas intercaladas en el texto del manuscrito.

Ejemplo: García Toledo, 2004a, 55-63. Si se citan simultáneamente obras del mismo autor no se indicará el apellido del autor de nuevo: García Toledo, 2004a, 55-63; 2012, 53.

Las referencias de diferentes autores y obras se separan con un punto.

Ejemplo: Barco, 2012, 50. Weyler, 1999, 21. Kenmain, 2000, 35.

Las citas documentales deben comenzar por el archivo o institución correspondiente, sección y legajo, tipo de documento, lugar y fecha, pero eliminando las palabras innecesarias (sección, legajo, etcétera), poniendo comas de separación. Ejemplo: AHN, Ultramar, 185, salvo en la primera cita de cada Archivo o Biblioteca, en la que se desarrollará el nombre completo, poniéndose a continuación las iniciales entre paréntesis, sin puntos intermedios. Ejemplo: Archivo Histórico Nacional (en adelante AHN).

La bibliografía final que debe llevar cada artículo se limitará a las obras citadas, que irán ordenadas alfabéticamente, siguiendo cada una el siguiente orden: apellidos en minúscula e iniciales de cada autor, año de publicación, título en cursiva, lugar (si se refiere a libros), editorial y DOI; o apellidos, iniciales del nombre, año, título entrecomillado, nombre de la revista en cursiva, número de la revista, páginas y DOI (para revistas). En caso de que se citen varios trabajos del mismo autor y año se deberán marcar con letras (a, b, c...). Deben evitarse los guiones o cualquier tipo de marca antes de las

referencias, incluyendo el DOI en todas aquellas obras que lo posean.

Ejemplos:

Libro: García, M. J. 2007: *Agua y Salud en la primera mitad del siglo XX*. Madrid, Tecnos.

Libro colectivo: González, P. 2006: “El abastecimiento urbano de agua en Andalucía”, en Pérez, J. y González, M. (Coords.): *Agua, territorio y patrimonio*. Cáceres, Junta de Extremadura, 19-44.

Artículo de revista: Matés-Barco, J. M. 2013: “La conquista del agua en Europa: los modelos de gestión (siglos XIX y XX)”, *Agua y Territorio*, 1, 21-29, <http://doi.org/10.17561/at.v1i1.1030>.

Tesis: López Aguilar, A. 2001: *La problemática del agua en Chile*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.

Página web: <http://www.seminarioatma.org>. Consulta realizada el 25 de febrero de 2009.

Se evitarán las citas textuales. Si excepcionalmente se incluyen, deberán ser breves y a espacio sencillo, con los intercalados del autor entre corchetes. Se ruega a los autores que en caso de que sean extensas se trasladen a las notas.

NORMAS APLICABLES A FOTOGRAFÍAS, TABLAS, GRÁFICOS

Se recomienda que las fotografías sean de la mejor calidad posible para evitar pérdida de detalles en la reproducción. Llevarán un breve pie o leyenda para su identificación, indicándose asimismo, el lugar aproximado de colocación y las fuentes utilizadas. Los formatos electrónicos aceptados serán TIFF, EPS o PDF con fuentes incrustadas. La resolución mínima será de 300 ppp y 8 bits de profundidad de color para las imágenes de grises, y 1.200 ppp para las de un solo bit, en el tamaño que se pretenda que aparezcan publicadas. Se enviarán en fichero aparte, nunca insertas en el archivo de Word.

Las tablas se numerarán correlativamente y deben hacerse con la función de tablas de Word. La numeración de la tabla irá en la parte superior de ella, seguida de su título en Arial 10. Debajo de la tabla en Arial 8 irá la fuente documental o bibliográfica con la que se ha elaborado.

Los gráficos se realizarán preferiblemente con Excel y deberán insertarse en el texto en formato Normal. La numeración del gráfico irá en la parte superior, seguida de su título en Arial 10. Debajo del gráfico en Arial 8 irá la fuente documental o bibliográfica con la que se ha elaborado.

Los mapas deberán insertarse en formato Imagen. La numeración del mapa irá en la parte superior del mismo, seguida de su título en Arial 10. Debajo del mapa en Arial 8 irá la fuente documental o bibliográfica del que se ha extraído.

Los gráficos y mapas se numeran correlativamente.

Las fotografías de documentos o de motivos reales se numerarán correlativamente con la denominación de Imágenes.

Cualquier otro tipo de elemento se numerará correlativamente bajo la denominación de Figuras.

Los derechos de reproducción de fotografías y documentos deben ser enviados por los autores al correo electrónico revista-at@ujaen.es

NORMAS PARA LA ENTREGA DE RESEÑAS

Las reseñas deberán ir precedidas de todos los datos del libro o trabajo reseñado, siguiendo estos criterios: apellidos del autor en mayúscula, nombre en minúscula, año de edición, título en cursiva, lugar de edición, editorial, número de páginas, ISBN. Ejemplo: FERREIRA, Francisco, 2005, Estado del agua en Costa Rica, México D.F., Editorial Siglo XXI, 300 págs. ISBN 968-496-500-4. Tendrán una extensión máxima de 1.500 palabras y seguirán las normas generales de la revista. El nombre del autor de la reseña figurará al final, seguido de su filiación académica y correo electrónico.

Se entiende por reseña crítica aquella que contextualiza la obra reseñada, señalando su relevancia y las razones que explican la elaboración de la reseña. Debe señalarse la importancia del tema que aborda y la discusión historiográfica en la que se inscribe, señalando también el contexto en el que aparece la obra en cuestión, enmarcándola en la trayectoria del autor, en el marco de otras obras existentes sobre el tema y relacionándola con la problemática conceptual y metodológica que aborda, así como en función de las fuentes empleadas.

Las reseñas se enviarán a través de <http://revistaselectronicas.ujaen.es>.

El editor de reseñas evaluará la conveniencia de su publicación. Si se desea proponer la reseña de un determinado libro, deberá enviarse por correo a la siguiente dirección postal: Dr. Juan Manuel Matés Barco. Departamento de Economía. Campus Las Lagunillas, s/n. Edificio de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad de Jaén. 23071 Jaén. España.

NORMAS PARA LA ENTREGA DE ORIGINALES DE LA SECCIÓN ENTREVISTAS/RELATOS DE EXPERIENCIA; EVENTOS/PROYECTOS; Y OPINIÓN

Los artículos tendrán un máximo de 25.000 caracteres, incluyendo espacios.

Se atenderán a las normas del resto de las secciones.

ADVERTENCIAS PARTICULARES

En el texto, desarrollar todas las abreviaturas empleadas, excepto las ampliamente utilizadas: etc. km, has, m³, m², ...

No utilizar negritas en el texto. Las cursivas se utilizarán sólo en palabras de especial interés en el contenido de cada artículo o de otro idioma.

NO usen abreviaturas del tipo Op. Cit., Vid. o Cif. En caso de las mismas citas en notas seguidas o continuas, se utilizará *Ibidem*. cuando incluya alguna variante, e *Idem*. si es exactamente igual a la anterior.

Es conveniente la utilización de minúsculas en las iniciales de cargos (alcalde, capitán...), títulos (conde...), tratamientos (licenciado...), dejando el uso de las mayúsculas para los casos de instituciones relevantes.

Los incisos entre guiones deben siempre –como en este ejemplo– marcarse con un guión largo.

Las fechas deben desarrollarse al completo, tanto en el texto como en las notas. Ejemplo: Sevilla, 5 de abril de 1980.

NOTA DE COPYRIGHT

© Universidad de Jaén.

Los originales publicados en las ediciones impresa y electrónica de esta Revista son propiedad de la Universidad de Jaén, así como de las Universidades que realicen la edición de monográficos específicos en América Latina o Europa, siendo necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total.

Salvo indicación contraria, todos los contenidos de la edición electrónica se distribuyen bajo una licencia de uso y distribución “Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 3.0 España” (CC-by-nc). Puede consultar desde aquí la versión informativa y el texto legal de la licencia. Esta circunstancia ha de hacerse constar expresamente de esta forma cuando sea necesario.

DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los nombres y direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines declarados por esta revista y no estarán disponibles para ningún otro propósito u otra persona.

Sumario AGUA y TERRITORIO 13

Dossier: Recursos Hídricos y Gestión de demanda Water Resources and Demand Management	9
<i>José María Gómez-Espín, coord.</i>	
<i>Presentación: JOSÉ MARÍA GÓMEZ-ESPÍN</i>	11
GONZÁLEZ-MORALES, ALEJANDRO; RAMÓN-OJEDA, ANTONIO ÁNGEL: La desalación de agua de mar en las Canarias Orientales: proceso histórico y condicionantes geográficos en los casos de Lanzarote y Fuerteventura. <i>Desalination of sea water in The East Canaries: Lanzarote and Fuerteventur</i>	15
HAMRITA, ABDELKARIM; REJEB, HICHEM: Las metrópolis y sus periferias: cinturones de marginación, pobreza y desechos urbanos en la ZM Futuro de la gestión integrada “aguas residuales tratadas/agricultura periurbana” en Túnez. Caso del perímetro de riego público (PRP) de Zaouia (Susa). <i>Future of integrated management “treated wastewater/peri-urban agriculture” in Tunisia. Case of the public irrigated perimeter (PIP) of Zaouia (Susa)</i>	27
BERNABÉ-CRESPO, MIGUEL BORJA; LOÁICIGA, HUGO: El suministro hídrico al área metropolitana de Los Ángeles, California (EEUU). <i>Water supply in Los Angeles metropolitan area, California (USA)</i>	35
BRAVO-SÁNCHEZ, JOSÉ MARCELO; NARANJO-RAMÍREZ, GLORIA DEL CARMEN; HIDALGO-CARRASCO, RAFAEL ANTONIO: La Política de Agua de Chile: una radiografía histórica, legal y administrativa a la gestión del agua en manos del mercado neoliberal. <i>The Water Policy of Chile: a historical, legal and administrative radiography of water management in the hands of the neoliberal market</i>	43
GIL-MESEGUER, ENCARNACIÓN: Trasvases de agua al sureste de España. <i>Water transfers in southeastern Spain</i>	55
GÓMEZ ESPIN, JOSÉ MARÍA: Modernización de regadíos en España: experiencias de control, ahorro y eficacia en el uso del agua para riego. <i>Modernization of irrigation in Spain: experiences in control, saving and effectiveness in the use of water for agriculture</i>	69
Miscelánea	
GÓMEZ-LIMÓN, JOSÉ ANTONIO; GUERRERO-BAENA, MARÍA DOLORES: Diseño de un seguro indexado para la cobertura del riesgo de sequía hidrológica en la agricultura de regadío. <i>Design of an index-based insurance for hedging the risk of hydrological drought in irrigated agriculture</i>	79
MARTOS-GARCÍA, AITANA; MARTOS-NÚÑEZ, ELOY; PINO-TORTONDA, ALEJANDRO DEL: Cultura del agua, multinaturalismo y prosopografía. <i>Water & culture, multinaturalism and prosopography</i>	93
GARCÍA-RUBIO, MIGUEL ÁNGEL; LÓPEZ-RUIZ, SAMARA; GONZÁLEZ-GÓMEZ, FRANCISCO: Derechos humanos en España: Protección del derecho al agua en familias con problemas de asequibilidad por riesgo de pobreza y exclusión social. Análisis crítico para una reforma legal. <i>Human rights in Spain: Protection of the right to water in families with affordability problems. Critical analysis for legal reform</i>	103
Reseñas Bibliográficas	115
Encarte	125
Normas de Publicación	129



Entidades Colaboradoras: EL COLEGIO DE MICHOACÁN, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA IZTAPALAPA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHILE, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE, UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

<http://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma>