



water and landscape

# AGUA y TERRITORIO

Número 20 · Julio - Diciembre 2022

ISSN 2340-8472 · ISSNe 2340- 7743 · DOI 10.17561/at.20



## Gestión de recursos hídricos



Universidad de Jaén (España)

 **UJa**  
EDITORIAL



Número 20 | Julio - Diciembre 2022

## Gestión de recursos hídricos

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

ISSN 2340-8472  
ISSNe 2340-7743  
DOI 10.17561/at.19  
DL J-673-2013

Correo electrónico: [revista-at@ujaen.es](mailto: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](mailto:jmmates@ujaen.es)

### EDITA

UJA editorial. Universidad de Jaén (España)  
<http://www10.ujaen.es/conocenos/servicios-unidades/servpub/inicio>  
Dirección postal: UJA Editorial Edificio Biblioteca, 2ª planta  
Universidad de Jaén Campus Las Lagunillas, s/n 23071 JAÉN  
(ESPAÑA)  
Telf.: (+34) 953 212355  
Correo electrónico: [editorial@ujaen.es](mailto:editorial@ujaen.es)  
Contacto de soporte: Dr. D. Mariano Castro-Valdivia  
Telf.: (+34) 953 212985  
Correo electrónico: [mcastro@ujaen.es](mailto:mcastro@ujaen.es)

### PROMUEVE

Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente  
Dirección postal: Escuela de Estudios Hispano-Americanos (CSIC)  
Calle Alfonso XII, 16. 41002 SEVILLA (ESPAÑA)  
Correo electrónico: [jraul.navarro@csic.es](mailto:jraul.navarro@csic.es)

Diseño logo y cabecera: Millena Lízia.  
Estilos y maqueta: *Publicaciones Académicas*  
Fotografía de la cubierta: Río de Los Sauces, Córdoba, Argentina.  
Autor: Gabriel Garnero. Argentina.

Las opiniones y hechos consignados en los artículos son exclusiva responsabilidad de sus autores. La Universidad de Jaén y el Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente, no se hacen responsables de la autenticidad de los trabajos.

Los originales de la Revista son propiedad de la entidad editora. Es necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total.

### DIRECTOR

Juan Manuel Matés Barco, *Universidad de Jaén, España*

### EDITOR

Jesús Raúl Navarro García, *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*

### SECRETARIO

Mariano Castro Valdivia, *Universidad de Jaén, España*

### VICESECRETARIAS

Leticia Gallego Valero, *Universidad de Jaén, España*  
María Vázquez Fariñas, *Universidad de Jaén, España*

### CONSEJO DE REDACCIÓN

Alice Poma, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Alicia Torres Rodríguez, *Universidad de Guadalajara, México*  
Casey Walsh, *University of California, Santa Barbara, USA*  
Cayetano Espejo Marín, *Universidad de Murcia, España*  
David Soto Fernández, *Universidad de Santiago de Compostela, España*  
Encarnación Gil Messeguer, *Univ. de Murcia, España*  
Encarnación Moral Pajares, *Universidad de Jaén, España*  
Fabiano Quadros Rückert, *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*  
Fábio Alexandre Dos Santos, *Universidade Federal de São Paulo, Brasil*  
Inmaculada Simón Ruiz, *Universidad Autónoma de Chile, Chile*  
Jesús Vargas Molina, *Universidad Pablo de Olavide, España*  
Juan Infante Amate, *Universidad de Granada, España*  
Olivia Topete Pozas, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*

### EDITORES DE RESEÑAS

Andrea Noria, *Universidad Autónoma de Chile, Chile*  
Sergio Salazar, *Universidad Nacional de Colombia, Colombia*

### REVISORES

Nathalia Claro Moreira, *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*  
Daniel Abud Marques Robbin, *Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*  
Soënia Maria Pacheco, *Universidade Federal de Pernambuco, Brasil*  
Santiago Prieto, *Universidad Nacional de La Plata, Argentina*

### CONSEJO ASESOR

Alejandro Tortolero Villaseñor, *Universidad Autónoma Metropolitana de México, México*  
Carlos Larrinaga Rodríguez, *Universidad de Granada, España*  
Carmen Castañeda del Álamo, *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*  
Concepción Fidalgo Hijano, *Universidad Autónoma de Madrid, España*  
Eloy Martos Núñez, *Universidad de Extremadura, España*  
Francisco da Silva Costa, *Universidade do Minho, Portugal*  
Guillermo Banzato, *Universidad Nacional de La Plata, Argentina*  
Isabel María Román Sánchez, *Universidad de Almería, España*  
Joaquín Melgarejo Moreno, *Universidad de Alicante, España*  
Jorge Chinea, *Waine State University, Estados Unidos*  
Jorge Olcina Cantos, *Universidad de Alicante, España*  
Jorge Regalado Santillán, *Universidad de Guadalajara, México*  
Julia Martínez Fernández, *Universidad Miguel Hernández, España*  
Leandro del Moral Ituarte, *Universidad de Sevilla, España*  
Léo Heller, *Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil*  
Lucia De Stefano, *Universidad Complutense, España*  
María Luisa Feijoo Bello, *Universidad de Zaragoza, España*  
Nuria Hernández Mora, *Fundación Nueva Cultura del Agua, España*  
Pilar Paneque Salgado, *Universidad Pablo de Olavide, España*  
Roberto Bustos Cara, *Universidad Nacional del Sur, Argentina*  
Simonne Teixeira, *Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil*  
Wagner Costa Ribeiro, *Universidad de São Paulo, Brasil*

## Miscelánea

Miguel Borja Bernabé-Crespo

**Implicaciones y perspectivas del mix hídrico para el abastecimiento de agua potable en el sureste de España** \_\_\_\_\_ 5

Sebastián Gómez Lende

**De la fractura metabólica a la acumulación por desposesión: minería del litio, imperialismo ecológico y despojo hídrico en el noroeste argentino** \_\_\_\_\_ 23

Martín Sánchez Rodríguez

**Apretando las tuercas: el riego y el estado en México, 1888-1939** \_\_\_\_\_ 41

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho, Lucio Cunha

**Gestión de los recursos hídricos: directrices de mejora para el Consejo de la Región Hidrográfica de Portugal Central y para el Comité de Cuenca del río Apodi-Mossoró en Brasil** \_\_\_\_\_ 57

Francisco Pérez Hernández

**¿El agua es vida? Cotidianidad y territorialidad en el contexto forestal y de escasez hídrica en la comunidad mapuche-huilliche Antü Wilef, San Juan de la Costa, Chile** \_\_\_\_\_ 73

## Proyectos

Mahmoud Debabèche, Ayoub Barkat, Mohamed Ali Boukebous

**Reutilización de aguas residuales, tratadas por fitopurificación, para el riego del Jardín Botánico “le jardin Landon” (Biskra, Algeria). Solución sostenible para la preservación de un sitio de patrimonio material** \_\_\_\_\_ 89

Ahmed Ouamane, Ilyese Sekkour, Bassem Athmani

**Movilización de las aguas de superficie: Comentarios generales sobre represas en Argelia en el pasado, presente y futuro** \_\_\_\_\_ 97

## Reseñas bibliográficas

Karina Kloster

**MATÉS BARCO, Juan Manuel y ROJAS-RAMÍREZ, José Juan Pablo (eds.). 2018: *Agua y servicios públicos en España y México*** \_\_\_\_\_ 113

José Raúl Reyes-Ibarra

**TORRES-RODRIGUEZ, Alicia y MORAL-PAJARES, Encarnación (coords.), 2018: *Agua y ecología Política en España y México*** \_\_\_\_\_ 115

Alejandro del Pino

**QUILES CABRERA, María del Carmen y MARTÍNEZ EZQUERRO, Aurora. 2020: *Ecología y Lecturas del agua. Investigación interdisciplinar y transversal en didáctica de la lengua y la literatura*** \_\_\_\_\_ 119

Elena Montaner Salas

**BERNABÉ-CRESPO, Miguel Borja, 2020: *Los canales del agua: abastecimiento y saneamiento en el Campo de Cartagena-Mar Menor*** \_\_\_\_\_ 121

**Informe estadístico del proceso editorial de Agua y Territorio (2021)** \_\_\_\_\_ 123

## Miscellany

Miguel Borja Bernabé-Crespo

**Water mix implications and perspectives for potable water supply in southeastern Spain** \_\_\_\_\_ 5

Sebastián Gómez Lende

**From metabolic rift to accumulation by dispossession: lithium mining, ecological imperialism and hydric looting in the argentinean northwest** \_\_\_\_\_ 23

Martín Sánchez Rodríguez

**Tightening the Screws: Irrigation and the State in Mexico, 1888-1939** \_\_\_\_\_ 41

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho, Lucio Cunha

**Water resource management: improvement guidelines for the Council of the Hydrographic Region of Central Portugal and for the Apodi- Mossoró River Basin Committee in Brazil** \_\_\_\_\_ 57

Francisco Pérez Hernández

**Is water life? Daily life and territoriality in the context of forest and water scarcity in the Mapuche-huilliche community Antü Wilef, San Juan de la Costa, Chile** \_\_\_\_\_ 73

## Projects

Mahmoud Debabèche, Ayoub Barkat, Mohamed Ali Boukebous

**Reuse of wastewater, treated by phytoremediation, for the irrigation of the Botanical Garden “le jardin Landon” (Biskra, Algeria). Sustainable solution for the preservation of a material heritage site** \_\_\_\_\_ 89

Ahmed Ouamane, Ilyese Sekkour, Bassem Athmani

**Surface water mobilization: General comments on dams in Algeria in the past, present and future** \_\_\_\_\_ 97

## Book reviews

Karina Kloster

**MATÉS BARCO, Juan Manuel y ROJAS-RAMÍREZ, José Juan Pablo (eds.). 2018: *Agua y servicios públicos en España y México*** \_\_\_\_\_ 113

José Raúl Reyes-Ibarra

**TORRES-RODRIGUEZ, Alicia y MORAL-PAJARES, Encarnación (coords.), 2018: *Agua y ecología Política en España y México*** \_\_\_\_\_ 115

Alejandro del Pino

**QUILES CABRERA, María del Carmen y MARTÍNEZ EZQUERRO, Aurora. 2020: *Ecología y Lecturas del agua. Investigación interdisciplinar y transversal en didáctica de la lengua y la literatura*** \_\_\_\_\_ 119

Elena Montaner Salas

**BERNABÉ-CRESPO, Miguel Borja, 2020: *Los canales del agua: abastecimiento y saneamiento en el Campo de Cartagena-Mar Menor*** \_\_\_\_\_ 121

**Editorial statistics Water and Landscape (2021)** \_\_\_\_\_ 123

## Implicaciones y perspectivas del mix hídrico para el abastecimiento de agua potable en el sureste de España


*Water mix implications and perspectives for potable water supply in southeastern Spain*

**Miguel Borja Bernabé-Crespo**

Universidad Autónoma de Madrid

Madrid, España

miguelb.bernabe@uam.es

 ORCID: 0000-0001-7269-3270

### Información del artículo

**Recibido:** 27 agosto 2020

**Revisado:** 05 enero 2021

**Aceptado:** 21 febrero 2021

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.20.5714

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).  
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

### RESUMEN

La Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT) realiza el abastecimiento de agua potable para la mayor parte del sureste de España, un área de clima mediterráneo semiárido con escasez estructural de agua. Con los datos de este organismo, se realiza un estudio del consumo de agua en el siglo XXI (2000-2019), en cuanto al volumen distribuido y la procedencia de cada recurso hídrico. Se analiza la evolución de los aportes para el mix hídrico de las aguas superficiales, trasvasadas y procedentes de la desalación. Se subraya que se ha diversificado la oferta del recurso y que es necesario mantenerla, paralelamente a la mejora de las redes de distribución y concienciación socioambiental.

---

**PALABRAS CLAVE:** Abastecimiento de agua, Traslases de aguas, Desalación, Medios semiáridos, Sureste de España.

---

### ABSTRACT

The Commonwealth of the Taibilla Channels (MCT) supplies drinking water to most of the Southeast of Spain, an area with a semi-arid Mediterranean climate with a structural shortage of water. With the data of this organism, a study of water consumption in the XXI century (2000-2019) is carried out, in terms of the distributed volume and the origin of each water resource. The evolution of the contributions to the water mix of surface water, transferred water and desalination are analyzed. It is emphasized that the supply of the resource has been diversified and that it is necessary to maintain it, in parallel with the improvement of the distribution networks and socio-environmental awareness.

---

**KEYWORDS:** Water supply, Water transfers, Desalination, Semi-arid environments, Southeastern Spain.

---

## *Implicações e perspectivas da mistura hídrica para o abastecimento de água potável no sudeste da Espanha*

### **SUMÁRIO**

A Mancomunidade dos Canais do Taibilla (MCT) fornece água potável para a maior parte do sudeste da Espanha, uma área de clima mediterrâneo semi-árido com escassez estrutural de água. Com os dados deste órgão, é realizado um estudo do consumo de água no século XXI (2000-2019), em função do volume distribuído e da origem de cada recurso hídrico. É analisada a evolução das contribuições para a mistura hídrica das águas superficiais, transferidas e da dessalinização. Ressalta-se que a oferta do recurso tem sido diversificada e que é preciso mantê-la, paralelamente à melhoria das redes de distribuição e à conscientização socioambiental.

---

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de água, Transferência de água, Dessalinização, Ambientes semi-áridos, Sudeste da Espanha.

---

## *Implications et perspectives du mix hydrique pour l'approvisionnement en eau potable dans le sud-est de l'Espagne*

### **RÉSUMÉ**

La Communauté des Canaux du Taibilla (MCT) fournit de l'eau potable à la majeure partie du sud-est de l'Espagne, une région au climat méditerranéen semi-aride avec une pénurie structurelle d'eau. À partir des données de cet organisme, une étude de la consommation d'eau au XXI<sup>e</sup> siècle (2000-2019) est menée, en termes de volume distribué et d'origine de chaque ressource en eau. L'évolution des contributions au mix hydrique des eaux de surface, transférées et issues du dessalement est analysée. Il est souligné que l'offre de la ressource a été diversifiée et qu'il est nécessaire de la maintenir, parallèlement à l'amélioration des réseaux de distribution et à la sensibilisation socio-environnementale.

---

**MOTS-CLÉ:** Approvisionnement en eau, Transferts d'eau, Dessalement, Environnements semi-arides, Sud-est de l'Espagne.

---

## *Implicazioni e prospettive del mix idrico per l'approvvigionamento di acqua potabile nel sud-est della Spagna*

### **SOMMARIO**

La Associazione dei Canali del Taibilla (MCT) fornisce acqua potabile alla maggior parte del sud-est della Spagna, un'area con un clima mediterraneo semi-arido con una carenza idrica strutturale. Con i dati di questo ente viene condotto uno studio sul consumo di acqua nel XXI secolo (2000-2019), in termini di volume distribuito e origine di ciascuna risorsa idrica. Viene analizzata l'evoluzione dei contributi al mix idrico delle acque superficiali, trasferite e da dissalazione. Si sottolinea che l'offerta della risorsa è stata diversificata e che è necessario mantenerla, parallelamente al miglioramento delle reti di distribuzione e della consapevolezza socio-ambientale.

---

**PAROLE CHIAVE:** Approvvigionamento idrico, Trasferimenti d'acqua, Dissalazione, Ambienti semi-aridi, Sud-est della Spagna.

---

## Introducción

El abastecimiento de agua es una tarea de especial importancia para el correcto funcionamiento de los centros urbanos, donde se concentran grandes volúmenes de población en espacios reducidos. Este trabajo aborda el suministro de agua que realiza la Mancomunidad de Canales del Taibilla (en adelante, MCT) en su área de actuación, el sureste español, y continúa la labor ejercida para la caracterización del abastecimiento en la línea de otros autores<sup>1</sup>. Es, por tanto, un estudio de la distribución en alta, entendiéndose esta como la conducción desde la fuente de origen y su potabilización hasta la entrega a las empresas municipales.

Esta tarea de garantía de suministro hídrico es un asunto de vital importancia incluso en regiones con una pluviometría abundante, donde los problemas son causados por la contaminación de los recursos hídricos, como en Brasil<sup>2</sup>, o debido a la deficiencia en las políticas públicas, como en México<sup>3</sup>. En regiones semiáridas y, por tanto, de escasez de recursos, como el sureste de España, el abastecimiento ha sido estudiado por numerosos expertos<sup>4</sup> y la mayor parte de ellos destacan en los últimos tiempos un descenso en el volumen consumido, debido a las mejoras realizadas en la red de distribución. Los espacios con mayor densidad turística son los que encuentran mayor dificultad para asegurar un caudal permanente, por lo que precisan de una adecuada planificación turística e hidráulica<sup>5</sup>. La incidencia del cambio climático también prevé que el agua sea más escasa en esta región<sup>6</sup>, y que en el litoral mediterráneo las temperaturas sean más altas y las precipitaciones menos abundantes<sup>7</sup>, por lo que resulta imprescindible acometer trabajos que permitan lograr una seguridad hídrica ante un escenario cambiante. Esta hace referencia a “la disponibilidad de una cantidad suficiente de agua con la calidad adecuada para las personas, el funcionamiento de la economía y para los ecosistemas y, por un nivel aceptable de riesgos vinculados”<sup>8</sup>.

La conexión de cuencas mediante los trasvases de aguas, proyectados para paliar el déficit hídrico, han

permitido el desarrollo regional en aquellas áreas donde el agua era escasa, necesaria y estratégica para el crecimiento socioeconómico. Por ejemplo, en California son la base del abastecimiento para uso potable y de riego<sup>9</sup>. Sin embargo, también causan tensiones entre las cuencas cedente y receptora, como sucede en el Acueducto Tajo-Segura<sup>10</sup>. Por su parte, el desarrollo de los llamados recursos no convencionales se ha extendido por aquellas regiones con características semiáridas, entre las que sobresale la desalación, ya que ha sido considerada como una adaptación al cambio climático<sup>11</sup>, y numerosos expertos han propuesto su aplicación en regiones áridas o semiáridas<sup>12</sup>, como las Islas Canarias, pioneras en España<sup>13</sup>, o el sureste de la Península Ibérica<sup>14</sup>. En esta región, la desalación es destacada como un seguro hídrico que permite una garantía de suministro en situaciones de necesidad<sup>15</sup>. Por otra parte, quedan dudas sobre si su adaptación es positiva o negativa, que pueda generar dependencia o aumento de precio<sup>16</sup>. Es lo que se conoce como “maladaptación”, que puede incrementar la vulnerabilidad de un territorio al generar una sensación de agua ilimitada, o de suponer una huella de carbono mayor que otros recursos<sup>17</sup>.

Otro de los recursos no convencionales que suscita mayor atención es el reciclaje de aguas o la regeneración de aguas residuales, por sus ventajas de ser un recurso local y un caudal permanente, aunque limitado<sup>18</sup>. Este está desarrollado en áreas semiáridas y utilizado preferentemente para riego, como en Túnez<sup>19</sup>, pero cada vez más se apuesta por su incorporación al ciclo urbano del agua<sup>20</sup>.

El área que ocupa este estudio reúne ciertas características que comprometen la seguridad en el abastecimiento. El sureste de la Península Ibérica (Mapa 1) es un área de carácter semiárido, situada entre el Cabo de Gata (Almería) al sur y el Cabo de la Nao (Alicante) al norte; y que se encuentra delimitada hacia el interior por la isoterma de más de 16°C de temperatura media anual

<sup>9</sup> Bernabé-Crespo y Loáiciga, 2019.

<sup>10</sup> Gil-Meseguer, Martínez-Medina y Gómez-Espín, 2018; Morote, Olcina y Rico, 2018.

<sup>11</sup> Bates et al., 2008, 49.

<sup>12</sup> Cooley, Gleick y Wolff, 2006; Rutherford & Finlayson, 2011; Loáiciga, 2015.

<sup>13</sup> González-Morales y Ramón-Ojeda, 2019.

<sup>14</sup> Olcina y Moltó, 2010; Morote, Rico y Moltó, 2017.

<sup>15</sup> Bernabé-Crespo, Gil-Meseguer y Gómez-Espín, 2019.

<sup>16</sup> March, 2015.

<sup>17</sup> McEvoy & Wilder, 2012; March, 2015.

<sup>18</sup> Gil-Meseguer, Bernabé-Crespo y Gómez-Espín, 2019.

<sup>19</sup> Hamrita y Rejeb, 2019.

<sup>20</sup> Gleick, 2010.

<sup>1</sup> Morales y Vera, 1989; Melgarejo y Molina, 2017.

<sup>2</sup> Campos y Pacheco, 2018.

<sup>3</sup> Mballa y Hernández-Espéricueta, 2018.

<sup>4</sup> Juárez, 2008; Bernabé-Crespo y Gómez-Espín, 2015; Morote, Hernández y Lois, 2019.

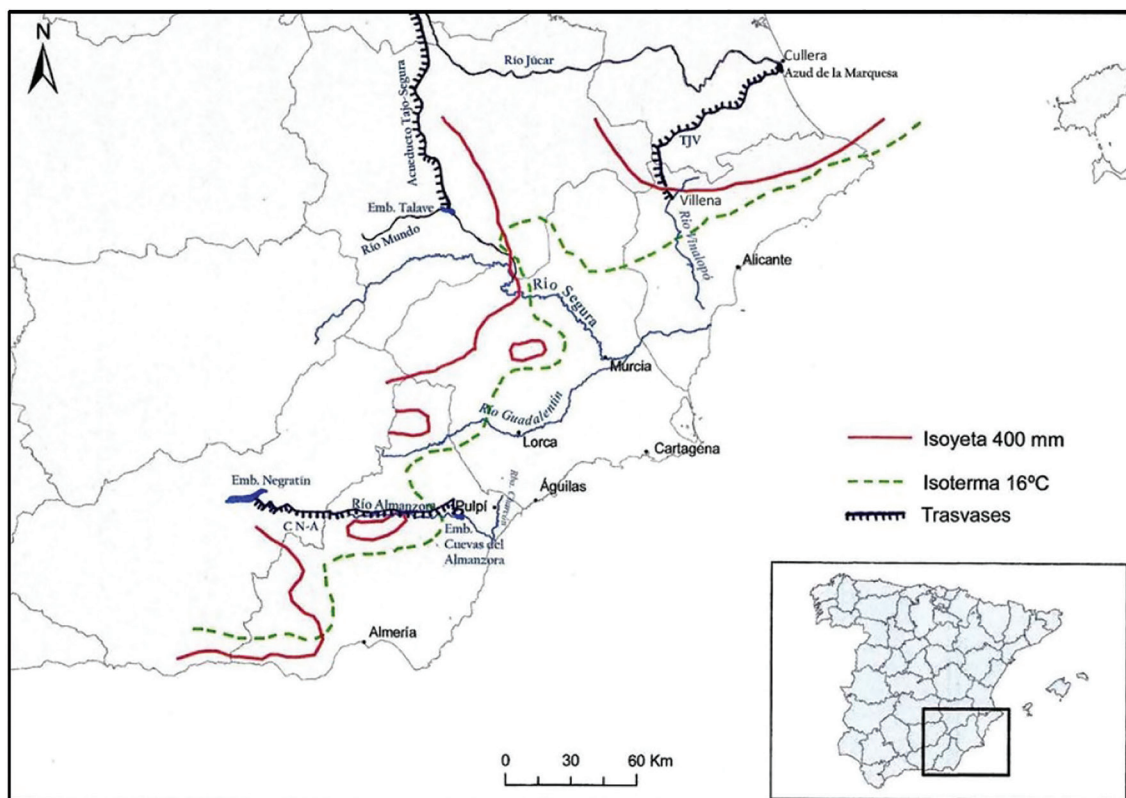
<sup>5</sup> Vera, 2006; Rico, 2007; Baños, Vera y Díez, 2010.

<sup>6</sup> Olcina, 2012.

<sup>7</sup> Olcina, Saurí y Vera, 2016.

<sup>8</sup> Gómez, 2018, 8.

Mapa 1. El sureste de la Península Ibérica



Fuente: Gil-Meseguer, Bernabé-Crespo y Gómez-Espín, 2017, 2.481.

ya la isoyeta de menos de 400 mm de precipitación anual<sup>21</sup>. La disposición del sistema bético, en dirección noreste-suroeste, resguarda a esta área a sotavento y origina un efecto *foehn* al erigirse como un abrigo orográfico frente a los vientos del oeste. Los cursos de agua son escasos y la mayoría son del tipo río-rambla, únicamente se podrían considerar ríos aquellos cursos permanentes cuya cabecera se ubica fuera de esta región (como sucede con el río Segura). Por sus características, en este territorio históricamente se han repetido las peticiones de traída de aguas, algunas de las cuales se han materializado en actuales trasvases<sup>22</sup> como el del Júcar-Vinalopó (TJV), el Acueducto Tajo-Segura (ATS) o la Conexión Negratín-Almanzora (C N-A)<sup>23</sup>.

Administrativamente, el sureste comprende la casi totalidad de las provincias de Murcia (Comunidad Autónoma de la Región de Murcia) y Almería (Andalucía), y la parte meridional de la provincia de Alicante (Comunidad Valenciana). La bonanza climática y la fertilidad de sus suelos, cuando estos tienen agua, han permitido que la región desarrolle un dinamismo económico en

diversos ámbitos, principalmente en la agricultura<sup>24</sup> y el turismo<sup>25</sup>. La MCT abastece a buena parte del sureste español, a un total de 80 municipios. En Murcia, lo hace a 43 de los 45 municipios con los que cuenta; a 35 de Alicante y a 2 de Albacete (Mapa 2).

En esta área, el crecimiento de la población en el siglo XXI ha crecido desde los 1.923.891 habitantes en el año 2000 hasta los 2.528.656 que se cuentan en 2019. Se observa que el crecimiento fue positivo hasta 2012 (un máximo de 2.553.278 habitantes), cuando comienza a descender hasta 2017, que anota un mínimo de 2.487.083 personas, para continuar creciendo en los últimos dos años (Gráfico 1). La mayoría de la población pertenece a la provincia de Murcia (57,7 %) y a la de Alicante (42,2 %), y los dos municipios albaceteños de Férez y Socovos apenas suponen el 0,1 %.

Como antecedentes, en 1633 ya se tienen documentos sobre mancomunaciones entre Lorca, Totana, Murcia y Cartagena para emprender proyectos de traída de aguas desde los ríos Castril y Guardal<sup>26</sup>. Sin embargo, no sería hasta 1927 cuando se constituye la Mancomunidad de

21. Gil-Meseguer et al., 2014.

22. Gil-Meseguer, 2019.

23. Gil-Meseguer y Gómez-Espín, 2017.

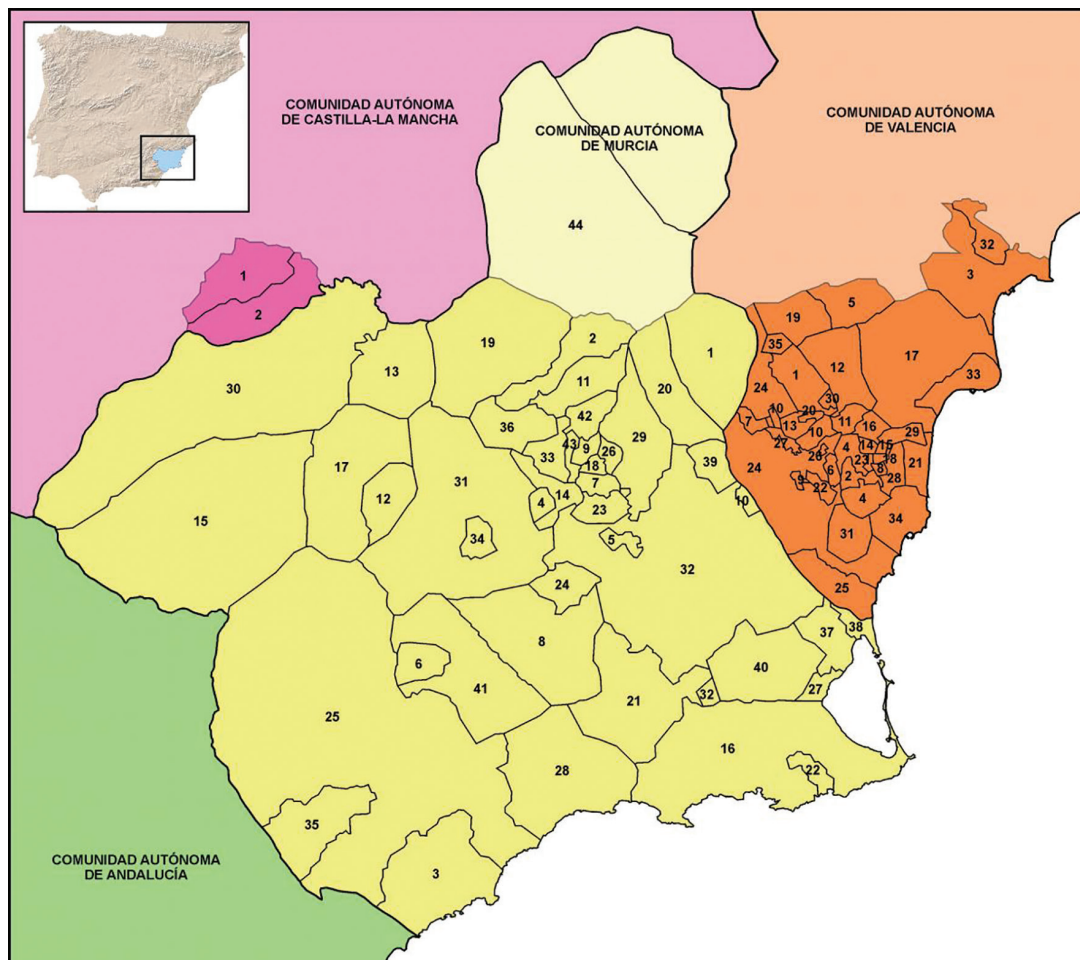
24. Gómez-Espín, López-Fernández y Montaner, 2011.

25. Martínez del Vas, 2017.

26. Mediavilla, 1928.

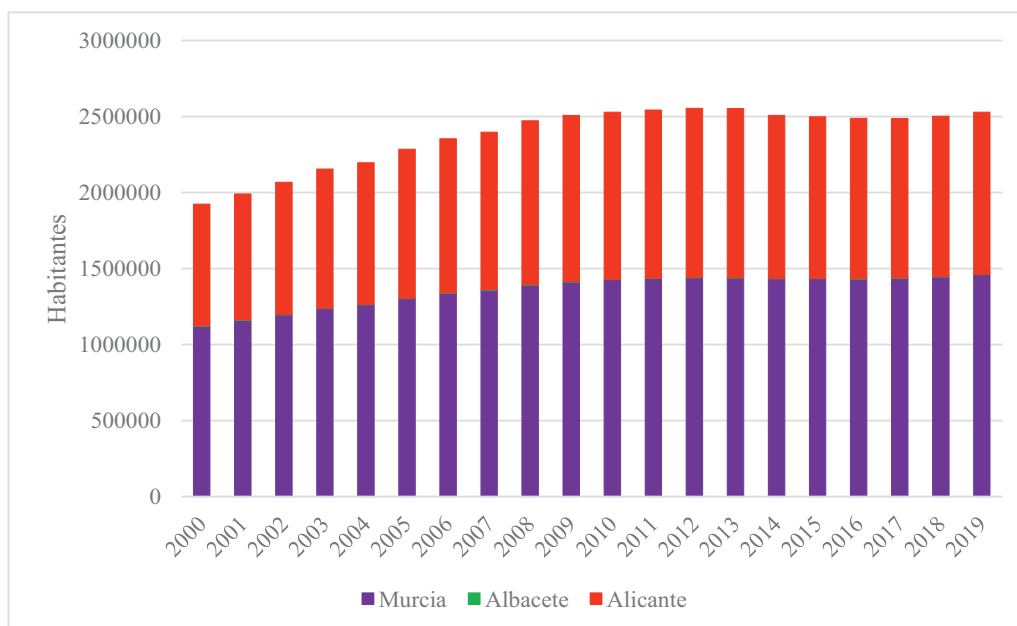


Mapa 2. Área de abastecimiento de la MCT



Fuente: datos suministrados por MCT (2020).

Gráfico 1. Evolución de la población en el área abastecida por la MCT (2000-2019)



Fuente: padrón municipal, INE (Instituto Nacional de Estadística, 2020).

Canales del Taibilla, con el cometido de traer el agua desde este río albaceteño y, como uno de sus principales objetivos, abastecer la base naval de Cartagena<sup>27</sup>. Pasaron años hasta resolver la financiación, hasta que en junio de 1932 comenzaron las obras que seguirían paralizándose con el tiempo. Durante la guerra civil continuaron realizándose planes para abastecer la base naval y, con su fin, la prioridad del abastecimiento a este emplazamiento militar hizo que las obras fueran declaradas como preferentes, de excepcional urgencia y de absoluta necesidad nacional, estando financiadas por el Estado en un 50 % y el otro 50 % por la mancomunidad por medio de operaciones de crédito con la garantía de los ayuntamientos<sup>28</sup>. Finalmente, en 1945 llegaron las aguas a la ciudad de Cartagena, celebrándose como un acontecimiento histórico. El suministro llegaría en los años siguientes a otras localidades sucesivamente, solicitando los municipios su abastecimiento mediante instancias. Así, en 1952 llegó a la Academia General del Aire y a San Javier, y en 1966 ya se abastecía a 46 municipios<sup>29</sup>. Por este entonces, ya se comenzaba a vislumbrar que el agua del Taibilla no sería suficiente para atender las necesidades de una población creciente. En 1933 ya se había planteado la traída de aguas desde el Tajo, por parte de don Manuel Lorenzo Pardo en su Plan Nacional de Obras Hidráulicas<sup>30</sup>, pero en 1967 se realizó el Anteproyecto General de Aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del centro y sureste de España: Complejo Tajo-Segura, el antecedente más directo del Acueducto Tajo-Segura (ATS), que finalmente entró en funcionamiento en 1979. La oferta de recursos se ampliaría más recientemente con la instalación de una red de desaladoras mediante el Programa A.G.U.A., la primera de ellas en Alicante en 2003.

## Objetivos y metodología

El estudio aplica la metodología propia del Análisis Geográfico Regional, en la cual se han distinguido varias fases. En primer lugar, la revisión bibliográfica sobre el estado de la cuestión y la elaboración del marco teórico. El trabajo de campo ha sido extensivo y se ha llevado a cabo la visita a las instalaciones de la MCT para la recogida de datos y la visita a las plantas desaladoras, tanto de MCT como ACUAMED (Sociedad Estatal Aguas de las Cuencas Mediterráneas). El posterior trabajo de gabinete

ha consistido en el análisis cuantitativo de los datos, combinado con el cualitativo para caracterizar la situación del abastecimiento de agua en alta en el sureste de España. En ellos se incluye el cálculo de la desviación típica o estándar ( $\sigma$ ), hallada según la raíz cuadrada de la varianza:

$$\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Sirve esta para establecer el valor que determina el rango típico ( $\sigma$  sumada a la media;  $\sigma$  restada a la media). Los valores fuera de este rango son excepcionalmente inusuales. La variable utilizada es el consumo en alta (el que la MCT distribuye a los distintos ayuntamientos o empresas), desglosado según su procedencia: aguas superficiales (río Taibilla y aguas provenientes del ATS), aguas desaladas (tanto de las desaladoras propias como de las que establecen acuerdos con la MCT) y un conjunto de otras aguas, entre las que se incluyen los contratos de cesiones de derechos al uso del agua. También se tiene en cuenta la evolución de la población para realizar el cálculo del consumo per cápita (datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística). Estas permiten conocer la tendencia del origen del suministro y poder establecer unas conclusiones en cuanto a la diversificación de la oferta de recursos. Se señala que la MCT abastece agua para consumo potable, por lo que otros usos del agua (como el riego) están excluidos de este análisis.

El periodo escogido (2000-2019) abarca el siglo XXI hasta los datos disponibles en la actualidad, y representa un buen ejemplo de la evolución de las distintas fuentes de abastecimiento. Entre los hitos más reseñables, destaca el inicio de la desalación en 2003, por lo que se puede estudiar su trayectoria y la labor que ha realizado dentro del suministro del agua. Igualmente, si bien el ATS entró en funcionamiento en 1979, ha sido en el siglo XXI cuanto se ha visto más cuestionado y se llegaron a paralizar los envíos para consumo humano durante varios meses, entre noviembre de 2017 y mayo de 2018 (ambos incluidos).

El objetivo de este estudio es analizar la evolución de los recursos hídricos de la MCT según su procedencia y valorar su tendencia, para explicar qué repercusiones ha tenido y cuál es el escenario próximo que puede encontrarse. Se comparan la primera década del siglo XXI con la segunda para apreciar las diferencias, permitiendo establecer unas tendencias futuras y unas recomendaciones para asegurar la garantía de suministro a un espacio de alta densidad poblacional y económica.

<sup>27</sup>. Vera y Morales, 1989.

<sup>28</sup>. Nieto, 2013.

<sup>29</sup>. Bernabé-Crespo, 2020.

<sup>30</sup>. Gil-Meseguer, Bernabé-Crespo y Gómez-Espín, 2017.

## Resultados

En el total del área abastecida por la MCT, el volumen distribuido se situaba en el 2000 en 198.422.547 m<sup>3</sup>. Su ascenso fue continuo hasta el 2005, cuando marcó un máximo de 227.284.806 m<sup>3</sup>. La tasa de incremento promedio para el periodo 2000-2005 fue del +2,75 % (es decir, de media, cada año aumentó el consumo total un 2,75 %). Los años 2005, 2006 y 2007 presentaron un consumo estabilizado, pero desde 2005 se inicia una reducción prolongada del consumo hasta el mínimo de 2014, con 183.174.411 m<sup>3</sup>. En este periodo, la tasa de incremento fue de un promedio de -2,94 % (cada año se reducía el consumo un 2,94 %). Al ser mayor la magnitud absoluta del incremento (negativo) y su mayor cantidad de años, en 2014 se consumían 15.248.136 m<sup>3</sup> menos de agua que

en el 2000, en un área que aglutinaba 583.101 habitantes más, por lo que se deduce que se ha reducido el consumo per cápita y se han llevado a cabo esfuerzos en la eficiencia hídrica. Desde 2014, el consumo se recupera hasta alcanzar en el último registro disponible los 197.948.297 m<sup>3</sup>, lo que supone una tasa de incremento promedio del +1,57 %, por lo que nos encontramos ante una etapa de reactivación del consumo, aunque con menor vigorosidad que en la de anterior auge (Gráfico 2).

Atendiendo a la procedencia de los recursos hídricos, en el 2000 el principal aportador del mix hídrico eran las aguas trasvasadas desde el Tajo, que suponían el 72,93 % del total. En 2003 entró en funcionamiento la primera desaladora, que apenas llegó a producir el 2,34 % del total. Sin embargo, la desalación ha llegado a suponer el 47,62 % del total en 2018 (Gráfico 3).

Gráfico 2. Evolución del volumen de agua distribuido por la MCT (2000-2019)

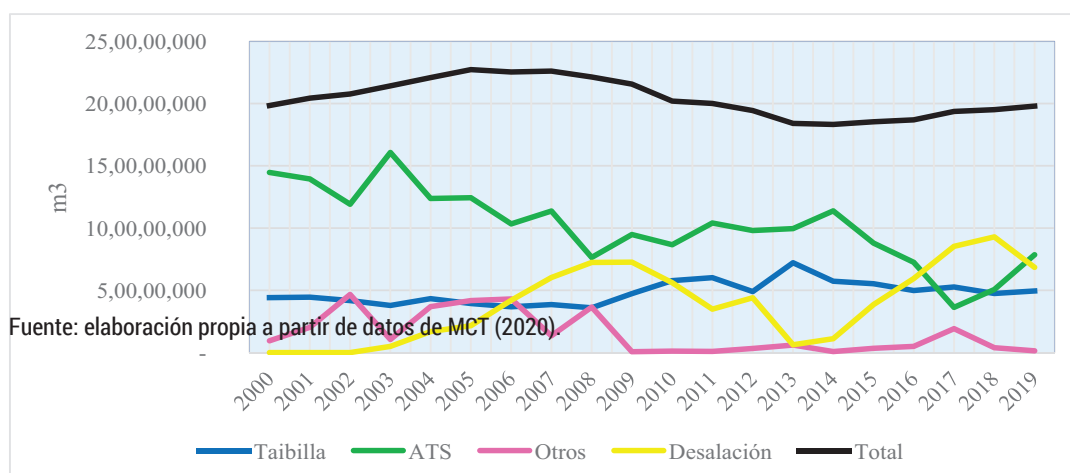
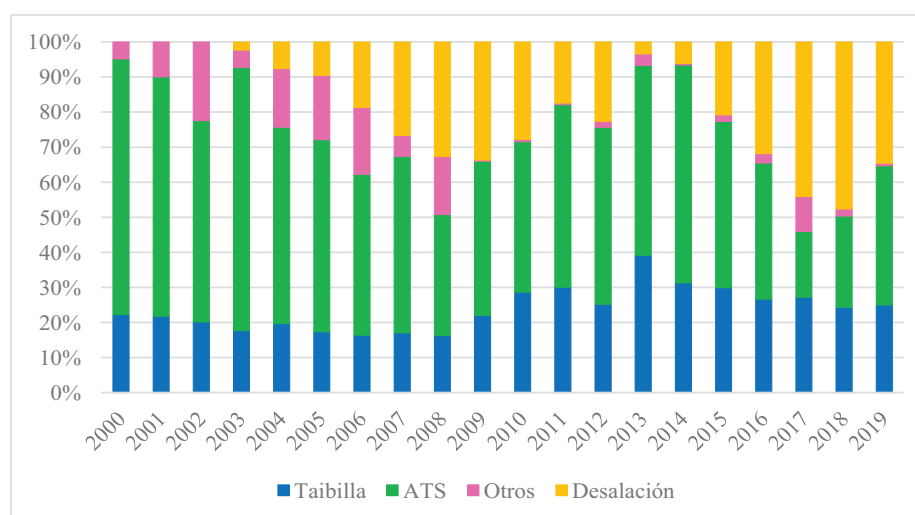


Gráfico 3. Evolución del origen de los recursos hídricos en el mix de la MCT (2000-2019)



Se aprecia un cambio en el papel de piedra angular del abastecimiento: la hegemonía del ATS desde el 2000 se redujo en 2006 a la mitad (45,88 % del total), y recientemente la comparte con la desalación, cuya relación es variable y determinada por los periodos de sequía.

Las aguas superficiales de la MCT son las procedentes del río Taibilla (Albacete), originario trasvase de aguas que dio nombre a la mancomunidad; las trasvasadas desde el río Tajo (Guadalajara) mediante el ATS; y las llama-

das “otras aguas”, que incluyen recursos extraordinarios procedentes de pozos de sequía, o mediante contratos de cesiones de derechos con otros usuarios.

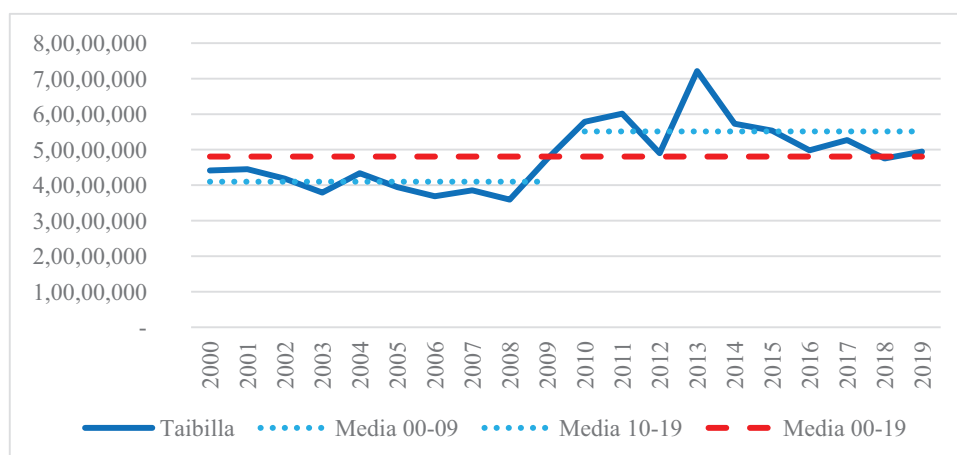
El río Taibilla (Figura 1) ha aportado de media unos 48.061.879 m<sup>3</sup>; siendo la media superior en la segunda década que en la primera (Gráfico 4). El mínimo de aportes se situó en 2008 con 35.950.551 m<sup>3</sup>, y su máximo en 2013 con 72.113.547 m<sup>3</sup>. Su desviación típica ( $\sigma$ ) es de 8.988.494 m<sup>3</sup> (equivalente a un 18,70 % de su apor-

Figura 1. Pantano del Taibilla (Albacete)



Fuente: autor.

Gráfico 4. Aportaciones del río Taibilla en el mix hídrico de la MCT (2000-2019)



Fuente: elaboración propia a partir de MCT (2020).

tación media), por lo que el rango típico se sitúa entre 57.050.373 y 39.073.385. Por tanto, los bienios 2010-2011 y 2013-2014 fueron inusualmente de más aportes; mientras que 2003 y el trienio 2006-2007-2008, años de excepcionales reducciones.

Las aguas de la cabecera del Tajo empezaron a llegar a la cuenca del Segura en 1979, a través del embalse de Talave (Figura 2), y desde entonces se ha configurado

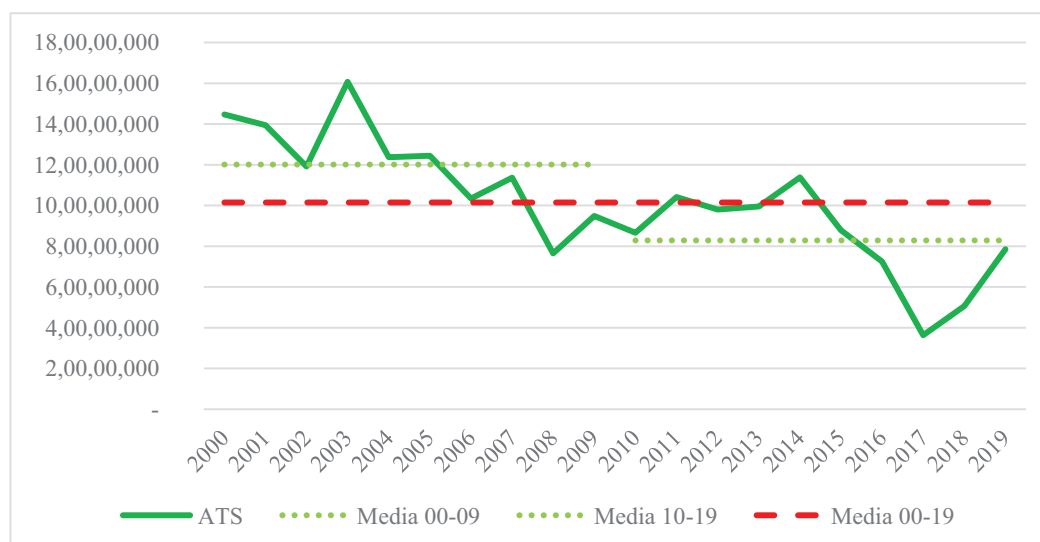
como pieza clave del abastecimiento surestino. En el siglo XXI, ha aportado de media unos 101.426.507 m<sup>3</sup>, aunque en la última década los aportes han sido considerablemente inferiores a los años 2000-2009 (Gráfico 5). El mínimo de aportes se ha contabilizado en el año 2017, con 36.298.995 m<sup>3</sup>, debido a la sequía que motivó la paralización de los envíos desde noviembre de 2017 hasta mayo de 2018, ambos incluidos. El máximo lo alcanzó

Figura 2. Embalse de Talave, que recibe las aguas del Tajo en la cuenca del Segura



Fuente: autor.

Gráfico 5. Aportaciones del ATS en el mix hídrico de la MCT (2000-2019)



Fuente: elaboración propia a partir de MCT (2020).

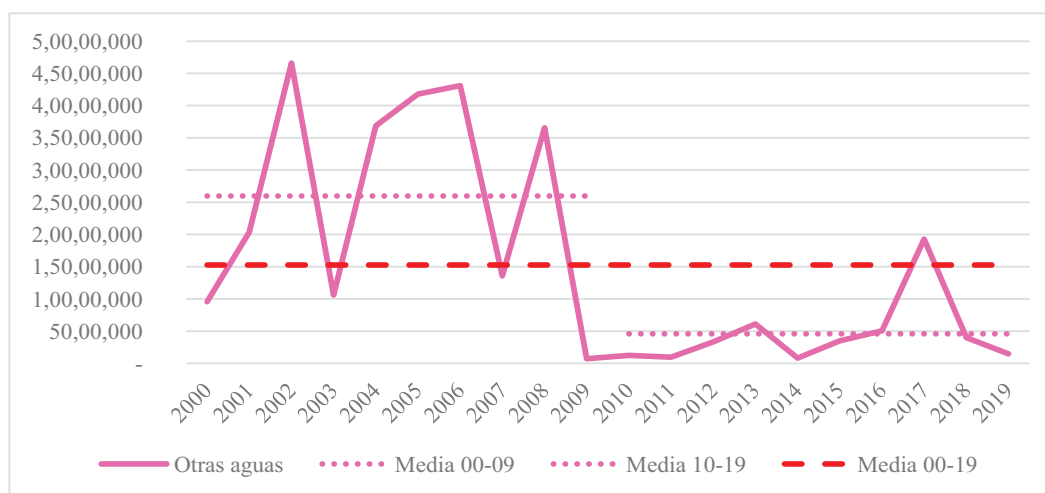
en 2003 con 160.714.500 m<sup>3</sup>. Ello ocasiona una desviación típica ( $\sigma$ ) de 29.796.727 m<sup>3</sup>, lo que supone el 29,38 % de la media. Su alta desviación indica un intervalo de confianza amplio, que oscila entre los 131.223.234 y 71.629.781; por lo que pueden considerarse como anormales los años 2000, 2001 y 2003 por ser superiores; y 2017-2018 por ser inferiores.

Por último, la categoría de “otras aguas” representa un porcentaje residual del mix hídrico de la MCT, y que solo se emplea en momentos puntuales de necesidad. Es por ello que estos valores son teóricos y, aunque no se ajustan a un escenario de realidad, sí sirven como guía para interpretar su evolución. De media, se han contabilizado un 15.275.127 m<sup>3</sup> de aportaciones

al año, observándose que fueron superiores en la primera década a la segunda (Gráfico 6). El mínimo se dio en 2009, con apenas 724.230 m<sup>3</sup>, y el máximo en 2002, con 46.618.790 m<sup>3</sup>. La notable diferencia se traduce en una desviación típica ( $\sigma$ ) de 15.950.483 m<sup>3</sup> (equivalente del 104,42 %), una distribución anormal, por lo que no existe un intervalo de confianza, ya que cada año depende de la coyuntura.

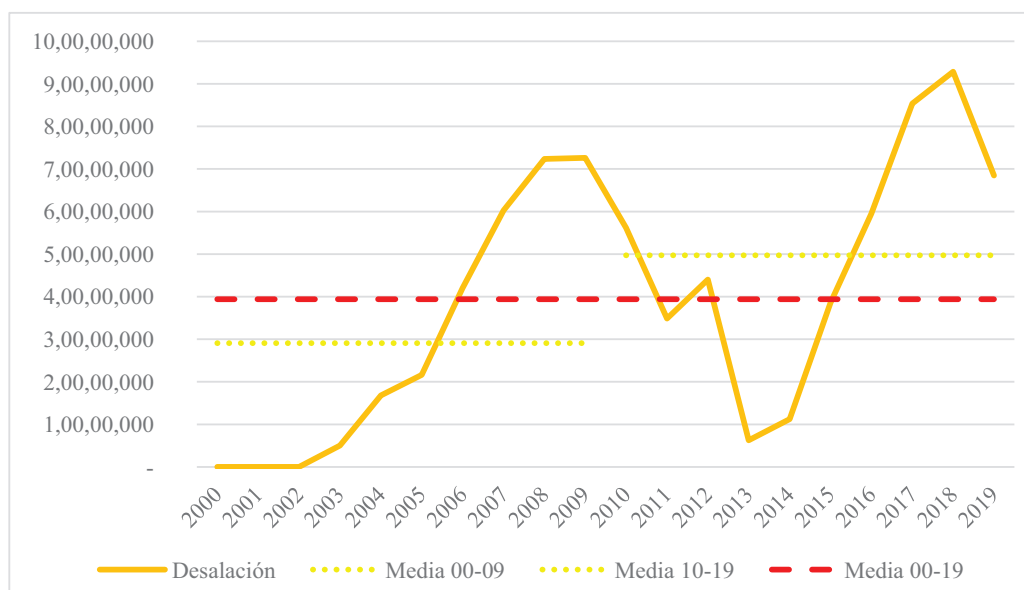
Las aguas procedentes de la desalación comenzaron a participar en el mix hídrico en 2003, cuando entró en funcionamiento la planta desaladora de Alicante I. Desde entonces, han suministrado de media 39.405.185 m<sup>3</sup>, elevándose en la última década respecto de la primera (Gráfico 7). Si obviamos 2003, el año de inicio, el mínimo

Gráfico 6. Otras aportaciones de aguas en el mix hídrico de la MCT (2000-2019)



Fuente: elaboración propia a partir de MCT (2020).

Gráfico 7. Aportaciones de agua desalada en el mix hídrico de la MCT (2000-2019)



Fuente: elaboración propia a partir de MCT (2020).

se encontraría en 2013, con solo 6.273.140 m<sup>3</sup>; y el máximo en 2018, con 92.867.715 m<sup>3</sup>. La desviación típica ( $\sigma$ ) resultante es de 25.540.431 (el 64,81 % de la media), lo que confirma que sus aportaciones son muy variables y solo entran en funcionamiento cuando la situación lo requiere. Ello resulta en un intervalo de confianza muy amplio, entre 64.945.615 y 13.864.754, que solo deja como inusualmente altos los periodos de sequía en el sureste: bienio 2008-2009 y trienio 2017-2018-2019; e inusuales bajos a 2013-2014.

Los caudales de agua desalada pueden tener, a su vez, distintas procedencias. La primera división es la titula-

ridad: la MCT posee cuatro plantas desaladoras (Alicante I y II; San Pedro I y II), que son las que principalmente abastecen de agua desalada cuando la situación lo requiere. Pero, además, existen otras plantas desaladoras (cuya titularidad es de ACUAMED) que pueden proveer de este recurso a la MCT en situaciones excepcionales, mediante la firma de acuerdos y convenios. Estas son las de Valdelentisco (situada entre Cartagena y Mazarrón), la de Águilas-Guadalentín, y la de Torrevieja (Figura 3).

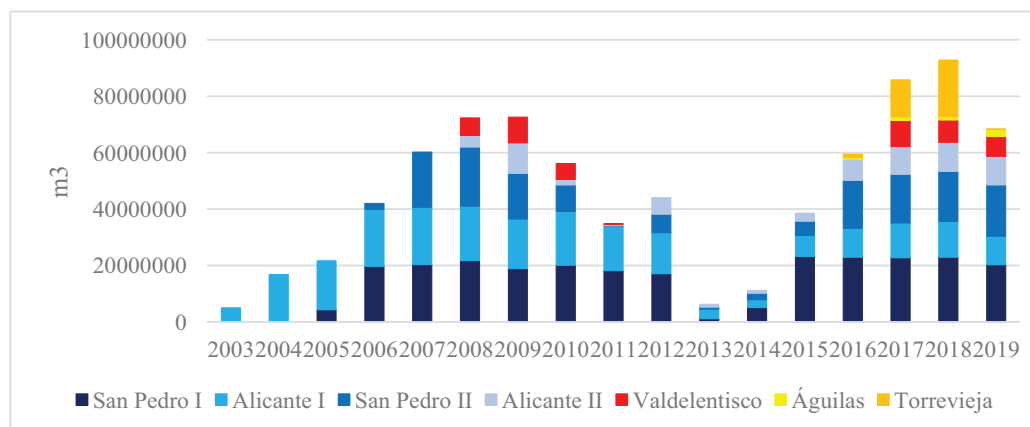
El Gráfico 8 muestra la producción de cada una de estas plantas para el mix hídrico de la MCT, distinguiendo en tonos fríos las de MCT y cálidos las de ACUAMED.

Figura 3. Bastidores de ósmosis inversa en la desaladora de Torrevieja (Alicante)



Fuente: autor.

Gráfico 8. Producción de agua desalada en el mix hídrico de la MCT por planta desaladora (2003-2019)



Fuente: elaboración propia a partir de MCT (2020).

San Pedro I es la desaladora que más agua ha aportado, con 17.223.900 m<sup>3</sup> de media; siguiéndole Alicante I con 13.238.790 m<sup>3</sup>; San Pedro II con 10.957.806 m<sup>3</sup>; y, por último, Alicante II con 5.493.378 m<sup>3</sup>. El año que más agua produjeron las desaladoras de la MCT fue 2008, pero realmente fue en 2018 cuando se alcanzó el máximo de producción desalada, al sumar los aportes de las desaladoras de ACUAMED. De aquí se desprende que, por encima de los 60 millones de m<sup>3</sup>, la MCT necesita recurrir a las desaladoras de ACUAMED para garantizar su abastecimiento. Entre ellas, la que más caudal ha aportado es Torrevieja, con una media de 8.663.103 m<sup>3</sup> (en cuatro años de suministro), le siguen Valdelentisco con 6.507.721 m<sup>3</sup> de media (siete años de suministro); y Águilas-Guadalen-tín, 1.408.248 m<sup>3</sup> de media (cuatro años de suministro).

## Discusión

En el espacio del sureste se concentra una prominente actividad turística que hace difícil constatar la po-

blación real que utiliza los recursos hídricos puestos a disposición por la MCT. Además, han de tenerse en cuenta otros recursos propios de agua que puedan aprovechar los diferentes ayuntamientos y empresas municipales de distribución de aguas, aunque estos son casi testimoniales. Por tanto, es la MCT el ente responsable de garantizar la seguridad hídrica y de abastecer a una población permanente de más de 2,5 millones de personas, además de la industria asociada. Si se tiene en cuenta esta distribución en alta se puede observar que, en el siglo XXI, tras periodos de aceleración y desaceleración del consumo, el volumen consumido en 2019 (197.948.297 m<sup>3</sup>) es incluso menor que en el 2000 (198.422.547 m<sup>3</sup>), al contrario que el crecimiento de la población, que ha aumentado en el mismo periodo en 604.765 personas más. Estableciendo un dato de consumo per cápita teórico, este ha descendido desde los 103 m<sup>3</sup>/habitante del 2000 hasta los 78 m<sup>3</sup>/habitante en 2019 (Tabla 1).

El cálculo del consumo per cápita teórico muestra que se ha aumentado la eficiencia del recurso en la re-

**Tabla 1. Evolución de la relación entre habitantes y volumen de agua distribuida en alta por la MCT (2000-2019)**

Año	Habitantes	Volumen distribuido (m <sup>3</sup> )	Consumo per cápita (m <sup>3</sup> /habitante)
2000	1.923.891	198.422.547	103
2001	1.990.673	204.306.125	103
2002	2.067.207	207.601.716	100
2003	2.154.708	214.243.085	99
2004	2.196.198	220.782.853	101
2005	2.285.002	227.284.806	99
2006	2.353.200	225.382.449	96
2007	2.396.799	226.032.617	94
2008	2.472.040	221.319.721	90
2009	2.507.671	215.560.249	86
2010	2.528.714	201.934.924	80
2011	2.542.146	200.080.643	79
2012	2.553.278	194.394.710	76
2013	2.553.080	184.026.747	72
2014	2.506.992	183.174.411	73
2015	2.498.607	185.315.718	74
2016	2.488.288	186.876.886	75
2017	2.487.083	193.652.963	78
2018	2.502.625	195.032.493	78
2019	2.528.656	197.948.297	78

Fuente: elaboración propia.



gión del sureste español, y que se han acometido labores de mejora en el rendimiento de la red y reducido las pérdidas de agua. De igual manera, que la sociedad está concienciada y que las campañas de sensibilización han tenido un efecto sobre la población, motivándola a ejercer un ahorro del agua. Además, es necesario añadir el consumo realizado por los turistas, no contabilizados en la población permanente. En un área donde la llegada de turistas se ha incrementado desde el 2000 hasta la irrupción de la crisis económica de 2008, el conseguir bajar paulatinamente el consumo per cápita, aun recibiendo mayor número de turistas, es un logro de la sociedad y de los encargados del abastecimiento. Sin embargo, preocupa que desde 2013 esta cifra se encuentre en aumento, aunque esta puede deberse a la vuelta de turistas una vez superada la crisis económica. Lo importante es que no continúe creciendo por encima de niveles precrisis, y que se mantengan los esfuerzos por reducir el consumo aún más, es decir, continuar en la senda del ahorro y la eficiencia.

En cuanto a la procedencia de los recursos, se aprecia un cambio de notable calado en la composición del mix hídrico de la MCT: en la primera década estaba compuesto en su mayoría por el caudal procedente del trasvase Tajo-Segura, con un considerable aporte del río Taibilla; mientras que en la segunda década se ha diversificado la oferta del recurso, haciendo que las aguas trasvasadas y la desalación compitan por ser el mayor abastecedor según el año, además del aporte más regular del Taibilla. De esta manera, el Taibilla contribuye entre un 16 y un 39 % del total, con una media al alza; el ATS entre el 19 y el 75 %, con una media a la baja; la desalación desde un 3 al 48 % y una media al alza; y otros aportes desde ser prácticamente inexistentes (0,34 %) a más del 20 % (Tabla 2).

El río Taibilla es la fuente más constante de suministro, por ser un cauce permanente de agua y vinculado a la cuenca del Segura, aunque este es insuficiente y depende de la precipitación recibida, pues no llega a representar más del 40 % en sus años más húmedos. Las aguas del trasvase Tajo-Segura han sufrido las controversias político-territoriales que, sumadas a las sequías, han convertido a esta fuente en más variable de lo que solía ser antaño. En este sentido, es necesario una doble responsabilidad: para asumir que los periodos de sequía pueden ser más recurrentes y que el caudal trasvasado tienda a ser menor; y la necesidad de respetar los envíos acordados y evitar la aparición de movimientos territoriales insolidarios. Las aguas catalogadas de extraordinarias y otros recursos son alterables y de reducida magnitud para el conjunto. Estas han servido para paliar situaciones de necesidad y solo se han efectuado acuerdos de intercambio de aguas o cesiones de derechos cuando era necesario. Estos se utilizaron más durante anteriores sequías y con la llegada de la desalación, se ha optado más por esta fuente para dar respuesta a los abastecimientos<sup>31</sup>. La desalación se ha asentado como un recurso que actúa a modo de seguro hídrico, es decir, produce agua en años de escasez y queda prácticamente inutilizada en años húmedos, aunque la tendencia es de un aumento progresivo motivado por las sequías y la inestabilidad del trasvase Tajo-Segura. La mayor contribución del agua desalada al total distribuido ha tenido como mayor repercusión el aumento del precio del agua, ya que el coste energético es considerablemente mayor para producir agua desalada. También cuenta con detractores que enfatizan en el impacto marino que puede ocasionar la salmuera mal dispersada, o la concentración de boro que la hace inviable para ciertos cultivos. De igual manera, la inver-

**Tabla 2. Variación de la participación de cada fuente de suministro en el mix hídrico de la MCT (%)**

PARTICIPACIÓN (%)	Taibilla	ATS	Otros	Desalación
Media '00-'09	19,05	55,91	11,93	13,12
Media '10-'19	28,75	43,22	2,39	25,64
Media '00-'19	23,90	49,56	7,16	19,38
Menor aporte y año	16,24 (2008)	18,74 (2017)	0,34 (2009)	3,41 (2013)*
Mayor aporte y año	39,19 (2013)	75,02 (2003)	22,46 (2002)	47,62 (2018)

\*Excluyendo 2000-2003, años de inexistencia o puesta de inicio de la desalación. Fuente: elaboración propia a partir de MCT (2020).

<sup>31</sup>. Gil-Meseguer, Bernabé-Crespo y Gómez-Espín, 2020.

sión pública en plantas desaladoras es esporádicamente cuestionada por la sociedad, que se ha encontrado, en ocasiones, asociada a prácticas de corrupción.

Por último, cabe destacar el papel de la distribución en baja. Son las empresas municipales las que reciben el agua de la MCT y las que la hacen llegar a los usuarios. Por tanto, su labor es fundamental en cuanto a reducir pérdidas y mejorar el rendimiento: tratar de que la distribución en alta sea lo más semejante posible al consumo real ejercido por la población. La actuación de las empresas varía según los municipios y sus características, y se encuentran áreas donde más del 50 % del agua es perdida en red, y otras donde el rendimiento es superior al 80 %, como Cartagena<sup>32</sup>. Si bien los datos advierten que se ha avanzado en la reducción del consumo, esta es desigual territorialmente y deben realizarse mejoras en aquellos municipios con una situación de abastecimiento más precaria<sup>33</sup>. Una mayor eficiencia en el rendimiento de la red en baja implicaría un descenso del volumen consumido en alta, lo que ayuda a su sostenibilidad. En un contexto de cambio climático y de previsible disminución de los recursos hídricos, es necesario adoptar estrategias sostenibles ambiental y socioeconómicamente que permitan lograr la seguridad hídrica. La reducción de la demanda es clave para alcanzar un aprovechamiento óptimo del recurso, por lo que realizar acciones en este sentido se antoja prioritario. En cuanto a la oferta de recursos, apostar por el reciclaje del agua es estratégicamente importante<sup>34</sup>; en el marco de los objetivos para mitigar los efectos del cambio climático, la UE ha realizado una apuesta decidida por la economía circular, en la que el agua es un elemento fundamental para el Pacto Verde Europeo 2019-2024<sup>35</sup>. La desalación debería considerarse como un recurso garantizador en aquellas situaciones en las que los trasvases no sean capaces de suministrar caudales, por propia insuficiencia. La investigación en técnicas de desalación que impliquen una menor huella de carbono es indispensable para hacer más sostenibles sus caudales generados.

## Conclusiones

La gestión de los recursos hídricos realizada por la Mancomunidad de Canales del Taibilla en el sureste de España, una región con escasez estructural de agua, ha permitido asegurar un correcto abastecimiento y aumentar la seguridad hídrica para su población y actividades económicas. El análisis de la evolución en la distribución en alta ha mostrado que, a pesar de un incremento de población en el siglo XXI y la creciente llegada de turistas, el volumen consumido ha sido menor que a principios de la serie estudiada. Esto sugiere que se han realizado trabajos de mejora en la eficiencia del recurso y de la red de distribución, minimizando pérdidas y alcanzando rendimientos más elevados, al igual que una concienciación socioambiental que apremia el ahorro de agua.

La tendencia del consumo ha sido positiva de 2000 a 2005; negativa de 2007 a 2014; y se ha vuelto a reactivar desde 2014 hasta la actualidad. Además de la mejora en la eficiencia de la red y la sensibilización social, se apunta a la crisis económica como factor que repercute en el consumo de agua: afluencia de visitantes y apertura o cierre de establecimientos de la industria turística. En los próximos años cabría esperar la continuación de la tendencia al alza en el consumo, aunque no debería sobrepasar el umbral precrisis y emplear medidas de ahorro doméstico y turístico más eficaces.

El río Taibilla aporta un caudal relativamente regular, pero reducido, al mix hídrico de la MCT, que solo depende de la precipitación. Este suele aportar, de media, un 24 % del total. La desviación típica de sus aportes es de  $\sigma = 18,70$  % de su aportación media en el periodo 2000-2019, que se sitúa en 48.061.879 m<sup>3</sup> al año.

El agua procedente del trasvase Tajo-Segura ha sufrido una variación en sus aportes al mix hídrico, pues en la segunda década del siglo XXI sus aportes han sido considerablemente menores. El trasvase suele aportar un 50 % del total y su desviación típica es de  $\sigma = 29,38$  % de los aportes medios, que son 101.426.507 m<sup>3</sup>. La reducción de las precipitaciones ha motivado el cierre del trasvase durante siete meses entre 2017 y 2018, y las tensiones interterritoriales entre las diferentes Comunidades Autónomas cuestionan el normal funcionamiento del acueducto cuando las reservas hídricas lo permitan. Resulta necesario llegar a acuerdos que permitan el mantenimiento de esta estructura, siempre que la situación hidráulica lo permita, ya que es clave en el abastecimiento de agua potable para una región

<sup>32</sup>. Bernabé-Crespo y Gómez-Espín, 2015.

<sup>33</sup>. Bernabé-Crespo, Tudela y Gómez-Espín, 2021.

<sup>34</sup>. Sgroi, Vagliasindi y Roccaro, 2018.

<sup>35</sup>. EEA, 2016; Comisión Europea, 2020.

donde viven más de 2,5 millones de personas permanentemente y otros millones más de visitantes.

El agua procedente de recursos extraordinarios y contratos de cesión de derechos al uso de agua representa un porcentaje residual y que solo se ha aplicado en situaciones de carestía. De media para el periodo estudiado, han aportado un 7 % del total y presentan una desviación típica anormal, de más del 104 % de sus aportes medios. Esto indica que dependen de la coyuntura ambiental y socioeconómica para ser puestos en marcha, y son recursos de extrema necesidad. Además, la tendencia parece indicar que están siendo sustituidos por los aportes de la desalación. Aquí se produce un debate entre la conveniencia o no de facilitar los acuerdos mediante contratos y cesiones, los cuales pueden incentivar a sus gestores para lograr una mejor eficiencia del recurso. Sin embargo, se incentiva de igual manera en la desalación, sobre todo en años de sequía donde se produce una alta competencia entre la MCT y los regantes por la firma de contratos con las desaladoras de ACUAMED.

La desalación comenzó a funcionar en el sureste en 2003 y, desde entonces, actúa de manera variable, dependiendo de la necesidad de agua y mayor o menor aporte de las aguas superficiales. De media, teóricamente aporta un 19 %, aunque este puede llegar a alcanzar casi un 50 % en un año seco o en torno al 3 % en un año húmedo. Por tanto, su desviación típica es alta, de  $\sigma = 64,81\%$  de su aportación media. Atendiendo al desglose por plantas desaladoras, la de San Pedro I es la que más agua ha producido, seguida de Alicante I. En general, se observa que los mayores caudales proceden de las desaladoras de la MCT, y que, cuando es necesario (normalmente, cuando la producción alcanza los 60 millones de  $m^3$  anuales), se procede al establecimiento de acuerdos con ACUAMED para suministrar agua desde otras plantas desaladoras. En este último caso, las que más agua han aportado han sido Torrevieja y Valdeleñisco. La irrupción de la desalación ha supuesto la garantía de suministro para la población y actividades económicas, incluso en el periodo estival de alta demanda, y el alivio de la competencia por los usos del agua de determinados sectores productivos. Pero también ha implicado la subida del precio del agua debido a su mayor coste energético, así como una inversión pública e impacto ambiental –temas a veces cuestionados por la sociedad–, y su limitación para ciertas actividades, como la presencia del ion boro. Las concentraciones de este elemento dependen, en buena parte, de la temperatura del agua captada, la cual influye en la efectividad

de la membrana de ósmosis inversa. El agua desalada debe cumplir las recomendaciones de la OMS para el consumo humano, pero los regantes han comprobado que ciertos cultivos –como los cítricos– no toleran bien su uso, por lo que deben mezclarla con la procedente de otras fuentes.

Garantizar un suministro de agua potable continuo durante el año es clave para el desarrollo socioeconómico de una región donde el agua es un bien muypreciado y valorado. No solo porque es vital para los habitantes del sureste, también para permitir la actividad turística que cada vez atrae a más visitantes y que se suele concentrar de forma masiva en pocos meses del año. Urge tomar medidas de mejora de la red de distribución en las empresas de distribución en baja, lograr un consumo responsable en los propios domicilios, e instalar medidas estratégicas de ahorro en establecimientos turísticos; con el fin de continuar la senda de contracción del consumo per cápita y evitar un nuevo aumento por encima de los niveles precrisis económica. De igual manera, es primordial asegurar y mantener la diversificación de la oferta del recurso conseguida en el siglo XXI: aguas superficiales, trasvasadas y desaladas, acompañadas de una mayor flexibilidad burocrática para poder ejercer contratos de cesiones de derechos si estos son necesarios, al igual que para las plantas desaladoras. El mantenimiento del trasvase Tajo-Segura debe ser consensuado y no debe ser objeto de tensiones interterritoriales, debiendo su supervivencia únicamente a características ambientales y a la situación de reserva hidráulica. Por su parte, la desalación necesitaría de mejoras en cuanto a la investigación en I+D+i para conseguir reducir costes de producción y poder abaratar un agua encarecida, pero necesaria. El agua desalada es un “agua segura” en su doble sentido: *segura* para su consumo y *asegurada* para su distribución, pero su mayor precio compromete su rentabilidad. Es necesario invertir en la investigación para tratar de economizar este recurso y, no menos importante, hallar técnicas que reduzcan su huella de carbono para hacerla más sostenible. De igual manera, es urgente estudiar los efectos en el medio marino y buscar su mejor emplazamiento, así como realizar un control sobre su gestión y trasladar a la sociedad la necesidad de inversión en una infraestructura que se ha posicionado como clave dentro del abastecimiento mediterráneo.

La correcta planificación de los recursos hídricos debe prever el efecto del cambio climático y buscar una solución sostenible ambiental, social y económicamente. La diversificación de la oferta de recursos debe

extender el reciclaje de aguas a aquellos lugares donde no se realice e indagar sobre su reutilización potable. El mantenimiento del ATS debe continuar siempre que la situación lo permita, a la misma vez que realizar avances en la desalación, por las razones anteriormente citadas. Se debe comenzar por lo inmediato, y es gestionar la demanda, entre lo que sobresale mejorar la red de distribución para lograr la eficiencia y promover un uso responsable del agua, que tanto ha costado disponer en estas tierras del sureste español.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baños, C. J., Vera, J. F. y Díez, D. 2010: "El abastecimiento de agua en los espacios y destinos turísticos de Alicante y Murcia". *Investigaciones Geográficas*, 51, 81-105. <https://doi.org/10.14198/INGEO2010.51.04>
- Bates, B., Kundzewicz, Z. W., Wu, S. & Palutikof, J. (Eds.) 2008: *Climate change and water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva (Switzerland), IPCC Secretariat.
- Bernabé-Crespo, M. B. 2020: *Los canales del agua: abastecimiento y saneamiento en la comarca del Campo de Cartagena-Mar Menor*. Madrid (España), Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y Mancomunidad de Canales del Taibilla.
- Bernabé-Crespo, M. B., Gil-Meseguer, E. y Gómez-Espín, J. M. 2019: "Desalination and water security in Southeastern Spain". *Journal of Political Ecology*, 26 (1), 486-499. <https://doi.org/10.2458/v26i1.22911>
- Bernabé-Crespo, M. B. y Gómez-Espín, J. M. 2015: "El abastecimiento de agua a Cartagena". *Cuadernos geográficos*, 54 (2), 270-297. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v54i2.3097>
- Bernabé-Crespo, M. B. y Loáiciga, H. A. 2019: "El suministro hídrico a la aglomeración urbana de Los Ángeles, California (EEUU)". *Agua y Territorio*, (13), 35-42. <https://doi.org/10.17561/at.13.3789>
- Bernabé-Crespo, M. B., Tudela Serrano, M. L. y Gómez-Espín, J. M. 2021: "Gestión del abastecimiento de agua en una región semiárida: análisis del consumo de agua potable en el Campo de Cartagena-Mar Menor: 2010-2019". *Boletín de la Asociación Española de Geografía*, 88. <https://doi.org/10.21138/bage.3009>
- Campos, H. L. y Pacheco, S. M. 2018: "Un análisis histórico y geográfico de la importancia del río Beberibe para el suministro de agua de la Región Metropolitana de Recife". *Agua y Territorio*, 11, 34-43. <https://doi.org/10.17561/at.11.2945>
- Comisión Europea. 2020: *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: El Pacto Verde Europeo*. Bruselas (Bélgica), COM/(2019)/640 Final.
- Cooley, H., Gleick, P. & Wolff, G. 2006: *Desalination, with a Grain of Salt: Perspectives from California*. Berkeley (California), Pacific Institute.
- EEA (European Environment Agency). 2016: *Circular Economy in Europe - Developing the knowledge base*. EEA Report No. 2/2016. 42 p.
- Gil-Meseguer, E. 2019: "Trasvases de agua al sureste de España". *Agua y Territorio*, (13), 55-68. <https://doi.org/10.17561/at.13.4421>
- Gil-Meseguer, E., Bernabé-Crespo, M. B. y Gómez-Espín, J. M. 2017: "Las políticas de trasvases de agua y desalación en España, sus repercusiones en la ordenación del territorio del Sureste". *Actas del XXV Congreso de la AGE "50 años de congresos de Geografía. Naturaleza, territorio y ciudad en un mundo global"*. Madrid (España), Asociación de Geógrafos Españoles (AGE) y Universidad Autónoma de Madrid, 2.480-2.489. <https://doi.org/10.15366/ntc.2017>
- Gil-Meseguer, E., Bernabé-Crespo, M. B. y Gómez-Espín, J. M. 2019: "Recycled sewage – A water resource for dry regions of Southeastern Spain". *Water Resources Management*, 33 (2), 725-737. <https://doi.org/10.1007/s11269-018-2136-9>
- Gil-Meseguer, E., Bernabé-Crespo, M. B. y Gómez-Espín, J. M. 2020: "Resiliencia en el consumo de agua por parte de abastecimientos y regadíos ante las sequías en el Sureste de España". *Cuadernos de Geografía*, 104, 107-130. <https://doi.org/10.7203/CGUV.104.16328>
- Gil-Meseguer, E., García Martínez, P. J., Gómez-Espín, J. M. y Almela Pérez, R. 2014: *El dinamismo del regadío de Pulpí*. Murcia (España), C. R. Pulpí.
- Gil-Meseguer, E. y Gómez-Espín, J. M. 2017: *El trasvase de aguas del embalse del Negatín (Granada) al embalse de Cuevas del Almanzora (Almería). La Conexión Negatín-Almanzora (C N-A)*. Murcia (España), Colección Usos de agua en el territorio, Universidad de Murcia y AGUAS DEL ALMANZORA, S. A.
- Gil-Meseguer, E., Martínez-Medina, R. y Gómez-Espín, J. M. 2018: "El trasvase Tajo-Segura (1979-2017). Actuaciones para su futuro en España". *Tecnología y Ciencias del Agua*, 9 (2), 160-174. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-02-08>
- Gleick, P. 2010: "Roadmap for sustainable water resources in southwestern North America". *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 107 (50), 21.300-21.305. <https://doi.org/10.1073/pnas.1005473107>
- Gómez, C. M. 2018: "La seguridad hídrica como envolvente". En Delacámara, G., Lombardo, F. y Díez, J. C. (Coord.), *Libro blanco de la economía del agua*. Madrid (España), McGraw-Hill Interamericana de España, 5-12.
- Gómez-Espín, J. M., López-Fernández, J. A. y Montaner, E. (Coord.). 2011: *Modernización de regadíos: sostenibilidad social y económica. La singularidad de los regadíos del Trasvase Tajo-Segura*. Murcia (España), Colección Usos de agua en el territorio, Universidad de Murcia.

- González-Morales, A. y Ramón-Ojeda, A.** 2019: "La desalación de agua de mar en las Canarias Orientales: los casos de Lanzarote y Fuerteventura". *Agua y Territorio*, (13), 15-26. <https://doi.org/10.17561/at.13.3722>
- Hamrita, A. y Rejeb, H.** 2019: "Futuro de la gestión integrada "aguas residuales tratadas/agricultura periurbana" en Túnez. Caso del perímetro de riego público (PRP) de Zaouia (Susa)". *Agua y Territorio*, 13, 27-34. <https://doi.org/10.17561/at.13.4115>
- Juárez, C.** 2008: "Indicadores hídricos de sostenibilidad y desarrollo turístico y residencial en la Costa Blanca (Alicante)". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47, 213-243.
- 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), 01814003/1-4. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000487](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000487)
- March, H.** 2015: "The politics, geography, and economics of desalination: a critical review". *WIREs Water*, 2, 231-243. <https://doi.org/10.1002/wat2.1073>
- Martínez del Vas, G.** 2017: "Proceso de configuración de un destino turístico y efectos de la política turística en la Región de Murcia". *Cuadernos de Turismo*, 40, 439-464. <https://doi.org/10.6018/turismo.40.310061>
- Mballa, L. V. y Hernández-Espericueta, F.** 2018: "Las políticas públicas de abastecimiento de agua potable y saneamiento para la localidad de Escalerillas, San Luis Potosí – México: escenarios y percepción ciudadana". *Agua y Territorio*, (11), 137-152. <https://doi.org/10.17561/at.11.3378>
- 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>
- Mediavilla, J.** 1928: *Cartagena y las aguas de la Región Murciana*. Tomos II y III. Cartagena (España), Casa Garnero.
- Melgarejo, J. y Molina, A.** 2017: *La Mancomunidad de los Canales del Taibilla en la provincia de Alicante. Análisis de la implantación y evolución de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla en la provincia de Alicante y sus repercusiones*. Cartagena (España), Mancomunidad de los Canales del Taibilla e Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales. <https://doi.org/10.14198/2017-Mancomunidad-Canales-Taibilla>
- Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Obras Hidráulicas.** 1967: *Anteproyecto General de Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro y Sureste de España. Complejo Tajo-Segural*. Noviembre de 1967. MOP. Madrid. Tomo I 230 pp. Tomo II 294 pp. + 67 planos. (Ingenieros J. M<sup>a</sup>. Martín Mendiluce y J. M<sup>a</sup>. Pliego Gutierrez).
- Morales, A. y Vera, F.** 1989: *La Mancomunidad de los Canales del Taibilla. Influencia de un gran sistema de abastecimiento público de aguas en el desarrollo económico territorial*. Murcia (España), Academia Alfonso X El Sabio.
- Morote, A. F., Hernández, M. y Lois, R. C.** 2019: "Propuestas al déficit hídrico en la provincia de Alicante: medidas desde la gestión de la demanda y oferta de recursos hídricos". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 80, 1-48. <https://doi.org/10.21138/bage.2655>
- Morote, A. F., Olcina, J. y Rico, A. M.** 2018: "Un trasvase cuestionado: El Tajo-Segura. Repercusiones socio-económicas en el sureste español e incertidumbre ante el cambio climático". *Revista de Estudios Regionales*, 113, 29-70.
- Morote, A. F., Rico, A. M. & Moltó, E.** 2017: "Critical review of desalination in Spain: a resource for the future?" *Geographical Research*, 55 (4), 412-423. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12232>
- Nieto, A.** 2013: *El sueño se hace realidad (1939-1964)*. Cartagena (España), Mancomunidad de los Canales del Taibilla.
- Olcina, J.** 2012: "Turismo y cambio climático: una actividad vulnerable que debe adaptarse". *Investigaciones Turísticas*, 4, 1-34. <https://doi.org/10.14198/INTURI2012.4.01>
- Olcina, J. y Moltó, E.** 2010: "Recursos de agua no convencionales en España: estado de la cuestión". *Investigaciones Geográficas*, 51, 131-163. <https://doi.org/10.14198/INGEO2010.51.06>
- Olcina, J., Saurí, D. y Vera, J. F.** 2016: "Turismo, cambio climático y agua: escenarios de adaptación en la costa Mediterránea española". En Olcina, J., Saurí, D. y Vera Rebollo, J. F. (Coords.), *Libro Jubilar en Homenaje al Profesor Antonio Gil Olcina*. Alicante (España), Universidad de Alicante, 171-193. <https://doi.org/10.14198/LibroHomenajeAntonioGilOlcina2016-13>
- OMS.** 2018: Guías para la calidad del agua de consumo humano. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/item/9789241549950>
- Rico Amorós, A. M.** 2007: "Tipologías de consumo de agua en abastecimientos urbano-turísticos de la Comunidad Valenciana". *Investigaciones Geográficas*, 42, 5-34. <https://doi.org/10.14198/INGEO2007.42.01>
- Rutherford, I. & Finlayson, B.** 2011: "Whither Australia: Will availability of water constrain the growth of Australia's population?" *Geographical Research*, 49 (3), 301-316. <https://doi.org/10.1111/j.1745-5871.2011.00707.x>
- Sgroi, M., Vagliasindi, F. & Roccaro, P.** 2018: "Feasibility, sustainability and circular economy concepts in water reuse". *Current Opinion in Environmental Science and Health*, 2, 20-25. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.01.004>
- Vera, J. F.** 2006: "Agua y modelos de desarrollo turístico: la necesidad de nuevos criterios para la gestión de los recursos". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 42, 155-178.
- Vera, F. y Morales, A.** 1989: "Ordenación y gestión de recursos hídricos en un ámbito subárido: el abastecimiento de los municipios integrados en la Mancomunidad de los Canales del Taibilla". *Investigaciones geográficas*, 7, 51-68. <https://doi.org/10.14198/INGEO1989.07.16>



## De la fractura metabólica a la acumulación por desposesión: minería del litio, imperialismo ecológico y despojo hídrico en el noroeste argentino

*From metabolic rift to accumulation by dispossession: lithium mining, ecological imperialism and hydric looting in the Argentinean northwest*

**Sebastián Gómez Lende**

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

CONICET / IGEHCS

Tandil, Argentina

gomezlen@fch.unicen.edu.ar

 ORCID: 0000-0002-3510-9650

### Información del artículo

**Recibido:** 30 julio 2020

**Revisado:** 04 enero 2021

**Aceptado:** 18 febrero 2021

**ISSN** 2340-8472

**ISSNe** 2340-7743

**DOI** 10.17561/AT.20.5699

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).  
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

### RESUMEN

Con epicentro en los salares del llamado “Triángulo del Litio”, el litio es una materia prima clave para el capitalismo contemporáneo. Esencial para producir las baterías recargables necesarias para reestructurar la industria automotriz hacia los vehículos eléctricos y efectuar la transición energética desde los hidrocarburos hacia las fuentes renovables, la extracción de litio en salmueras es una actividad fuertemente hidro-intensiva llevada a cabo en zonas extremadamente áridas. Valiéndose de datos oficiales, bibliografía académica e informes corporativos y periodísticos, este artículo caracteriza el *boom* del litio en el noroeste argentino (provincias de Jujuy y Catamarca) y estudia el consumo hídrico de la actividad y los conflictos entre empresas y comunidades locales por el uso del agua. Los resultados muestran que la explotación de este mineral opera como un mecanismo de acumulación por desposesión e imperialismo ecológico que despoja a grupos sociales (aborígenes, sobre todo) del agua básica para la subsistencia.

**PALABRAS CLAVE:** Litio, Capitalismo, Imperialismo, Recurso hídrico, Argentina.

### ABSTRACT

With its epicentre in the so-called Lithium Triangle's salars, lithium is a key raw material for the contemporary capitalism. Essential to the production of rechargeable batteries -which are necessary for both restructuring automotive industry towards the electric vehicles and performing the energy transition from hydrocarbons to renewable sources-, the lithium extraction from brines is a highly hydro-intensive activity carried out in extremely arid regions. Using official data, scholar literature and corporate and journalistic reports, this paper characterizes the lithium boom in the Argentinean Northwest (provinces of Jujuy and Catamarca) and studies both the hydric consumption of such activity and the conflicts between mining companies and local communities regarding the access to water. The findings show that lithium mining operates as a mechanism of accumulation by dispossession and ecological imperialism that snatches social groups (aborigines, specially) from the water they need to survive.

**KEYWORDS:** Lithium, Capitalism, Imperialism, Hydric resources, Argentina.

## *Da fratura metabólica à acumulação por expropriação: mineração de lítio, imperialismo ecológico e desapropriação de água no noroeste da argentina*

### SUMÁRIO

Com seu epicentro nos salares do chamado Triângulo de Lítio, o lítio é uma matéria-prima fundamental para o capitalismo contemporâneo. Essencial para a produção de baterias recarregáveis -necessárias tanto para reestruturar a indústria automotiva rumo aos veículos elétricos quanto para realizar a transição energética de hidrocarbonetos para fontes renováveis-, a extração de lítio de salmouras é uma atividade altamente hidrintensiva realizada em regiões extremamente áridas. Utilizando dados oficiais, literatura acadêmica e relatórios corporativos e jornalísticos, este trabalho caracteriza o boom do lítio no noroeste argentino (províncias de Jujuy e Catamarca) e estuda tanto o consumo hídrico dessa atividade quanto os conflitos entre mineradoras e comunidades locais sobre o acesso à água. Os resultados mostram que a mineração de lítio funciona como um mecanismo de acumulação por expropriação e imperialismo ecológico que arranca grupos sociais (principalmente aborígenes) da água de que precisam para sobreviver.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lítio, Capitalismo, Imperialismo, Recurso hídrico, Argentina.

## *De la fracture métabolique à l'accumulation par dépossession: exploitation de lithium, impérialisme écologique et gaspillage de l'eau dans le nord-ouest de l'argentine*

### RÉSUMÉ

Avec son épiceutre dans les salars du soi-disant triangle du lithium, le lithium est une matière première essentielle pour le capitalisme contemporain. Indispensable à la production de batteries rechargeables -qui sont nécessaires à la fois pour restructurer l'industrie automobile vers le véhicule électrique et réaliser la transition énergétique des hydrocarbures vers les sources renouvelables-, l'extraction du lithium à partir de saumures est une activité hautement hydro-intensive exercée dans des régions extrêmement arides. À l'aide de données officielles, de la littérature scientifique et de rapports d'entreprise et journalistiques, cet article caractérise le boom du lithium dans le nord-ouest argentin (provinces de Jujuy et Catamarca) et étudie la consommation d'eau de l'activité et les conflits entre entreprises et communautés locales sur l'utilisation de l'eau. Les résultats montrent que l'extraction

du lithium fonctionne comme un mécanisme d'accumulation par dépossession et impérialisme écologique qui arrache les groupes sociaux d'eau de base pour leur subsistance.

**MOTS-CLÉ:** Lithium, Capitalisme, Impérialisme, Ressource hydrique, Argentina.

## *Dalla frattura metabolica all'accumulo da deposizione: minerario di litio, imperialismo ecologico e smaltimento dell'acqua nel nord-ovest dell'argentina*

### SOMMARIO

Con il suo epicentro nei salari del cosiddetto Triangolo del Litio, il litio è una materia prima fondamentale per il capitalismo contemporaneo. Essenziale per la produzione di batterie ricaricabili -che sono necessarie sia per ristrutturare l'industria automobilistica verso i veicoli elettrici sia per effettuare la transizione energetica dagli idrocarburi alle fonti rinnovabili-, l'estrazione del litio dalle salamoie è un'attività altamente idrointensiva svolta in regioni estremamente aride. Utilizzando dati ufficiali, letteratura accademica e rapporti aziendali e giornalistici, questo documento caratterizza il boom del litio nel nord-ovest argentino (province di Jujuy e Catamarca) e studia sia il consumo idrico di tale attività sia i conflitti tra le società minerarie e le comunità locali per quanto riguarda l'accesso all'acqua. I risultati mostrano che l'estrazione del litio funziona come un meccanismo di accumulo per espropriazione e imperialismo ecologico che sottrae ai gruppi sociali (gli aborigeni, specialmente) l'acqua di cui hanno bisogno per sopravvivere.

**PAROLE CHIAVE:** Litio, Capitalismo, Imperialismo, Risorse idriche, Argentina.



## Introducción

Durante las últimas décadas, en Argentina se han suscitado intensos debates y conflictos relacionados con la expansión de la mega-minería metalífera. Uno de los principales ejes en torno a los cuales giran esos conflictos es el uso que la minería metalífera hace del recurso hídrico. Desde el Noroeste hasta la Patagonia, la consigna “El agua vale más que el oro” recorre todas las provincias del país donde existen explotaciones metalíferas y/o intentos por instalar proyectos de esa índole, y es uno de los principales argumentos esgrimidos por las comunidades a la hora de expresar su frontal rechazo al modelo.

Por lo general, esa conflictividad suele asociarse a la minería a cielo abierto de metales preciosos (oro, plata) y básicos (cobre, plomo, zinc, estaño) extraídos mediante métodos químicos hidro-intensivos como la flotación o la amalgama. Sin embargo, el reciente *boom* del litio para la producción de baterías recargables no es ajeno a dicha controversia. Considerado clave no sólo para la industria tecnológica y de telecomunicaciones, sino también para sostener la reestructuración de la industria automotriz hacia los vehículos eléctricos y viabilizar la transición hacia un paradigma energético independiente de los combustibles fósiles, este metal abunda en los salares del noroeste argentino, concretamente en la Puna jujeña, salteña y catamarqueña, despertando la codicia de numerosas compañías extranjeras. Las comunidades locales, empero, no conciben a esta materia prima como una panacea ante el cambio climático o una oportunidad de desarrollo, sino como una amenaza debido al enorme consumo de agua que su explotación insume en zonas de extrema aridez. De hecho, esta actividad es tan hidro-intensiva que algunos autores la han definido como una minería del agua<sup>1</sup>.

Partiendo de la premisa de que la relación dialéctica entre ‘agua-naturaleza’ y ‘agua-política’, -es decir, entre la presencia del recurso en los ecosistemas y los usos y sentidos socialmente inventados y asignados al mismo- determina que el reparto del agua entre determinadas actividades económicas y grupos sociales refleje la estructura de poder de la sociedad capitalista<sup>2</sup>, este artículo recurre a datos oficiales, informes corporativos, bibliografía académica y artículos periodísticos para demostrar que el actual *boom* del litio en el noroeste argentino representa un proceso de acumulación por

desposesión basado en el imperialismo ecológico, pues ofrece una solución espacio-temporal a la continuidad de la reproducción ampliada en el centro del sistema capitalista a costa del despojo hídrico perpetrado contra los grupos sociales subalternos de la periferia. Así, el precio a pagar para sortear la fractura metabólica global que imponen la escasez de hidrocarburos y sus emisiones contaminantes sería una fractura metabólica local que destruye la relación previamente sostenida por las comunidades con la naturaleza.

El artículo se estructura de la siguiente manera. El primer apartado define los conceptos de fractura metabólica, segunda contradicción del capital, acumulación por desposesión y soluciones espacio-temporales y discute el carácter estratégico del litio, su importancia para la transición hacia una matriz energética post-fósil y el imperialismo ecológico que esto implica para las regiones situadas en el “Triángulo del Litio”. El tercer acápite describe los aspectos técnicos de la relación entre agua y minería del litio y el cuarto apartado reconstruye el desarrollo histórico de la actividad en Argentina. Las siguientes dos secciones constituyen el núcleo del trabajo y están dedicadas a estimar y analizar el consumo hídrico de los principales proyectos argentinos de litio y estudiar los conflictos socio-ambientales desatados por la fiebre por este metal en zonas áridas habitadas por pueblos originarios. Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo.

## Fractura metabólica, acumulación por desposesión y soluciones espacio-temporales: el litio, entre la transición energética y el imperialismo ecológico

La fractura metabólica a gran escala es todo un signo de nuestros tiempos. Lo que Marx<sup>3</sup> detectó tempranamente en el Siglo XIX cuando advirtió que la agricultura capitalista agotaba la fertilidad natural del suelo<sup>4</sup> se ha hecho extensivo -de modo aparentemente irreversible e irreparable- a todas las relaciones tejidas entre el metabolismo social del capitalismo y los ciclos regulatorios naturales de los sistemas físico-biológicos de los cuales la economía y la sociedad dependen. El concepto de era o crisis del Antropoceno supone un reconocimiento formal de esta fractura metabólica, pues revela que durante los últimos tres siglos la humanidad ha devenido

1. Aranda Álvarez, 2018, 40.

2. Machado Araújo, 2010, 66.

3. Marx, 1968, 637.

4. Foster, 2000, 240-251.

una fuerza geológica capaz de alterar la reproducción natural de los ecosistemas del planeta y llevó a niveles insostenibles la brecha entre la velocidad de rotación del capital y los tiempos físico-biológicos de reposición de los materiales extraídos. Esto compromete a futuro la continuidad del sistema y la supervivencia de la humanidad y otras formas de vida.

Esa fractura metabólica lleva a su máxima expresión la segunda contradicción del capital. Siguiendo a James O'Connor, bajo el capitalismo la naturaleza funciona al mismo tiempo como un “grifo” -una metáfora de la dotación de recursos- y como un “sumidero” -una alegoría de la capacidad de absorber o almacenar la contaminación-. En ese marco, el proceso de acumulación puede literalmente “secar” ese grifo -es decir, agotar los recursos- y “tapar” ese sumidero -esto es, llevar la polución más allá de los umbrales física y biológicamente “tolerables”-, desencadenando crisis de sub-producción o iliquidez que golpean al capital por el lado de la oferta y los costos<sup>5</sup>.

En cierto modo, esa segunda contradicción del capital se conecta con la teoría de la acumulación por desposesión de David Harvey. Ampliando y actualizando el clásico concepto marxista de acumulación primitiva u originaria, el geógrafo inglés señala que la acumulación por desposesión -esto es, aquella desarrollada por fuera de los canales “normales” de la reproducción ampliada y basada en la depredación, el fraude y la violencia- no fue sólo el acontecimiento fundacional del capitalismo, sino que también es una fuerza importante y permanente de la geografía histórica del capital. Esa fuerza puede asumir formas tanto legales como ilegales e incluye una pléyade de mecanismos, entre los cuales sobresalen la mercantilización de la naturaleza, la apropiación neocolonial e imperial de recursos, la desprotección ambiental, la degradación del hábitat y la merma de los bienes comunes del entorno global (entre ellos el agua)<sup>6</sup>.

¿Qué relación tienen estos fenómenos con la fractura metabólica y la segunda contradicción del capital? Históricamente, el capital ha mercantilizado, cercado, privatizado, monetizado, consumido, extenuado y/o

destruido distintas condiciones o factores naturales específicos hasta finalmente toparse con los límites de la “curva de productividad” de los sistemas físico-biológicos<sup>7</sup>. Para franquear esa barrera, el capital recurre a soluciones espacio-temporales<sup>8</sup> para desplazar provisoriamente sus contradicciones y expandir las fronteras del sistema para incorporar nuevos elementos y técnicas con los cuales complementar o sustituir las fuentes de materias primas agotadas o en vías de serlo. A menudo, esto implica modificar los sistemas extractivos, emigrar a otra localización geográfica donde el recurso en cuestión abunde, o descubrir y colonizar una materia prima diferente que abra nuevos campos a la acumulación.

La actual fiebre del litio constituye un buen ejemplo de este último tipo de “soluciones” espacio-temporales. Descubierta en Suecia en 1817, el litio es un mineral metálico blando alcalino color blanco plata que, debido a sus múltiples y singulares propiedades<sup>9</sup>, viene siendo utilizado regularmente desde el Siglo XX como materia prima en diversas industrias<sup>10</sup>, aplicaciones militares y aeroespaciales<sup>11</sup> y la producción de fármacos destinados al tratamiento de patologías psiquiátricas<sup>12</sup>. Su importancia se intensificó a partir de mediados de la década de 1990, cuando la maduración de la revolución informática y de las telecomunicaciones primero y la eclosión de la nano-tecnología después impulsaron la sustitución de los acumuladores alcalinos de níquel-cadmio o hidruro metal-níquel por las baterías eléctricas recargables a base de litio (Li-Ion) para dispositivos electrónicos cotidianos (teléfonos celulares, *notebooks* y *netbooks*, agendas electrónicas, *tablets*, cámaras fotográficas y filmadoras digitales, reproductores de MP3, etc.)<sup>13</sup>. Sin embargo,

<sup>5</sup>. O'Connor, 2001, 211.

<sup>6</sup>. Harvey, 2004, 116-126; 2007, 167-190. Otros mecanismos de acumulación por desposesión identificados por este autor son la mercantilización y privatización de la tierra, la expulsión y proletarianización de campesinos y aborígenes, la eliminación de formas de producción y consumo pre-capitalistas, la usura, la deuda pública, la esclavitud, la flexibilización, precarización y sobre-explotación laboral, las privatizaciones de empresas y servicios públicos, las transferencias estatales al capital de recursos del erario público y los asalariados y los derechos de propiedad intelectual sobre material genético y semillas.

<sup>7</sup>. O'Connor, 2001, 116.

<sup>8</sup>. Harvey, 2004, 97.

<sup>9</sup>. Entre los atributos del litio se cuentan su ligereza (es el más liviano de todos los metales conocidos), su calor específico (el más alto de todos los sólidos), su baja viscosidad, su rápida oxidación y corrosión, su reacción con el nitrógeno, su insolubilidad en hidrocarburos, su elevada higroscopicidad y su alto potencial electro-químico para la conducción de calor y energía.

<sup>10</sup>. Por ejemplo, la industria de la fundición, la cerámica, el esmalte y el vidrio, los equipos de aire acondicionado, la lubricación de sistemas a altas temperaturas, la soldadura para latón, la producción de grasas lubricantes, aluminio, electrodos, cables y acumuladores, la separación de gases en la industria química y la fabricación de caucho sintético, contando asimismo con aplicaciones en el campo de la óptica, la electroquímica y la investigación de laboratorio.

<sup>11</sup>. Sobresalen, entre otras, la fabricación de combustibles para cohetes, la purificación del aire en submarinos y naves espaciales, la elaboración de aleaciones extra-livianas para fuselajes y motores de aviones y la producción de armamento atómico. En el sector nuclear, también se utiliza en los reactores como refrigerante y fluido intermediario.

<sup>12</sup>. Por ejemplo, depresión unipolar, síndrome bipolar, bulimia, insomnio, trastornos de hiperactividad y ansiedad, ataques de pánico y adicciones.

<sup>13</sup>. Zicari, 2015, 14. Argento y Zicari, 2017, 38. Fornillo, 2018. Jerez Henríquez, 2018, 9.

este último papel palidece frente a la nueva y ambiciosa función que el capitalismo le ha asignado a este mineral: obrar de bisagra en la transición energética desde el actual paradigma basado en los hidrocarburos hacia un modelo de producción, distribución y acumulación independiente de los combustibles fósiles.

Ciñéndonos a la ya aludida metáfora propuesta por O'Connor, bien podríamos concebir a la actual matriz energética predominantemente basada en el carbón, el petróleo y el gas como un grifo que se está secando y un sumidero que se está tapando. Las reservas hidrocarbúricas merman sin pausa y el uso de este recurso es sindicado como la principal causa del cambio climático<sup>14</sup>, dos factores que a mediano plazo augurarían el fin de este modelo energético. En este contexto, la reestructuración de la industria automotriz basada en la paulatina difusión del automóvil a propulsión eléctrica (híbrido y puro) y el supuesto pasaje hacia un paradigma energético predominantemente basado en la generación eléctrica “verde” han convertido al litio en un elemento clave para viabilizar la transición, puesto que, dada su condición de reservorio eficiente para el almacenamiento energético, la batería recargable de litio permitiría sortear los problemas de las fuentes eólica, solar, hidráulica y mareomotriz, como el carácter errático y volátil de la oferta y su desperdicio cuando ésta supera a la demanda<sup>15</sup>.

La tendencia global parece encaminarse en esa dirección. Durante los últimos años, las inversiones de la industria automotriz mundial se han orientado hacia la exploración de la aplicación y uso de las baterías de litio en vehículos (bicicletas, motocicletas, automóviles, ómnibus, camiones, trenes e incluso aviones)<sup>16</sup>, en tanto que varios países han incorporado gigantescas baterías Li-Ion a su red eléctrica para aumentar su capacidad de almacenamiento y resguardarse ante épocas de sequía o petróleo caro.

Como resultado, el peso de las baterías como destino de la producción mundial de litio pasó del 7 % en 1998 al 39 % en 2017<sup>17</sup>, en tanto que el precio de la tonelada

de carbonato de litio equivalente -LCE- aumentó de 1.590 dólares en 2002 a 13.900 dólares en 2016<sup>18</sup>. China, Japón y Corea del Sur constituyen el epicentro de la fabricación y exportación de baterías recargables Li-Ion, y corporaciones como LG Chem, Samsung, Panasonic, LEJ, AESC, BYD, CATL, Guoxuan High Tech, CBAK, CALB y Wanxiang concentran el 78% de la producción de este bien<sup>19</sup>.

A diferencia de otros minerales metalíferos, el litio es un bien relativamente abundante - se estiman reservas para 400 años y recursos para 1.343 años<sup>20</sup>-, aunque la creciente fiebre por este insumo puede reducir rápidamente dicho margen. Existen varias formas de acceder al litio, pero las únicas modalidades de explotación económicamente viables hasta el momento son la minería a cielo abierto en depósitos de roca pegmatítica (espodumeno y petalita) o la extracción de salmueras en salares<sup>21</sup>. A nivel mundial, los salares son la principal fuente debido a que la extracción en salmueras es el método más barato. Eso explica el creciente interés que despierta el “Triángulo del Litio”, un área de 43.000 km<sup>2</sup> que, integrada por el sur boliviano, el norte chileno y la Puna argentina, fue bautizada por la revista norteamericana *Forbes* como la “Arabia Saudita del litio” debido a que reúne el 67 % de las reservas totales y el 85 % de los recursos explotables en salmuera. Justamente dos de los países integrantes de dicho “triángulo” (Chile y Argentina) son, después de Australia, los principales exportadores de litio en distintas formas (concentrados, carbonatos, óxidos, hidróxidos, cloruros, fluoruros, etc.).

Llegado este punto, conviene recordar que un elemento central que a menudo subyace a las “soluciones” espacio-temporales del capitalismo es el imperialismo<sup>22</sup> y que en este sentido la minería metalífera históricamente ha operado como vehículo de distintas formas de acumulación por desposesión. Desde los siglos XV-XVIII (cuando las minas coloniales americanas se erigieron en una de las fuentes de la acumulación originaria<sup>23</sup>) hasta el actual estilo de vida hiper-tecnológico, la extracción

<sup>14</sup>. Se estima que el 56 % de las emisiones de dióxido de carbono corresponden a la quema de combustibles fósiles (Fornillo, 2018).

<sup>15</sup>. Fornillo, 2018. Kazimierski, 2019, 3.

<sup>16</sup>. Argento y Zicari, 2017, 38. Fornillo, 2018. Kazimierski, 2019, 38-39.

<sup>17</sup>. La industria automotriz ha sido el principal factor de aumento de la demanda. Solamente la puesta en producción de la Gigafactory de Tesla en Nevada (Estados Unidos) en 2017 auguraba la fabricación de 500.000 automóviles eléctricos al año, cifra que absorbería todo el suministro actual de baterías de litio (Marchegiani et al., 2019, 8). A título comparativo, vale aclarar que cada automóvil eléctrico requiere el equivalente a las baterías de entre 2.000 y 10.000 teléfonos celulares. A la luz de esta tendencia, se prevé que para 2026 las baterías llegarían a representar el 70% de la demanda global de litio (Jerez et al., 2017, 7).

<sup>18</sup>. Zicari, 2015, 14 y 16. Jerez et al., 2017, 6. Méndez, 2018, 10.

<sup>19</sup>. Méndez, 2018, 23.

<sup>20</sup>. Jerez et al., 2017, 15-16.

<sup>21</sup>. El litio puede ser hallado en salares, aguas marinas y termales, suelos desérticos y rocas sedimentarias, sedimentos arcillosos y yacimientos geotérmicos, petroleros y de otros minerales (pegmatitas, generalmente) a los que se encuentra asociado. Sin embargo, el 56 % de la producción mundial proviene de los salares de Chile, Argentina, Estados Unidos y China, y el 44 % procede de los yacimientos pegmatíticos de Australia, Canadá, Zimbabwe, Portugal, China y Brasil (Jerez et al., 2017, 8 y 13).

<sup>22</sup>. Harvey, 2004, 98 y 139.

<sup>23</sup>. Marx, 1968, 499.

y exportación de los metales básicos y preciosos de la periferia ha sido una constante fundamental para satisfacer las necesidades de la reproducción ampliada en el centro del sistema<sup>24</sup>. Casi sin excepción, el saldo en las regiones mineras ha sido el despojo en sus distintas formas: privatización y extranjerización de tierras y recursos naturales, apropiación corporativa de fondos públicos, avasallamiento social, destrucción de formas de vida pre-capitalistas, precarización y sobreexplotación laboral y contaminación ambiental.

A la luz de esta realidad, resulta difícil creer que el actual intento de sustituir un “grifo” (hidrocarburos, níquel, cadmio) por otro (litio) no sea en realidad un nuevo capítulo de la misma historia. La actual fiebre desencadenada por este mineral bien puede estar operando como una forma de imperialismo ecológico<sup>25</sup>, utilizando la fachada de la presunta reinención del capitalismo bajo el paradigma de la economía “verde”<sup>26</sup> para imponer un flujo vertical de valor -en términos tanto económicos como de energía y materia- desde la periferia del sistema capitalista hacia las grandes potencias. Eso permitiría aplazar temporalmente la fractura metabólica en estas últimas, pero a costa de destruir la delicada relación entre sociedad y naturaleza tejida en las regiones mineras.

## Minería del litio y cuestión hídrica: aspectos técnicos

Dada la naturaleza hidro-intensiva de su actividad, las mineras transnacionales operan como dispositivos expropiatorios y correas de transmisión de desigualdades ecológicas e injusticias hídricas entre los países proveedores y consumidores de metales<sup>27</sup>. Asumiendo la forma de una exportación de agua virtual<sup>28</sup> -esto es,

la inadvertida remesa al exterior de recursos hídricos condensados en las materias primas comercializadas-, esta cuestión asume dimensiones particularmente significativas en el caso del litio.

La explotación de litio basada en la extracción de salmueras insume grandes volúmenes de agua. El sistema más utilizado es la evaporación, que implica perforar la superficie del salar para bombear la salmuera desde profundidades que oscilan entre 30 y 250 metros y enviarla mediante tuberías a grandes piletas cavadas en las salinas, donde el agua es evaporada para concentrar el sedimento de sales. Esta etapa suele durar entre seis y veinticuatro meses, y lo único que puede acelerar el proceso son vientos fuertes y lluvias más escasas de lo habitual. Posteriormente, se separa al litio del resto de los minerales y compuestos diluidos, lixivándolo y purificándolo mediante su lavado, re-disolución y re-precipitación hasta llevar su grado de concentración a niveles comerciales (99,1 % o más) -carbonato de litio equivalente (LCE) o grado batería-. Para dicho procedimiento se utiliza agua fresca extraída de pozos en los bordes del salar<sup>29</sup>.

Otros métodos, como la adsorción selectiva, bombean la salmuera a través de columnas de membranas colocadas sobre la superficie del salar para retener el litio y concentrarlo por evaporación en piletas. Una vez concluida la separación, la salmuera es reinyectada a la cuenca. Si bien el consumo hídrico de este método es menos hidro-intensivo que la evaporación, igualmente demanda grandes volúmenes de agua fresca para remover el sedimento de la salmuera, así como el uso de compuestos químicos que pueden migrar al salar. Existen otros sistemas que prácticamente no consumen agua, como la separación por vía húmeda, la extracción química y por solventes o la recuperación por electrólisis de sales, pero se hallan en etapa experimental o no han sido aplicados a gran escala<sup>30</sup>. Es importante señalar que también las labores de exploración de litio en los salares suelen implicar el bombeo de cantidades masivas de salmuera y agua fresca.

Llegado este punto, conviene citar las distintas estimaciones reportadas por la literatura académica acerca de la huella hídrica de la minería del litio. Para el hidrólogo Fernando Díaz, cada tonelada de litio extraída de salmuera con el método evaporítico implicaría la pérdida de 2 millones de litros de agua<sup>31</sup>. Más moderado es

<sup>24</sup>. Dentro de ese largo listado, figuran la producción de maquinaria, infraestructura y bienes de consumo durable, la joyería, la industria automotriz, bélica y aeroespacial, las telecomunicaciones, la electrónica, la informática y la especulación financiera.

<sup>25</sup>. Clark y Foster, 2012.

<sup>26</sup>. No existen certezas reales de que la transición desde los combustibles fósiles hacia las energías renovables sea completa. Después de todo, la combustión de biomasa continúa vigente hoy día, en el mundo se quema actualmente más carbón que en la Inglaterra decimonónica y, pese al fuerte aumento de la participación de las fuentes renovables (solar, eólica, geotérmica, etc.) sobre la producción mundial de electricidad, el peso de los combustibles fósiles se ha mantenido constante. Con respecto al carácter “verde” de las energías renovables, basta señalar el enorme consumo de materias primas exigido por la fabricación de paneles solares y los graves impactos ambientales generados por esta actividad.

<sup>27</sup>. Machado Aráoz, 2010, 85.

<sup>28</sup>. Allan, 2003, 153.

<sup>29</sup>. Flexer, Baspineiro y Galli, 2018, 1190.

<sup>30</sup>. Calvo, 2017, citado por Aranda Álvarez, 2018, 46. Slipak y Kazimierski, 2019, 298-302. Sticco, Scravaglieri y Damiani, 2019, 4.

<sup>31</sup>. Citado por Gallardo, 2011.

el cálculo del químico argentino Ernesto Calvo, quien sostiene que cada tonelada de dicho metal representaría la evaporación de 1 millón de litros de agua<sup>32</sup>. La también química argentina Victoria Flexer señala que una explotación de litio promedio (producción anual de 20.000 toneladas) basada en el sistema evaporítico implicaría la pérdida de entre 7,67 y 10 millones de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de agua al año<sup>33</sup> -es decir, entre 383.500 y 500.000 litros de agua por tonelada-. Las discrepancias en los cálculos reseñados obedecen en gran medida a la diferente ley mineral de cada yacimiento (miligramos de litio por litro de salmuera). Con respecto al agua fresca demandada para la purificación del litio extraído de la salmuera, los organismos nacionales y provinciales argentinos de minería señalan que cada tonelada de LCE insumiría entre 5 m<sup>3</sup> y 50 m<sup>3</sup><sup>34</sup>.

A fines de salvaguardar la precisión conceptual, es necesario recordar que el agua contenida en las salmueras de los salares y en las lagunas que los rodean no es apta para riego agrícola y consumo humano y animal. Asimismo, el agua fresca subterránea extraída para la separación y concentración del mineral a menudo posee tenores salinos que determinan que su potabilidad quede sujeta a un proceso de purificación posterior. Sin embargo, ello no obsta para que la extracción de litio tenga el potencial de generar importantes “daños colaterales” derivados de la afectación indirecta de las reservas de agua potable de origen subterráneo y superficial de las áreas circundantes. Tampoco evita los impactos directos sobre el agua potable, dado que -como veremos más adelante- en algunos casos las minas de litio emplazadas en los salares también consumen agua dulce (no salobre) para separar, concentrar y purificar el mineral.

Las cuencas salinas constituyen ecosistemas muy frágiles y delicados que forman parte de sistemas hidrográficos marcadamente endorreicos. Sus únicas fuentes de recarga hídrica son las precipitaciones directas y los ríos -generalmente temporarios, formados durante la temporada lluviosa estival- que descienden desde las zonas altas hacia cuerpos lagunares temporales o permanentes de escasa profundidad. La única forma de descarga hídrica natural de estos ecosistemas es la evapotranspiración. Sin perjuicio del evidente predominio local de aguas saladas y salobres, los ríos, ojos de agua, bofedales y vegas situados a cierta distancia de

las costras salinas muestran aguas relativamente dulces que son aprovechadas por la fauna silvestre y el ganado y los animales domésticos, siendo también utilizadas para el cultivo agrícola y el consumo humano. Bajo condiciones normales, los balances hídricos de los salares suelen ser negativos, lo cual los torna extremadamente sensibles a la reducción de los niveles de recarga hídrica y al aumento del ritmo de descarga, precisamente los dos fenómenos que la minería del litio provoca al bombear y evaporar salmueras y simultáneamente extraer agua de los acuíferos río arriba para los procesos de separación y concentración del mineral.

Al no reponerse la salmuera extraída, los acuíferos que alimentan al salar son paulatinamente vaciados, afectando tanto a los demás acuíferos de la región como al flujo de agua dulce hacia la cuenca y ocasionando obvios (aunque no siempre predecibles) impactos sobre el ecosistema y las actividades agrícolas y ganaderas de las áreas circundantes. Este fenómeno suele potenciarse debido a que la salmuera se halla hidráulicamente conectada o “montada” sobre masas de agua dulce, a menudo existiendo una suerte de franja de contacto, transición o “mezcla” entre ambas.

A lo largo del tiempo, el continuo bombeo y extracción de las salmueras acaba generando un cono u hoyo de depresión que, dependiendo de la permeabilidad relativa de los límites del salar, puede extenderse hacia los bordes del acuífero, o bien hacia abajo. Si los límites son impermeables, el cono u hoyo de depresión se propagará hacia las aguas subterráneas localizadas fuera de las costras salinas, ocasionando el descenso del nivel de base de las cuencas y contribuyendo al secado de lagunas, ríos, arroyos, vertientes, ciénagas, humedales, bofedales y ojos de agua conectados a los salares. Si, por el contrario, dichos bordes son permeables, se forzará la interacción entre acuíferos dulces y salobres y el agua fresca atravesará los sedimentos salinos, fluyendo hacia los hoyos o conos de depresión y sufriendo procesos irreversibles de salinización. Ambos procesos suelen acelerarse debido al uso de grandes cantidades de agua fresca para purificar el litio primario y llevarlo a los niveles comerciales de concentración<sup>35</sup>.

Según los expertos, sólo existen dos formas de impedir que la minería del litio perturbe el balance hidrológico de los salares: extraer un volumen de agua salobre igual o menor a la cantidad de agua dulce que ingresa al sistema en los períodos húmedos -que en la

<sup>32</sup>. Calvo, 2017, citado por Aranda Álvarez, 2018, 46.

<sup>33</sup>. Romeo, 2019, 233. Gullo y Fernández Bravo, 2020.

<sup>34</sup>. Flexer, Baspineiro y Galli, 2018, 1194.

<sup>35</sup>. Flexer, Baspineiro y Galli, 2018, 1195. Marchegiani et al., 2019, 38. Sticco, Scravaglieri y Damiani, 2019, 3.

Puna argentina ocurren uno de cada seis años; o la recuperación secundaria, reinyectando en la costra salina el agua salobre descartada del litio tratado en las plantas de proceso<sup>36</sup>. No hay consenso, empero, de que esta última modalidad sea ambientalmente segura, pues podría interrumpir toda la estructura estratigráfica, con consecuencias inciertas que se sumarían a los poco evaluados impactos de la instalación de piletas de evaporación sobre abanicos aluviales y la disposición de sales residuales<sup>37</sup>.

## Reconstrucción histórica de la minería del litio en Argentina

Históricamente, el litio ha sido un rubro poco importante dentro de la minería metalífera argentina. La extracción de este metal recién comenzó en 1935-36 y tuvo un muy modesto *boom* exportador entre 1937 y 1943 debido a los preparativos previos a la Segunda Guerra Mundial y el estallido de la contienda. Su explotación fue bastante errática, dado que era un producto secundario de la minería a cielo abierto de pegmatitas ricas en berilo y wolframio situadas en las provincias de San Luis, Córdoba y Catamarca. A partir de 1972, empresas estatales como la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM) y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) buscaron ampliar la oferta nacional de litio, para lo cual el gobierno argentino evaluó la potencialidad de 14 cuencas salinas de Jujuy, Salta y Catamarca para la minería en salmueras. Los promisorios hallazgos impulsaron una política oficial diametralmente opuesta a la de los demás países sudamericanos ricos en litio; mientras Bolivia nacionalizaba el recurso y Chile suspendía el otorgamiento de nuevas concesiones, Argentina resolvía en 1983 lanzar licitaciones al capital privado extranjero.

Sin embargo, el *boom* recién se inició a finales del modelo neoliberal (1989-2002), cuyas reformas estructurales forjaron un andamiaje jurídico extremadamente favorable para el capital minero transnacional. Sucesivas leyes y decretos dispusieron la concesión y virtual privatización de los recursos geológico-mineros domésticos, el otorgamiento a las empresas de un nutrido conjunto de exenciones y subvenciones<sup>38</sup> y el

diseño de un régimen de estabilidad fiscal por treinta años que protegió a las compañías con una impenetrable coraza jurídica ante futuras modificaciones en la estructura tributaria e impositiva nacional, provincial y municipal. Este camino fue allanado por la reforma constitucional de 1994, que delegó la gestión de todos los recursos naturales en los gobiernos provinciales. En el marco de estas reformas, el litio no fue objeto de un tratamiento jurídico diferenciado que contemplara su naturaleza estratégica, sino que fue incluido en la misma categoría que el resto de los minerales metalíferos.

Continuadas e intensificadas durante el neo-desarrollismo (2003-2015) y la restauración neoliberal/neo-conservadora (2016-2019), estas políticas incluyeron otros beneficios, como energía a precios subsidiados, reembolsos a las exportaciones y millonarias inversiones estatales en capital fijo para adecuar la infraestructura energética y de transporte a las necesidades de las compañías. El Estado nacional además dispuso el pago de regalías provinciales de (como máximo) el 3% del valor del producto en boca de mina y permitió a las empresas sustraer diversos costos antes de liquidar el tributo, lo cual redujo a la mitad el porcentaje percibido por el erario público. En el caso del litio, estas regalías son neutralizadas o anuladas con creces por los reintegros que el Estado ha otorgado a las exportaciones de carbonato de litio (entre 10,5 % y 1,5 % del valor nominal), cloruro de litio (entre 5 % y 1,5 %) e hidróxido de litio (entre 8,5 % y 1,5 %)<sup>39</sup>.

Como resultado, Argentina se convirtió en el primer país del mundo en materia de inversiones para la exploración y extracción de litio en salmueras, contando actualmente con 63 proyectos en distintas fases de desarrollo y 2 minas en explotación. Por un lado, el proyecto Fénix, una concesión de 31.000 hectáreas situada en el Salar del Hombre Muerto, en el departamento de Antofagasta de la Sierra (provincia de Catamarca), y explotada desde 1997 hasta la fecha por “Minera del Altiplano”, una subsidiaria de la corporación estadounidense FCM Lithium -recientemente rebautizada como Livent-. Por el otro, el proyecto Olaroz, cuyas 63.000 hectáreas se emplazan en el salar homónimo, en el departamento de Susques (provincia de Jujuy), y desde finales de 2014 son explotadas por “Sales de Jujuy”, una firma formada por la minera australiana Orocobre y la automotriz japonesa Toyota (Figura 1). Cabe señalar que ambos emprendimientos cuentan con una pequeña participación accionaria es-

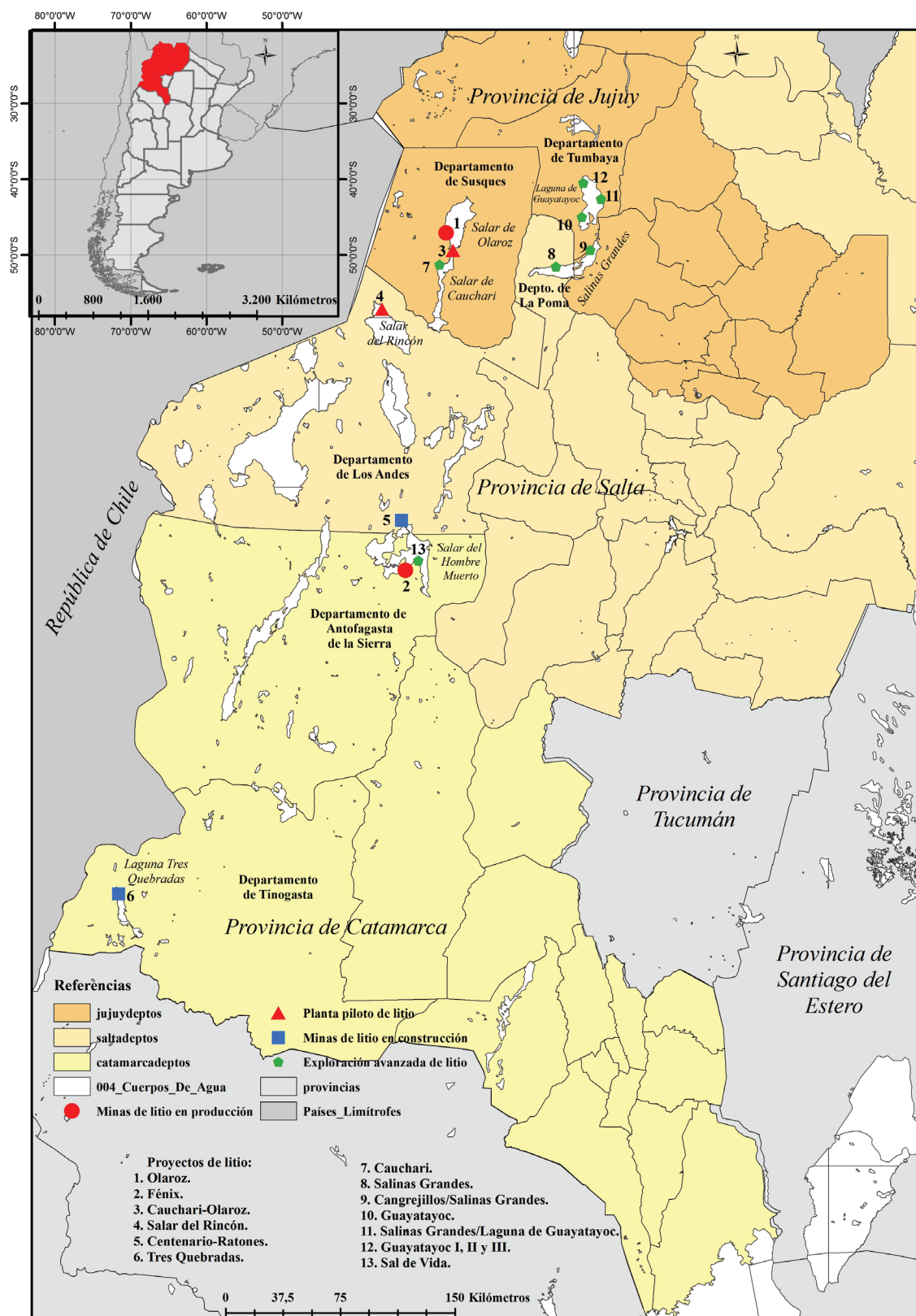
<sup>36</sup>. Sticco, 2018, 18.

<sup>37</sup>. Flexer, Baspineiro y Galli, 2018, 1196 y 1199. Romeo, 2019, 244.

<sup>38</sup>. Entre ellos, los aranceles aduaneros (derechos de exportación e importación) y los impuestos sobre los activos, los sellos, los combustibles, las ganancias, el valor agregado, los créditos y los movimientos bancarios.

<sup>39</sup>. Nacif, 2014. Slipak y Urrutia Reveco, 2019, 87-88.

Figura 1. Localización de los principales proyectos de litio en salmuera del Noroeste argentino



Fuente: elaboración personal.

tatal: el gobierno de Catamarca posee el 3 % de Fénix, en tanto que la empresa pública Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE) controla el 8,5 % del capital de Sales de Jujuy.

Existen asimismo dos proyectos adicionales dignos de mención: Cauchari-Olaroz, cuyas 84.000 hectáreas -distribuidas entre ambas cuencas salinas- se hallan en manos de “Minera Exar”, un conglomerado que reúne

a la minera canadiense Lithium Americas, la china Jaingxi Ganfeng Lithium, la automotriz nipona Mitsubishi y la estatal JEMSE y que se apresta a finalizar la construcción de su planta química en 2020; y Salar del Rincón (36.000 hectáreas), localizado en el salar homónimo (provincia de Salta, departamento de Los Andes) y que, controlado por la australiana Ady Resources, ya genera pequeñas cantidades de litio en fase experimental. Otros proyectos avanzados son Tres Quebradas (de la canadiense Neolithium), Cauchari (de Advantage Lithium, controlada por Orocobre), Centenario-Ratones (de la francesa Eramet) y Sal de Vida (de la canadiense Galaxy Resources), destacándose además las prospecciones de Advantage Lithium y Dajin Resources en Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc (Figura 1).

Desde el inicio de sus operaciones extractivas, Fénix y Olaroz vienen expandiéndose sistemáticamente. Según estadísticas oficiales, entre 2002 y 2018 la producción anual de Fénix pasó de 1.031 toneladas de carbonato de litio y 4.648 toneladas de cloruro de litio a 17.237 y 5.005 toneladas, respectivamente, acompañadas por pequeñas cantidades no consignadas de fluoruro e hidróxido de litio y cloruro de potasio. En Olaroz, por su parte, la producción trepó exponencialmente desde las 1.726 toneladas de carbonato registradas en 2015 a las 12.470 toneladas reportadas en 2018<sup>40</sup>. A corto plazo, Livent espera duplicar su producción de LCE hasta alcanzar las 40.000 toneladas/año, meta también perseguida por “Sales de Jujuy”, que pretende llegar a las 42.500 toneladas/año. Las exportaciones de “Minera del Altiplano” son absorbidas por Estados Unidos y China, en tanto que las remesas de Olaroz se destinan a Japón, Corea del Sur y Bélgica<sup>41</sup>. Gracias a sólo esas dos minas, la Argentina es actualmente -después de Australia y Chile- el tercer país exportador de litio del mundo; de hecho, controla el 16 % del mercado<sup>42</sup>, satisfaciendo el 71 % de las importaciones estadounidenses, el 24 % de las niponas, el 23 % de las chinas, el 9 % de las belgas y el 8 % de las coreanas<sup>43</sup>.

Es importante señalar que de las dos minas de litio que actualmente se hallan en fase de producción comercial, una utiliza el método de evaporación (Olaroz) y la

otra recurre a la adsorción selectiva (Fénix), implementando un sistema de reutilización del recurso hídrico que, si bien reduce algunas pérdidas de agua, consume mucha energía<sup>44</sup>. Lo mismo ocurre con los proyectos con explotación en fase piloto o prontos a ingresar a la etapa comercial, como Cauchari-Olaroz (evaporación) y Salar del Rincón (adsorción). Casi todas las compañías que exploran yacimientos de litio en la Puna argentina tienen previsto explotar ese mineral mediante el método evaporítico (el más hidro-intensivo).

### Minería del litio y uso del agua en las provincias de Catamarca y Jujuy

En un país como Argentina, determinar el impacto sobre el recurso hídrico de la minería del litio no es tarea fácil. A diferencia del caso chileno, donde el volumen de salmuera y agua fresca extraído por las compañías está regulado por el Estado<sup>45</sup>, en Argentina los datos disponibles provienen unilateralmente de las empresas del sector, no existiendo permisos, restricciones ni estadísticas oficiales sobre el particular. Tampoco existen caudalímetros en las cercanías de las minas y los datos referidos a la demanda hídrica prevista a veces son omitidos en los informes de impacto ambiental de las compañías. Así, el consumo real de agua de los proyectos se convierte en una cuestión oscura y polémica, agravada por la laxitud de los organismos públicos, que aceptan las declaraciones juradas de las empresas sin corroborar su validez. Quizás el caso más increíble sea el del gobierno de Catamarca, que en 2006, cuando pretendió facturarle a FMC Lithium el agua subterránea consumida en Fénix, primero debió pedirle que le informara el número de pozos de extracción, su localización y el caudal utilizado<sup>46</sup>.

Aclaradas estas limitaciones y reparos metodológicos, debe señalarse que para este trabajo se pudo acceder a los datos del consumo hídrico de las minas Olaroz y Fénix, así como también a las estimaciones de la demanda de agua prevista por el proyecto Cauchari-Olaroz. En el caso de Olaroz, el informe de impacto ambiental que “Sales de Jujuy” desarrolló pocos años

<sup>40</sup>. Centro de Información Minera de Argentina (CIMA), s.f.

<sup>41</sup>. El 99 % de las exportaciones argentinas de litio se dirige a esos cinco destinos. Japón absorbe el 38% y Estados Unidos hace lo propio con el 24 %, seguido por China (20 %), Corea del Sur (11 %) y Bélgica (6 %) (Méndez, 2018, 15).

<sup>42</sup>. Marchegiani et al., 2019, 7. De cumplirse las proyecciones oficiales, para 2022 la participación de Argentina en ese mercado se elevaría al 25 % o 30 %, con una producción anual de 145.000 toneladas de LCE.

<sup>43</sup>. Méndez, 2018, 18.

<sup>44</sup>. Anlauf, 2015, 176.

<sup>45</sup>. En el Desierto de Atacama, la compañía estadounidense Albermarle tiene permiso para extraer 442 litros de salmuera por segundo y 23,5 litros de agua dulce por segundo. Su competidora, la chilena SQM, está habilitada para bombear 1.700 l/s de salmuera y 240 l/s de agua dulce (Jerez Henríquez, 2018, 28).

<sup>46</sup>. Información extraída de la página web del Diario El Esquíu en su edición del 4 de septiembre de 2012. El Esquíu, 2012.



antes de iniciar las faenas extractivas no estableció la cantidad de agua que insumiría el proyecto<sup>47</sup>. En 2014, cuando el comienzo de la explotación ya era inminente, el representante legal de los pueblos originarios que se oponían a la explotación denunció que la propia empresa había confesado que iba utilizar 14 millones de litros de agua por día<sup>48</sup>. La fuente no aclara si el dato, que equivale 5.110.000 metros cúbicos anuales, a razón de 409.783 litros por tonelada de LCE, se refiere sólo a agua fresca subterránea o incluye también la salmuera evaporada.

Los reportes de sostenibilidad de la minera australiana Orocobre informan cifras muy diferentes. Luego de aclarar que no extrae agua dulce, sino aguas subterráneas salobres no aptas para uso humano ni agrícola que procesa por ósmosis inversa para el proceso productivo, la compañía sostiene que su consumo hídrico es uno de los más bajos del sector. Sin embargo, la información es presentada de manera confusa. Según la empresa, la mitad de la demanda hídrica de Olaroz es agua consumida por las operaciones mineras -producción y tareas de ampliación del proyecto-. En 2016, ambas faenas exigieron 371.096,64 m<sup>3</sup> anuales, cifra que trepó a 607.609 m<sup>3</sup>/año en 2018 y 691.324 m<sup>3</sup>/año en 2019. El 50 % restante no fue cuantificado y se referiría al agua usada para mantener caminos de acceso y otras infraestructuras, apoyar las actividades del campamento minero y proveer condiciones de vida adecuadas a los trabajadores<sup>49</sup>.

Contabilizar sólo el recurso hídrico requerido por las operaciones mineras permite que Orocobre sostenga engañosamente que entre 2016 y 2019 cada tonelada de carbonato de litio insumió entre 40.910 y 54.850 litros de agua<sup>50</sup>. En realidad, si se computara también el volumen utilizado para las tareas de mantenimiento el consumo hídrico total ascendería a entre 742.193,28 m<sup>3</sup> y 1.382.648 m<sup>3</sup> anuales, a razón de entre 64.617 y 110.878 litros por tonelada. Así, "Sales de Jujuy" utilizaría entre 2.033.406 y 3.788.077 litros diarios, esto es, un caudal entre un 85,7 % y un 72,9 % menor al denunciado por las comunidades. Cabe añadir que la empresa no informa la magnitud de la salmuera bombeada y evaporada, sólo señalando que el agua usada en la planta de concentra-

ción es re-inyectada a las piletas de evaporación para minimizar el volumen extraído<sup>51</sup>.

En Fénix, donde FMC Lithium/Livent extrae litio del Salar del Hombre Muerto a través de un método presuntamente menos hidro-intensivo, la propia compañía reconoció en 2006 que utilizaba agua fresca subterránea proveniente del acuífero del río Trapiche a razón de 304 m<sup>3</sup> por hora<sup>52</sup>, cifra equivale a decir que expoliaba 2.663.040 metros cúbicos de agua dulce al año y 84,4 litros por segundo<sup>53</sup>, dato ligeramente superior a los 78,4 l/s estimados por Anlauf<sup>54</sup>. Teniendo en cuenta que en ese año la empresa produjo 16.560 toneladas de LCE<sup>55</sup>, los guarismos anteriores darían cuenta de una huella hídrica de 160.812 litros de agua fresca por tonelada. Más recientemente, en su "informe de sostenibilidad" la empresa estadounidense mencionó cifras aún mayores (3.712.114 m<sup>3</sup>/año en 2017 y 3.263.712 m<sup>3</sup>/año en 2019), pero señaló que cada tonelada de LCE supuso el consumo de entre 76.500 y 64.000 litros<sup>56</sup>. Sin embargo, las estadísticas públicas informaban que en 2018 -último año con datos disponibles- la empresa produjo un total de 22.242 toneladas de litio<sup>57</sup>, guarismo que, cotejado con los 3.398.920 m<sup>3</sup>/año declarados para esa fecha por la compañía<sup>58</sup>, arroja un promedio de 152.815 litros por tonelada -más del doble de lo aducido por "Minera del Altiplano"- . La empresa no informa el volumen de salmuera bombeado, limitándose a señalar que la devuelve al salar en condiciones óptimas, sin aumentar el ritmo natural de evaporación de la cuenca.

Si bien el agua es -o debería ser- un bien común ajeno a toda connotación utilitarista o mercantil, no podemos dejar de subrayar que este ingente consumo hídrico es prácticamente gratuito. Hasta 2006, el gobierno catamarqueño no reclamó a FMC Lithium que abonara el canon provincial correspondiente a la servidumbre y concesión del uso de agua fresca en Salar del Hombre Muerto y recién en 2010 la Dirección de Recursos Hídricos intimó a la empresa a pagar 200.000 pesos por el consumo que venía desarrollando ininterrumpidamente desde 1997. La compañía se rehusó y en 2011 el ente estatal reanudó sus reclamos, exigiendo la regularización de la deuda, la cual -dada la reestructuración

51. Orocobre, 2018, 47.

52. Información extraída de la página web del Diario El Esquíu en su edición del 4 de septiembre de 2012. El Esquíu, 2012.

53. Gómez Lende, 2017, 176.

54. Anlauf, 2015, 176.

55. Centro de Información Minera de Argentina (CIMA), s.f.

56. Livent, 2020, 24.

57. Centro de Información Minera de Argentina (CIMA), s.f.

58. Livent, 2020, 24.

47. Información extraída de la página web del diario Jujuy al Momento en su edición del 5 de noviembre de 2013. Jujuy al Momento, 2013.

48. Información extraída de la página web del diario Villa María Vivo en su edición del 7 de junio de 2014. Villa María Vivo, 2014.

49. Orocobre, 2018, 47; 2019, 59-60; 2020a, 29; 2020b, 1 y 3-4.

50. Orocobre, 2018, 47; 2019, 59-60; 2020a, 29; 2020b, 3-4.

del cuadro tarifario— ya ascendía a 1.784.477,8 pesos<sup>59</sup>. Recién en 2015, cuando el gobierno le suspendió la provisión de agua y la obligó a paralizar su producción durante 12 días, la firma accedió a “compensar” al erario público, aunque no pagando el canon correspondiente, sino creando un fondo fiduciario para infraestructura cuya primera obra fue ampliar el gasoducto que abastecía de energía a la empresa<sup>60</sup>.

Finalmente, en el caso de Cauchari-Olaroz el informe de impacto ambiental realizado en 2011 por “Minera Exar” preveía que la producción de 25.000 toneladas anuales de LCE implicaría la extracción de 360 l/s de salmuera (11.352.960 m<sup>3</sup>/año) y una demanda de 80 l/s de agua fresca. A esta última cifra habría que añadir un 20 % para abastecer la planta de procesamiento y el campamento minero<sup>61</sup>, con lo cual dicho consumo alcanzaría los 96 l/s (3.027.456 m<sup>3</sup>/año). Sin embargo, simulaciones recientemente realizadas por Lithium Americas para un horizonte productivo de 40.000 toneladas anuales señalan que el volumen de la salmuera bombeada treparía a los 26.124.000 m<sup>3</sup>/año y que el caudal anual de agua dulce se reduciría a 1.124.000 m<sup>3</sup><sup>62</sup>, con lo cual Cauchari-Olaroz consumirá 828,4 l/s de salmuera y 35,6 l/s de agua fresca. Comparando ambas estimaciones, por cada tonelada de LCE se evaporarían entonces entre 454.118 y 653.100 litros de salmuera y se utilizarían entre 121.089 y 28.100 litros de agua fresca. La situación se agrava cuando se advierte que las piletas de evaporación se instalarán sobre un abanico aluvial denominado Cono de Archibarca, impermeabilizando la principal fuente de recarga de agua dulce subterránea del salar y las cuencas cercanas<sup>63</sup>.

Los datos precedentes sugieren que la mayoría de las estimaciones académicas parece haber exagerado el volumen de agua que se perdería por bombeo y evaporación de salmueras, el cual sería consistente con los cálculos más conservadores de Flexer<sup>64</sup> —alrededor de 500.000 litros de agua anuales por tonelada de LCE—. Sin embargo, esto no basta para descartar las estimaciones

más críticas, dado que no se puede formular una generalización a partir de un solo caso (Cauchari-Olaroz) ni tampoco corroborar la veracidad de las cifras informadas por “Minera Exar”. Es claro asimismo que los organismos provinciales y nacionales de minería han subestimado fuertemente el uso de agua fresca para el procesamiento del mineral. Mientras que las agencias estatales calculaban una huella hídrica que oscilaba entre 5.000 y 50.000 litros por tonelada de LCE<sup>65</sup>, los datos aquí presentados muestran mínimos de 28.100 litros (Cauchari-Olaroz) y 64.617 litros (Olaroz) y máximos de 110.878 litros (Olaroz), 121.089 litros (Cauchari-Olaroz) y entre 152.815 y 160.812 litros (Fénix) por tonelada. Suponiendo que los consumos hídricos declarados por las empresas sean reales, esto equivale a decir que el impacto de la minería del litio sobre las fuentes de agua fresca duplica e incluso triplica las previsiones más arriesgadas de los organismos públicos que regulan el sector.

A la luz de esta información, es interesante contrastar la demanda de agua para uso minero con el consumo humano de la población localizada en el área de influencia de los tres proyectos analizados. En Argentina, el agua necesaria para satisfacer las necesidades humanas esenciales ronda en promedio los 250 litros diarios per cápita<sup>66</sup>. Tomando como referencia ese parámetro, “Minera del Altiplano” utiliza en apenas 15 días el mismo volumen de agua dulce (131.035 m<sup>3</sup>) que consumen en un año los 1.436 habitantes del departamento catamarqueño de Antofagasta de la Sierra, en tanto que cada tonelada de LCE requiere casi el doble del volumen anual de agua utilizado por un residente de dicho distrito. Por su parte, en poco más de un trimestre “Sales de Jujuy” consume el mismo caudal de agua fresca que anualmente demandan los 3.791 residentes del departamento jujeño de Susques (345.928,75 m<sup>3</sup>). Finalmente, cuando el proyecto Cauchari-Olaroz ingrese a la etapa de explotación comercial “Minera Exar” consumirá el mismo volumen hídrico que la población del citado distrito en un lapso que oscilará entre menos de cuatro meses y poco más de 40 días. Es importante aclarar que los guarismos previos solamente se refieren al agua fresca requerida por los procesos de purificación y concentración del litio primario, sin considerar el impacto del bombeo y evaporación de salmueras sobre las fuentes superficiales y subterráneas de agua potable.

<sup>59</sup>. Al tipo de cambio vigente en 2011, esa cifra equivale a apenas 429.995 dólares por un consumo hídrico de catorce años. Del promedio y prorrateo de los datos disponibles reportados por FMC Lithium/Livent para 2006 y 2017-2019 surge que el agua consumida entre 1997 y 2011 probablemente haya ascendido 44,6 millones de metros cúbicos. Esto equivale a decir que el gobierno catamarqueño intentaba cobrarle a la empresa menos de 1 centavo de dólar por metro cúbico.

<sup>60</sup>. Información extraída de la página web del Diario El Esquíu en sus ediciones del 4 de septiembre de 2012 y del 4 de mayo de 2015. El Esquíu, 2012 y 2015.

<sup>61</sup>. Jerez Henríquez, 2018, 32.

<sup>62</sup>. Sticco, Scravaglieri y Damiani, 2019, 25.

<sup>63</sup>. Romeo, 2019, 237.

<sup>64</sup>. Citada por Romeo, 2019, 233.

<sup>65</sup>. Flexer, Baspineiro y Galli, 2018, 1194.

<sup>66</sup>. ANICEyCEFN, 2011, 23.

Lo anterior constituye apenas la punta del *iceberg* de la grave problemática hídrica que se cierne sobre las comunidades localizadas en la porción argentina del “Triángulo del Litio”. Según las ambiciosas proyecciones gubernamentales, la ampliación de la capacidad instalada en Fénix y Olaroz y el ingreso en etapa extractiva de otras nueve minas adicionales determinarán que a futuro la oferta nacional alcance las 331.000 toneladas de LCE, con lo cual sólo la demanda de agua fresca treparía a 50.406.827 m<sup>3</sup>/año<sup>67</sup>. Esa cifra equivaldría a 15,29 veces el volumen hídrico (3.296.406,25 m<sup>3</sup>/año) necesario para satisfacer las necesidades básicas de los 36.125 habitantes de los cinco departamentos jujeños (Susques, Rinconada), salteños (Los Andes) y catamarqueños (Antofagasta de la Sierra, Tinogasta) donde se emplazan los salares a explotar.

El impacto que tal expansión de la producción tendrá sobre los acuíferos de agua dulce debido a la explotación de salmueras continúa siendo una ominosa incógnita. Según la Defensoría del Pueblo de la Nación, las autoridades de minería, ambiente y recursos hídricos de Salta, Jujuy y Catamarca carecen de estudios hidrológicos e hidro-geológicos y redes de monitoreo del agua superficial y subterránea de la Puna, no habiendo identificado las zonas con aguas de baja salinidad, cuantificado las reservas existentes, determinado los sitios de interfase agua dulce-agua salada ni calculado el balance hídrico de las cuencas. En el mejor de los casos, esa información es generada por las empresas al evaluar la viabilidad de sus proyectos<sup>68</sup> y el Estado debe solicitarla para acceder a ella, siempre y cuando no revista carácter confidencial<sup>69</sup>. De hecho, la máxima autoridad del organismo provincial de minería de Jujuy admitió públicamente que se limitaba a revisar los trabajos de monitoreo y muestreo de calidad del agua y profundidad de napas realizados por las compañías<sup>70</sup>. Esto supone la mercantilización y privatización de un conocimiento clave que debería ser público y aporta una inmejorable coartada a las corporaciones, pues la ausencia de una línea de base ambiental impide cuantificar rigurosamente los impactos hidrológicos de la actividad.

## Litio, escasez hídrica y conflicto social en la Puna argentina

Pese a su baja densidad demográfica y sus inhóspitas condiciones ambientales, el área de influencia de los salares de la Puna incluidos dentro del “Triángulo del Litio” no configura territorios “vacíos” de población. Constituidas por pueblos originarios colla, atacama, aymará y quechua, las comunidades cercanas a los principales proyectos de litio se localizan en zonas distantes de los núcleos urbanos más importantes de la región y forman pequeños asentamientos<sup>71</sup> (Susques, Olaroz Chico, Olacapato, Pastos Chicos, Coranzulí, Catua, Huáncar, Tolar Grande, Antofagasta de la Sierra, etc.) cuya población fluctúa entre 28 y 1.611 habitantes<sup>72</sup>. Sólo evaden esa regla los puntos estratégicos de circulación comercial, como Fiambalá (4.693 residentes) y San Antonio de los Cobres (4.793 habitantes), próximos a Tres Quebradas y Centenario-Ratones, respectivamente.

Por lo general, las comunidades de estas pequeñas localidades rurales han desarrollado economías pre-capitalistas de subsistencia con niveles de proletarización relativamente bajos, casi exclusivamente restringidos a la minería a pequeña escala y el empleo público. Las actividades económicas fundamentales son la ganadería ovina, caprina, bovina y camélida-auquénido (llamas) mediante el pastoreo rotativo y trashumante, la producción de charqui (carne salada), quesos y artesanías textiles, el cultivo de quinoa, papa, maíz, cebada, ajo y cebolla, el turismo cooperativo y la extracción de sal a través de pequeñas empresas familiares y cooperativas salineras autogestionadas. Los principales canales de intercambio son las ferias regionales de compra-venta y trueque. La sal también es vendida a fábricas químicas y utilizada como insumo para elaborar artesanías para turistas. Cabe señalar que, en la cosmovisión de estas comunidades, ni el salar ni la tierra son recursos apropiables, sino bienes comunes con los cuales han forjado una relación ritual y espiritual respetuosa de los ciclos ecológicos<sup>73</sup>.

Estas comunidades viven bajo condiciones ambientalmente extremas. En Antofagasta de la Sierra, donde se emplaza el Salar del Hombre Muerto y opera el proyecto Fénix, las precipitaciones no superan los 150 milímetros anuales, mientras que en la zona de Ola-

<sup>67</sup>. Romeo, 2019, 236. Nótese que, una vez procesados, los datos brutos aportados por ese autor arrojan una media de 152.286 litros de agua dulce por tonelada de LCE, cifra coherente con el consumo de Livent en Fénix.

<sup>68</sup>. De Francesco, 2018, 16.

<sup>69</sup>. Romeo, 2019, 249.

<sup>70</sup>. Pressly, 2019.

<sup>71</sup>. Argento y Puente, 2019, 175.

<sup>72</sup>. INDEC, 2013.

<sup>73</sup>. Argento y Zicari, 2017, 42. Jerez Henríquez, 2018, 37. Marchegiani et al., 2019, 25-26.

roz y Cauchari también son muy escasas, como lo demuestran los casos de Susques (188 mm/año), Puesto Sey (172 mm/año) y Olacapato (54-70 mm/año)<sup>74</sup>. Estas áreas se sitúan entre las más áridas del mundo, después del Desierto de Atacama (Chile).

A la rigurosidad de las condiciones ambientales se le suma la vulnerabilidad jurídica. Estos pueblos originarios rara vez cuentan con los títulos comunitarios de propiedad de las tierras fiscales en las cuales habitan, quedando sujetos a la ambigüedad de la propia legislación nacional. Por un lado, el Código de Minería considera a los yacimientos como independientes de las pretensiones del ocupante y/o propietario de la superficie y faculta legalmente a las empresas mineras para erigir sus instalaciones, abrir vías de comunicación y transporte e incluso exigir la venta del suelo. Por el otro, la Constitución Nacional reconoce la preexistencia étnica y cultural de los pueblos indígenas, la posesión y propiedad comunitaria de sus tierras y su derecho a participar de la gestión de los recursos naturales de los territorios que habitan. Estas garantías son afianzadas por el Convenio 169 de la OIT celebrado en 2001 y la Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas refrendada en 2007<sup>75</sup>.

Si bien la legislación estipula que las comunidades aborígenes deben ser consultadas con respecto a los proyectos de exploración y explotación minera para decidir si otorgan a las empresas la “licencia social” para operar en sus territorios o no, los gobiernos provinciales suelen realizar las licitaciones sin respetar este mecanismo, y cuando lo hacen, los resultados rara vez reflejan los intereses comunitarios. A menudo las audiencias son fraudulentas, no aplicando los estándares internacionales ni convocando a las comunidades interesadas, con lo cual la participación queda reducida a algunos comuneros afines al poder político y comisionados y empleados municipales.

Siguiendo a O’Connor, las condiciones físico-naturales que el capital se apropia y explota con miras a la acumulación son, antes que nada, valores de uso indispensables para la reproducción de la vida en general y la humana en particular<sup>76</sup>. Corroborando esta premisa, el uso que la minería del litio hace del recurso hídrico en el noroeste argentino se ha convertido en una cuestión extremadamente conflictiva debido a que la subsistencia de las comunidades y el desarrollo de sus

economías locales dependen estrechamente de la escasa agua disponible en esas zonas de extrema aridez.

En Catamarca, por ejemplo, la población de Antofagasta de la Sierra rechaza las intenciones de Livent de aumentar su consumo hídrico en Fénix. Buscando reducir costos, en 2018 la corporación estadounidense abandonó el sistema de reutilización del agua dulce al que venía recurriendo y quiso construir un acueducto para incorporar el acuífero subterráneo del río Los Patos como fuente de abastecimiento hídrico. Sugestivamente, un año antes el gobierno provincial había reestructurado el contrato de concesión con la empresa, brindándole la posibilidad de acceder a más agua y obligando a los municipios a facilitarle a la firma toda suerte de trámites en materia ambiental<sup>77</sup>.

El gobierno catamarqueño aprobó el proyecto de Livent y las obras de construcción del acueducto se hallan actualmente en curso, decisión que ha desencadenado múltiples resistencias locales. Organizaciones ambientalistas que ya venían acusando a Minera del Altiplano de haber secado el acuífero del río Trapiche expresaron su oposición a las obras, señalando que el desvío y canalización del río implicará el fin de la biodiversidad en la zona y de quienes subsisten gracias a la pesca en ese paraje. Asimismo, la comunidad “Atacameños del Altiplano” solicitó al Ministerio de Minería suspender la construcción del acueducto y que se prohibiera a la empresa extraer agua del río, exigencia que fue reforzada por cortes de ruta. El intendente local apoyó el reclamo de los pobladores, señalando que el malestar social estaba justificado por el hecho de que el gobierno provincial nunca informó el caudal que sería desviado para producir litio. Las autoridades catamarqueñas se limitaron a responder que el río tiene mucha agua y es imposible que se seque, aduciendo además que la población no se abastece de esa cuenca. En 2020 el conflicto se reavivó debido a que el gobierno provincial continuó las obras y permitió a la canadiense Galaxy Resources realizar perforaciones en el río Los Patos y extraer agua a razón de 130 m<sup>3</sup> por hora para evaluar la factibilidad del proyecto Sal de Vida, también situado en el Salar del Hombre Muerto<sup>78</sup>.

Los conflictos en torno al agua desencadenados entre comunidades y compañías mineras también se están tornando frecuentes en Jujuy. A pesar de las tácticas de cooptación y división social que, bajo el eufemismo de

<sup>74</sup>. Sticco, Scravaglieri y Damiani, 2019, 14-17.

<sup>75</sup>. Argento y Zicari, 2017, 42.

<sup>76</sup>. O’Connor, 2001, 190.

<sup>77</sup>. Nacif, 2017. Slipak y Urrutia Reveco, 2019, 105-106.

<sup>78</sup>. Información extraída de la página web del Diario El Ancasti en sus ediciones del 25 de agosto de 2019 y el 14 de junio de 2020. El Ancasti, 2019 y 2010.

la “responsabilidad social empresarial”, Orocobre viene desarrollando con las comunidades cercanas al Salar de Olaroz<sup>79</sup>, la explotación de litio está despertando enconadas resistencias locales. En 2018, año en el cual condiciones climáticas excepcionales ocasionaron perjuicios productivos a la empresa debido a que las tasas de evaporación fueron las más bajas de la última década<sup>80</sup>, habitantes de las localidades de Coranzulí y Susques denunciaron que la compañía lanzaba misiles especiales hacia las nubes cargadas con agua de lluvia para evitar que las precipitaciones afectaran el proceso de concentración en las piletas de secado de salmueras de litio<sup>81</sup>. En otras palabras, el consorcio australiano-japonés se daba el lujo impedir que lloviera en una de las zonas más áridas del país.

Otra fuente de conflicto son las grandes cantidades de agua fósil que “Sales de Jujuy” succiona para sus faenas mineras y al negativo impacto que esto tiene sobre la producción agro-pastoril. Los pobladores denuncian que la disminución de agua ha llegado a niveles inéditos en pozos, ojos de agua y lagunas, afectando fuertemente a humedales, vegas y bofedales de los cuales dependen sus animales y generando la mortandad de flamencos y camélidos<sup>82</sup>. Organizaciones ambientalistas han informado que, a raíz del inicio de la explotación de litio, las comunidades cercanas se han visto obligadas a desplazarse grandes distancias para obtener agua para consumo humano y animal debido a que el bombeo y evaporación de salmueras, la extracción de agua fresca, el movimiento de suelos, las obras de infraestructura y el tránsito de camiones afectaron los flujos hidrológicos naturales<sup>83</sup>. La firma desacredita tales aseveraciones argumentando que el área de influencia de Olaroz –donde (recordemos) llueve entre 54 y 188 milímetros/año– es una región de bajo estrés hídrico y riesgo general de agua<sup>84</sup>.

Aunque algunos expertos señalan que para constatar fehacientemente los impactos hidrológicos de la minería del litio es necesario realizar mediciones independientes durante un lapso de al menos cinco años<sup>85</sup>, de los estudios realizados por la propia concesionaria

del salar ya se desprenden conclusiones inquietantes. Según la actualización de la evaluación de impacto ambiental presentada en 2018 por “Sales de Jujuy”, en apenas un año de funcionamiento sus 22 pozos productores de salmuera registraron descensos de hasta 40 metros de profundidad. Esto significa que en muy poco tiempo – y con sólo el 25 % de los pozos proyectados para la primera etapa del proyecto – ya se alcanzaron niveles críticos para la salinización del agua dulce, que fluctúan entre 20 y 70 metros de profundidad<sup>86</sup>. Cabe añadir que para la segunda fase de la explotación se prevé duplicar la capacidad de las piletas de evaporación de Olaroz.

Si bien aún no ingresó en la etapa de producción comercial, el proyecto Cauchari-Olaroz ya está generando fuertes controversias. Las comunidades aledañas a ambas cuencas imputan la merma de agua para consumo humano y animal no sólo a las operaciones extractivas de “Sales de Jujuy”, sino también a las exploraciones de “Minera Exar”<sup>87</sup>. Algunos pobladores de la cercana localidad de Catua aseguran que su ganado comenzó a adelgazar notablemente desde que el consorcio canadiense-chino-japonés instaló su planta piloto en la zona y atribuyen este hecho a la pérdida de pasturas provocada por el consumo hídrico de la mina. Cuando llevaron su reclamo a la justicia, los afectados se toparon con la férrea oposición de la Secretaría de Recursos Hídricos de Jujuy e inocultables conflictos de intereses debido a los estrechos vínculos familiares existentes entre el juez a cargo de la causa y el abogado de “Minera Exar”<sup>88</sup>. Es importante señalar que el propio informe de impacto ambiental del proyecto ya preveía en 2011 consecuencias severas, acumulativas e irreversibles sobre el recurso hídrico local, a tal punto que estimaba que el reservorio de salmuera sólo se recuperaría a muy largo plazo –escala de tiempo geológico– y que las necesidades de agua subterránea del proyecto minero, al consumir el 68% de la recarga del acuífero, implicarían que dicho recurso no estuviera disponible para otras actividades antrópicas, afectando tanto su cantidad como su calidad<sup>89</sup>.

Sin perjuicio de lo anterior, la resistencia más enconada se ha registrado en la cuenca de Salinas y Laguna Guayatayoc, compartida por las provincias de Jujuy y Salta. Uniendo fuerzas contra la concesión de 93.000 hectáreas a la canadiense Dajin Resources y la

79. Hasta el momento, estas estrategias han incluido la oferta de puestos de trabajo en el yacimiento, la conexión a Internet y un convenio que cede 200.000 dólares al año a las comunidades, así como la vacunación y donación de alimentos para el ganado en épocas de sequía.

80. Orocobre, 2019, 56.

81. Jerez Henríquez, 2018, 35.

82. Jerez Henríquez, 2018, 35.

83. Roth, 2019.

84. Orocobre, 2020a, 27; 2020b, 1.

85. Pressly, 2019.

86. Sticco, Scravaglieri y Damiani, 2019, 3.

87. Jerez Henríquez, 2018, 35.

88. Gullo y Fernández Bravo, 2020.

89. Anlauf, 2015, 177.

adjudicación de pedimentos para la exploración de litio a la australiana Orocobre, su controlada Advantage Lithium, la canadiense AIS Resources y las francesas Bolloré y Eramet, en 2010 surgió la “Mesa de las 33 Comunidades de la Cuenca de Salinas Grandes y Laguna Guayatayoc”, constituida por 6.600 familias kollas y atacamas. Este colectivo de pueblos originarios no sólo entabló un litigio por el control de dichos territorios que lo llevó primero a la Corte Suprema de la Nación y luego a la Corte Interamericana de Derechos Humanos, sino que además denunció ante la Defensoría del Pueblo de la Nación los daños ambientales ocasionados por las empresas. Estudios realizados por técnicos independientes comprobaron que los terraplenes construidos por las compañías habían afectado el ciclo hídrico y que las perforaciones y sondeos efectuados con tubos no sellados habían provocado la salinización del agua dulce subterránea e inutilizado la zona para la producción de sal<sup>90</sup>. Sin embargo, ocho años después el gobierno jujeño otorgó nuevas concesiones de litio en la región<sup>91</sup>.

## Conclusiones

Derivada en gran medida de la dependencia de los hidrocarburos, la actual fractura metabólica global obliga al capitalismo a ensayar soluciones espacio-temporales que permitan “resolver” la segunda contradicción del capital y garantizar la continuidad de la reproducción ampliada en el centro del sistema. Para ello, se empeña en profundizar la mercantilización de la naturaleza y la degradación ambiental colonizando, cercando y privatizando aquellas fuentes de materias primas que, presumiblemente, evitarían el colapso al viabilizar la transición hacia las fuentes renovables de energía. Sin duda, el litio extraído de los salares del noroeste argentino desempeña un papel clave en este proceso de acumulación por desposesión, pues combina en un mismo esquema la apropiación neocolonial de recursos naturales y la expoliación, merma y/o destrucción de los bienes comunes de la periferia capitalista, con el agua en el centro de la escena.

Retomando la analogía de O’Connor<sup>92</sup> con respecto a la naturaleza como “grifo”, el caso estudiado muestra que la minería en salmueras puede sustituir a un grifo (los combustibles fósiles) por otro (el litio), pero también que,

debido a su carácter hidro-intensivo, puede literalmente secar un grifo mucho más importante e irremplazable: la escasa agua disponible en zonas extremadamente áridas cuyos balances hídricos ya de por sí son negativos bajo condiciones naturales. El caso también se encuadra dentro del concepto de imperialismo ecológico de Clark y Foster<sup>93</sup>, pues el capital está bombeando -una vez más, la metáfora se torna literal- los ecosistemas hasta agotarlos, generando en el proceso graves perjuicios socio-ambientales. Como resultado, en un mundo donde más de la quinta parte de la población carece de acceso a agua segura (con proyecciones que vaticinan que esa proporción aumentará al 35 % en 2025 y al 80 % en 2050), basar la supervivencia del capitalismo en el litio parece cuanto menos un absurdo contrasentido.

Aunque sus consecuencias recién están comenzando a insinuarse, la explotación de litio en los salares de Jujuy y Catamarca está operando como un mecanismo de acumulación por desposesión que socava las bases y condiciones materiales de existencia de los grupos sociales subalternos. El rara vez cuantificado bombeo y evaporación de salmueras, el desmesurado consumo de agua fresca confesado por las propias compañías y otras prácticas inherentes a la actividad están despojando a población en general, campesinos y, sobre todo, indígenas, del agua necesaria para reproducir sus economías agropastoriles y salitreras de subsistencia, expropiándoles el vital elemento para “exportarlo” bajo la forma de litio. Con el beneplácito de un Estado consustanciado con el modelo tanto desde la acción -es socio y garante de las empresas- como desde la omisión -ignorancia y desidia respecto de los impactos hidrológicos de la actividad-, el capital poco a poco impone la ruptura del metabolismo sociedad-naturaleza a escala local, sacrificando a territorios y formas de vida pre-capitalistas en el altar de la economía “verde” para garantizar a las grandes potencias el acceso a bajo costo del “oro blanco” de la periferia. Si las proyecciones oficiales están en lo cierto y el boom del litio recién comienza, la fiebre por este recurso bien podría convertirse en el último episodio de la larga cadena de cercamientos sufrida por las comunidades aborígenes de la región, cerrando así el ciclo que la propia minería metalífera inauguró con la conquista colonial.

<sup>90</sup>. Jerez Henríquez, 2018, 38.

<sup>91</sup>. Roth, 2019.

<sup>92</sup>. O’Connor, 2001, 211.

<sup>93</sup>. Clark y Foster, 2012.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allan, J. A.** 2003: *Virtual water: achieving a non-hydrocentric understanding of water allocation and management*. Stockholm, SIWI.
- ANICEyCEFN. 2011: *La cuestión del agua. Algunas consideraciones sobre el estado de situación de los recursos hídricos en Argentina*. Buenos Aires, Academias Nacionales de Ciencias Económicas y Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Anlauf, A.** 2015: "¿Secar la tierra para sacar litio? Conflictos socio-ambientales en la minería del litio", en Nacif, F. y Lacabana, M. (coords.): *ABC del litio sudamericano*, Buenos Aires-Quilmes, Ediciones del CCC-UNQ, 171-191.
- Aranda Álvarez, M. del C.** 2018: "Una minería del agua: Análisis espacio-temporal de la región del Salar de Olaroz: Implicancias ambientales, estrategias de sustentabilidad y crecimiento", tesis de licenciatura, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Argento, M. y Puente, F.** 2019: "Entre el boom del litio y la defensa de la vida. Salares, agua, territorios y comunidades en la región atacameña", en Fornillo, B. (coord.): *Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía, territorios*. Buenos Aires, IEALC-Editorial El Colectivo-CLACSO, 173-222.
- Argento, M. y Zicari, J.** 2017: "Las disputas por el litio en la Argentina: ¿materia prima, recurso estratégico o bien común?", en *Prácticas de oficio*, 1, 19, 37-49, <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/76878>
- Calvo, E.** 2017: "Procesos de extracción de litio de sus depósitos en salares argentinos", en Baran, E. J. (ed.): *Litio: un recurso natural estratégico desde los depósitos minerales a las aplicaciones tecnológicas*. Buenos Aires, Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 69-83
- Clark, B. y Foster, J. B.** 2012: "Imperialismo ecológico y fractura metabólica global. Intercambio desigual y el comercio de guano/nitratos", en *Theomai*, 26, <http://revista-theomai.unq.edu.ar/NUMERO%2026/Foster%20y%20Clark%20-%20Imperialismo%20ecol%C3%B3gico.pdf>
- De Francesco, V.** 2018: "La Argentina del litio - La imperiosa necesidad de contar con información confiable", en *Pulso Ambiental - Revista de política y de debate*, 10, 15-16, [https://issuu.com/fundacion.farn/docs/revistapulso\\_n10\\_06-08\\_ok](https://issuu.com/fundacion.farn/docs/revistapulso_n10_06-08_ok)
- Flexer, V., Baspineiro, C. y Galli, C.** 2018: "Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing", en *Science of the Total Environment*, 639, 1.188-1.204, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.223>
- Fornillo, B.** 2018: "La energía del litio en Argentina y Bolivia: comunidad, extractivismo y posdesarrollo", en *Colombia Internacional*, 93, 179-201, <https://dx.doi.org/10.7440/colombiaint93.2018.07>
- Foster, J. B.** 2000: *La ecología de Marx. Materialismo y naturaleza*. Madrid, Ediciones de Intervención Cultural/El Viejo Topo.
- Gallardo, S.** 2011: "Comienza la fiebre", en *Revista EXACTamente*, 48, <https://nexciencia.exactas.uba.ar/extraccion-de-litio-en-el-norte-argentino>
- Gómez Lende, S.** 2017: "Minería del litio y acumulación por desposesión en Argentina. El caso de Salar del Hombre Muerto (1999-2016)", en *Estudios Geográficos*, 15, 1, 157-183, <https://doi.org/10.5016/estgeo.v15i1.12456>
- Gullo, E. y Fernández Bravo, E.** 2020: "Oro blanco: la violenta disputa por el agua en Argentina", en *Diálogo Chino*, <https://dialogochino.net/es/actividades-extractivas-es/35354-oro-blanco-la-violenta-disputa-por-el-agua/>
- Harvey, D.** 2004: *El nuevo imperialismo*. Madrid, Akal.
- Harvey, D.** 2007: *Breve historia del neoliberalismo*. Madrid, Akal.
- INDEC. 2013: *Censo Nacional de Población Hogares y Viviendas 2010. Base de datos REDATAM*. Buenos Aires, Instituto de Estadística y Censos.
- Jerez, D. G., Lazarte, H., Delbuono, V., Such, T. y Toledo, E.** 2017: *El litio: una oportunidad. Estado de situación. Perspectivas. Mercado*. Buenos Aires, Subsecretaría de Desarrollo Minero.
- Jerez Henríquez, B.** 2018: *Impacto socioambiental de la extracción de litio en las cuencas de los salares altoandinos del Cono Sur*. Santiago de Chile, OCMAL.
- Kazimierski, M.,** 2019: "Transición energética, principios y retos: la necesidad de almacenar energía y el potencial de la batería ion-litio", en Fornillo, B. (coord.): *Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía, territorios*, Buenos Aires, IEALC-Editorial El Colectivo-CLACSO, 25-50.
- Livent.** 2020: *Informe de sostenibilidad 2019. Inspirar el mañana*. Buenos Aires, Livent.
- Machado Aráoz, H.** 2010: "Agua y minería transnacional. Desigualdades hídricas e implicaciones biopolíticas", en *Proyección*, 9, 61-90, [https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2017/03/mineria\\_y\\_agua..pdf](https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2017/03/mineria_y_agua..pdf)
- Marchegiani, P., Hellgren, J. H. y Gómez, L.** 2019: *Extracción de litio en Argentina: un estudio de caso sobre los impactos sociales y ambientales*. Buenos Aires, FARN. [https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2019/05/DOC\\_LITIO\\_ESPA%C3%91OL.pdf](https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2019/05/DOC_LITIO_ESPA%C3%91OL.pdf)
- Marx, K.** 1968: *El capital. Crítica de la economía política*. México, D. F., FCE.
- Méndez, A.** 2018: *Informes de cadenas de valor. Litio*. Buenos Aires, Secretaría de Política Económica.
- Nacif, F.** 2014: "El litio en Argentina: de insumo estratégico a commodity", en *Revista Herramienta*, 54, <https://herramienta.com.ar/articulo.php?id=2149>
- Nacif, F.** 2017: "Avanza el saqueo del litio en el NOA: Catamarca busca desregular aún más la explotación del litio", en *Contrahegemonía*, <http://contrahegemoniaweb.com.ar/avanza-el-saqueo-del-litio-en-el-noa-catamarca-busca-desregular-aun-mas-la-explotacion-del-litio/>

- O'Connor, J.** 2001: *Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico*. México, D. F., Siglo XXI Editores.
- Orocobre.** 2018: *2017 sustainability report*. Buenos Aires, Orocobre.
- Orocobre.** 2019: *2018 sustainability report. Salar de Olaroz lithium facility*. Buenos Aires, Orocobre.
- Orocobre.** 2020a: *2019. Reporte de sostenibilidad*. Buenos Aires, Orocobre.
- Orocobre.** 2020b: *Agua y efluentes*. Buenos Aires, Orocobre.
- Pressly, L.** 2019: "Litio: la fiebre del "oro blanco", ¿fortuna o infortunio para Argentina?", en *BBC News*, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50082466>
- Romeo, G.** 2019: "Riesgo ambiental e incertidumbre en la producción del litio en salares de Argentina, Bolivia y Chile", en Fornillo, B. (coord.): *Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía, territorios*. Buenos Aires, IEALC-Editorial El Colectivo-CLACSO, 223-260.
- Roth, S.** 2019: "Las explotaciones de litio. Negocio para pocos, daño para muchos", en *Página 12*, <https://www.pagina12.com.ar/173525-negocio-para-pocos-dano-para-muchos>
- Slipak, A. y Kazimierski, M.** 2019: "Anexo 1. Exposición de las técnicas y saberes para la extracción de litio", en Fornillo, B. (coord.): *Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía, territorios*. Buenos Aires, IEALC-Editorial El Colectivo-CLACSO, 297-303.
- Slipak, A. M. y Urrutia Reveco, S.** 2019: "Historias de la extracción, dinámicas jurídico-tributarias y el litio en los modelos de desarrollo de Argentina, Bolivia y Chile", en Fornillo, B. (coord.): *Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía, territorios*. Buenos Aires, IEALC-Editorial El Colectivo-CLACSO, 83-132.
- Sticco, M.** 2018: "¡Litio al agua!", en *Pulso Ambiental - Revista de política y de debate*, 10, 17-18, [https://issuu.com/fundacion.farn/docs/revistapulso\\_n10\\_06-08\\_ok](https://issuu.com/fundacion.farn/docs/revistapulso_n10_06-08_ok)
- Sticco, M., Scraglieri, P. y Damiani, A.** 2019: *Estudio de los recursos hídricos y el impacto por explotación minera de litio. Cuenca Salinas Grandes y Laguna Guayatayoc - Provincia de Jujuy*. Buenos Aires, FARN.
- Zícarí, J.** 2015: "Neoextractivismo en Sudamérica. El caso del litio", en *Revista NERA*, 18, 29, 10-47, <https://doi.org/10.47946/nera.v0i29.3250>

## PÁGINAS ELECTRÓNICAS

- Centro de Información Minera de Argentina (CIMA) s.f. *Nivel de actividad y producción*. <http://informacionminera.produccion.gob.ar/dataset/620/produccion>. [Consulta realizada el 15 de julio de 2020].
- El Ancasti 2019. *Afirman que el acueducto en el río Los Patos no impactará en forma negativa*. <https://www.elancasti.com.ar/politica-economia/2019/8/25/afirman-que-el-acueducto-en-el-rio-los-patos-no-impactara-en-forma-negativa-412267.html>. [Consulta realizada el 15 de julio de 2020].
- El Ancasti 2020. *El gobierno autorizó nuevas obras en el río Los Patos en Antofagasta de la Sierra*. <https://www.elancasti.com.ar/politica-economia/2020/6/14/el-gobierno-autorizo-nuevas-obras-en-el-rio-los-patos-en-antofagasta-de-la-sierra-436525.html>. [Consulta realizada el 15 de julio de 2020].
- El Esquiú 2012. *Minera del Altiplano se lleva riquezas y deja migajas para la provincia*. <http://www.lesquiui.com/sociedad/2012/9/4/minera-altiplano-lleva-riquezas-deja-migajas-para-provincia-81606.html>. [Consulta realizada el 22 de abril de 2017].
- El Esquiú 2015. *Histórico acuerdo con Minera del Altiplano. La empresa accedió a pagar el agua que consume con obras para Antofagasta*. <http://www.lesquiui.com/politica/2015/5/6/historico-acuerdo-minera-altiplano-182403.html>. [Consulta realizada el 22 de abril de 2017].
- Jujuy al Momento 2013. *Denuncian inacción del gobierno ante impacto ambiental minero en Susques*. <https://www.jujuyalmomento.com/jujuy/denuncian-inaccion-del-gobierno-impacto-ambiental-minero-susques-n6596>. [Consulta realizada el 15 de julio de 2020].
- Villa María Vivo 2014. *En la Puna, el litio se consume millones de litros de agua*. <https://villamariavivo.com/preocupa-en-puna-jujuna-explotaciones-de-litio-que-consumen-millones-de-litros-de-agua/>. [Consulta realizada el 15 de julio de 2020].



## Apretando las tuercas: el riego y el estado en México, 1888-1939

*Tightening the Screws: Irrigation and the State in Mexico, 1888-1939*

**Martín Sánchez Rodríguez**

El Colegio de Michoacán

Zamora, México

mlobo@colmich.edu.mx

 ORCID: 0000-0002-1969-8838

### Información del artículo

**Recibido:** 06 abril 2020

**Revisado:** 18 febrero 2021

**Aceptado:** 29 marzo 2021

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.20.6052

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).  
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

### RESUMEN

Desde la ley de aprovechamiento de aguas de jurisdicción federal de 1910 hasta la ley de aguas nacionales de 1992, hay conceptos que han permanecido vigentes o con cambios mínimos. El artículo tiene por objeto ofrecer elementos de cómo ocurre la intervención del Estado en la organización social de los regantes en una zona semiárida de México a fines del siglo XIX y principios del XX. Se trata de un trabajo histórico que analiza los reglamentos sobre los usos del agua en la primera intervención federal sobre esta materia. El estudio se centra en dos aspectos, la diferencia entre centralización y federalización y la forma en que interviene el Estado en la organización social. El trabajo aplica un nuevo enfoque al proceso de federalización del agua en México, que tiene que ver con la organización social.

**PALABRAS CLAVES:** México, Irrigación, Comarca Lagunera, Intervención estatal.

### ABSTRACT

From the law on the use of waters under federal jurisdiction of 1910 to the national water law of 1992, there are concepts that have remained in force or with minimal changes. The article aims to offer elements of how the intervention of the State occurs in the social organization of irrigators in a semi-arid area in Mexico in the late 19th and early 20th centuries. This is a historical work that analyzes the regulations on the uses of water in the first federal intervention in this matter. The study focuses on two aspects, the difference between centralization and federalization and the way in which the State intervenes in social organization. The contribution of the work is that it applies a new approach to the process of federalization of water in Mexico that has to do with social organization.

**KEYWORDS:** Mexico, Irrigation, Comarca Lagunera, Government intervention.

## *Apertando as nozes: irrigação e estado no México, 1888-1939*

### SUMÁRIO

Desde a lei sobre o uso de águas sob jurisdição federal de 1910 até a lei nacional de águas de 1992, existem conceitos que permaneceram em vigor ou com alterações mínimas. O artigo visa oferecer elementos de como se dá a intervenção do Estado na organização social dos irrigantes em uma zona semiárida mexicana no final do século XIX e início do século XX. Trata-se de um trabalho histórico que analisa as regulamentações sobre os usos da água na primeira intervenção federal nessa matéria. O estudo centra-se em dois aspectos, a diferença entre centralização e federalização e a forma como o Estado intervém na organização social. A principal contribuição do trabalho consiste em aplicar uma nova abordagem à discussão sobre o processo de federalização da água no México privilegiando na análise a incorporação da dinâmica da organização social como elemento distintivo.

---

**PALAVRAS-CHAVE:** México, Irrigação, Comarca Lagunera, Intervenção do Estado.

---

## *Serrer la vis: l'irrigation dans l'état de Mexico, 1888-1939*

### RÉSUMÉ

Depuis la promulgation de la Loi d'exploitation des eaux de juridiction fédéral, en 1910, jusqu'à la Loi des eaux de la Nation de 1992, certains concepts ont conservé leur validité ou n'ont souffert que de changements mineurs. Le présent article a pour objet de fournir des éléments d'analyse quant à la façon dont l'État est intervenu dans l'organisation sociale des irrigants dans une zone semi-aride du Mexique, au tournant du XIXe et du XXe siècle. Il se fonde sur un travail historique d'analyse des règlements relatifs à l'usage des eaux lors de la première intervention fédérale en la matière. L'étude est centrée sur deux aspects: la différence entre centralisation et fédéralisation, et les formes d'intervention de l'État sur l'organisation sociale. Elle propose une nouvelle approche du processus de fédéralisation des eaux au Mexique, qui prête une attention particulière à l'organisation sociale.

---

**MOTS-CLÉS:** Mexique, Irrigation, Comarca Lagunera, Intervention de l'État.

---

## *'Apertando las tuercas'. L'irrigazione e lo stato in Messico, 1888-1939*

### SOMMARIO

Dalla Legge del 1910 sull'utilizzo delle acque federali fino alla Legge del 1992 sulle acque nazionali, ci sono concetti rimasti inalterati o che hanno subito modifiche minime. L'articolo si propone di offrire elementi sull'intervento statale nell'organizzazione sociale dell'irrigazione in un'area semiarida del Messico tra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo. Si tratta di un lavoro che analizza in una prospettiva storica la normativa sugli usi dell'acqua nel primo intervento federale in materia. Lo studio si concentra su due aspetti, la differenza tra centralizzazione e decentramento federale e il modo in cui lo Stato interviene nell'organizzazione sociale. Il lavoro applica un nuovo approccio al processo di federalizzazione dell'acqua in Messico, incentrato sull'organizzazione sociale.

---

**PAROLE CHIAVE:** Messico, Irrigazione, Comarca Lagunera, Intervento statale.

---

## Introducción

“Apretar las tuercas” es una locución que significa presionar a una persona para que colabore o actúe de determinada manera tratándola con severidad o rigor. Nosotros la utilizamos para enfatizar cómo el gobierno federal pretendió incrementar su control y dominio en materia de agua en la Comarca Lagunera, una zona semiárida ubicada en los estados de Durango y Coahuila, al norte de México. Al arbitrar en la solución de los conflictos por el agua entre los regantes, el Estado, mediante la implementación de reglamentos oficiales, comenzó formalmente su intervención en la organización social antes que en otras regiones y antes de que, constitucionalmente, se le facultara para hacerlo.

Este artículo es un trabajo de corte histórico cuya fuente principal son las normas para organizar el uso del agua torrencial en una sección del río Nazas. Considero que en estos documentos se refleja bien el proceso de federalización a la hora de organizar a los usuarios de algunas corrientes. Los reglamentos analizados se elaboraron de 1895 a 1939 y dan cuenta de la forma en que el Estado intentó resolver los problemas del reparto de agua en el Nazas. Evidentemente, la intervención estatal no refleja todo el panorama mexicano, pero sí manifiesta los alcances de su intromisión.

La irrigación en los siglos XIX y XX fue uno de los paradigmas modernizadores de varios grupos sociales en diferentes partes del mundo. Con la participación de empresarios, dueños de tierra, pensadores, ingenieros y políticos, el centro del debate en general fue determinar cuál debería de ser el papel que tendría que jugar el Estado en la promoción del desarrollo económico. En el caso del continente americano, varios países favorecieron una mayor intervención del Estado en la economía<sup>1</sup>.

Para México, la intervención del gobierno federal se comenzó a definir claramente durante el régimen de Porfirio Díaz, cuando la clase política impulsó cambios legislativos. Bajo el fundamento de la Constitución de 1857, muchos de estos cambios iban en contra del texto constitucional. Francisco Xavier Guerra afirma que la Constitución de 1857 era una “ficción legal” que sirvió de marco para implementar medidas que iban en contra de su articulado<sup>2</sup>. Para el caso que nos ocupa, un prestigioso abogado de la época, Ignacio L. Vallarta, dijo que la intervención federal para declarar como federales las vías de comunicación se había “sublevado contra

el texto constitucional que ella ha querido obedecer y reglamentar”<sup>3</sup>.

Un análisis político de la historia hidráulica mexicana de finales del siglo XIX a la primera parte del XX, nos revela la importante participación del Estado si la analizamos a partir de los siguientes conceptos: federalización, centralización y nacionalización.

## Federalización

Debemos de advertir que algunos autores que analizan la política hidráulica mexicana han utilizado los conceptos de centralización o federalización como sinónimos, entendidos como un proceso implementado por el gobierno central, donde hay un sometimiento o subordinación de otras instancias de poder (gobiernos locales y regionales) y de la sociedad misma, a las disposiciones legales y extralegales que provienen del gobierno central.

Desde mi perspectiva, creo que el uso de ambos conceptos como sinónimos es erróneo porque no significan lo mismo. Luis Aboites, uno de los principales autores contemporáneos que ha estudiado el papel del Estado y el de los Ayuntamientos en el manejo del agua en México, es consciente de la confusión<sup>4</sup>. En este artículo pretendemos ser más enfáticos en la distinción de ambos conceptos.

Desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad, México ha declarado ser una República Federal constituida por estados y municipios, a quienes se concede soberanía y se les reconoce una jurisdicción territorial. En materia de aguas y en otros recursos productivos, el gobierno federal ha buscado ser el regulador. La forma de hacerlo es ampliando la jurisdicción del gobierno federal, en detrimento de las entidades que forman parte de la federación, de los municipios y de la sociedad<sup>5</sup>.

Como materia del derecho administrativo, hasta antes de 1870 el agua fue un asunto privado y formaba parte del derecho público en el ámbito local y regional. Con la expedición del Código Civil para los Territorios y el Distrito Federal en 1870 se declaró en los artículos 801 y 802 que los puertos, bahías, radas y ensenadas, ríos aunque no fueran navegables, su álveo, los ríos y esteros, lagos y lagunas que no fueran de propiedad particular, serían considerados propiedad pública y de uso común<sup>6</sup>.

<sup>3</sup> Sánchez Rodríguez, 1993, 31.

<sup>4</sup> Aboites Aguilar, 1998, 11-12.

<sup>5</sup> Aboites Aguilar, 1998.

<sup>6</sup> Sánchez Rodríguez, 1993, 54.

<sup>1</sup> Marichal, 1988.

<sup>2</sup> Guerra, 1988, 28-57.

Estas restricciones permitieron y facilitaron la intervención formal de los gobiernos estatales en la gestión de los recursos hidráulicos como se evidencia para los casos de Sonora (1843), Nuevo León y Coahuila (1857), Zacatecas (1862), Durango (1881), Jalisco (1895) y Oaxaca (1905)<sup>7</sup>. La ausencia de restricciones en materia hidráulica desde la época colonial había dejado un amplio campo de acción para que otros actores sociales como los ayuntamientos, comunidades e incluso los particulares, tuvieran fuerte injerencia en la gestión hidráulica<sup>8</sup>. Sin embargo, a partir del segundo periodo de gobierno del general Díaz, todo fue moviéndose hacia la federalización, hacia la restricción de facultades por la fuerza de los hechos o por la vía de las leyes.

Amparado en la fracción XXII del artículo 72 constitucional que facultaba al Congreso de la Unión para dictar leyes sobre vías generales de comunicación, el 5 de junio de 1888 se aprobó la ley a partir de la cual el Estado comenzó a fijar su predominio en materia de aguas. En su artículo primero se dice cuáles eran las vías generales de comunicación<sup>9</sup>. A partir de este ordenamiento legal se inició una intensa actividad por parte de las autoridades federales, como representantes de la nación, para definir cuáles eran o deberían de ser las aguas declaradas como vías generales de comunicación; quién y dónde usufructuaban el recurso y cómo se debería de acceder al uso y explotación del mismo<sup>10</sup>.

También se dispuso organizar la burocracia hidráulica que dependería de la Secretaría de Fomento. En la primera parte del artículo segundo de la ley de 1888 se dice: “Corresponden al Ejecutivo Federal la vigilancia y policía de estas vías generales de comunicación”. Esta vigilancia se haría a partir de las concesiones o confirmaciones de los derechos a particulares de los lagos, ríos y canales que eran objeto de la ley<sup>11</sup>. En cuanto a la intervención del gobierno federal en la organización social de los regantes, correspondía al Ejecutivo Federal la facultad de reglamentar el uso público y privado de las aguas federales. Cabe advertir que esta facultad, como otras, era nueva y buscaba obligar a los regantes a cumplirlas, aunque no siempre ocurría.

Con el tiempo, la legislación sobre las aguas fue definiendo sus alcances. El 6 de junio de 1894 el Congreso facultó al ejecutivo para hacer concesiones a particulares y compañías con el fin de aprovechar las aguas federales en riegos y como potencia aplicable a cualquier industria<sup>12</sup>. Esta legislación fue trascendente para la apertura de nuevos espacios de cultivo de riego desecando los lagos de Chalco (1895), Zacapu (1896), Chapala (1905) y Lerma (1906), y para abrir zonas como en la Comarca Lagunera<sup>13</sup>. También fue importante para la generación de la industria eléctrica al construirse Necaxa (Puebla, iniciada en 1903), La Boquilla (Chihuahua, 1909), Jacona y El Botello (Michoacán, 1910)<sup>14</sup>.

Para mí, el concepto de federalización significa el conjunto de políticas públicas que adoptó el gobierno mexicano y sus funcionarios con el afán de consolidar un proyecto nacional. Los ejemplos de intervención federal son variados. Por ejemplo, en educación los vemos reflejados en las leyes federales de 1888, 1890 y 1891. En materia comercial el gobierno federal aprobó dos códigos de comercio, uno en 1884 y otro en 1889. Podemos seguir con la minería, la eliminación de las alcabalas, la contratación de deuda, la salubridad o, para nuestro caso, el agua.

Mientras el legislativo adecuaba las leyes con otro tipo de ordenamientos, el ejecutivo actuaba reconociendo los derechos de agua preexistentes a través de las confirmaciones, otorgando nuevos derechos mediante las concesiones, interviniendo en los conflictos por el agua en las comunidades de regantes y reglamentando los derechos de agua donde intervenía. Se trataba de un proceso lento, sujeto a múltiples presiones que, en ocasiones, encontraban bastantes resistencias y, en otras, algunas colaboraciones.

Este proceso de fortalecimiento de la federación, que se inicia durante el gobierno de Benito Juárez, tiene un punto importante durante el régimen de Porfirio Díaz y logra su máxima expresión durante los gobiernos posrevolucionarios del siglo XX<sup>15</sup>. Pero, antes de que esto ocurriera, todas las legislaciones que hemos referido tienen como fundamento la Constitución de 1857. Un texto ficticio que, según Guerra, siempre se violó en varios aspectos como el del federalismo<sup>16</sup>.

7. Sandré Osorio y Sánchez, 2011. Topete Pozas y Méndez Zárate, 2019.

8. Aboites Aguilar, 1998. Castañeda, 2005. Aboites Aguilar y Estrada Tena, 2004.

9. Dublán y Lozano, 1890, tomo XIX, 153. Sánchez Rodríguez, 1993, 55. Sánchez Rodríguez, 2005.

10. El primer estudio historiográfico contemporáneo sobre este proceso es el realizado por Kroeber, 1984.

11. Dublán y Lozano, 1890, tomo XIX, 153.

12. Dublán y Lozano, 1898, tomo XXIV, 184.

13. Sobre las desecaciones hay varios textos que se pueden consultar: Tortolero Villaseñor, 1995. Beltrán Bernal, 2017. Sánchez Rodríguez, 2013. Guzmán Ávila, 2002. Boehm de Lameiras, 1994, Boehm, 2006. Camacho Pichardo, 1998.

14. Sobre la industria hidroeléctrica deben consultarse las obras de Galarza, 1941, y Aboites Aguilar, 1998.

15. Medina Peña, 2010.

16. Guerra, 1988, 41-50.

## Centralización

Las modificaciones legales promovidas por el gobierno de Díaz llevaron al aumento de las competencias del gobierno federal<sup>17</sup> y a la centralización, concepto que se desarrolla simultáneamente a la federalización. Centralizar significa que cada política pública, educativa, minera, industrial, comercial o hidráulica, es asumida por una instancia a nivel federal (Secretaría de Comercio, Agricultura, Fomento, etc.) la cual no solo fija los calendarios para las diferentes gestiones, también genera una burocracia encargada de los trámites y de la administración de los expedientes. Para el caso del agua nos referimos a la Secretaría de Fomento<sup>18</sup>.

Con la promulgación de la Ley sobre Vías Generales de Comunicación de 1888, los ayuntamientos, comunidades de regantes y algunos gobiernos de los estados fueron perdiendo facultades legales para conceder derechos, hacer labores de policía (vigilancia) y administrar las aguas federales dentro de sus jurisdicciones, no sin antes oponer resistencias<sup>19</sup>. Y fueron precisamente las resistencias que ofrecieron los municipios y las comunidades de regantes las que provocaron que Luis Aboites publicara un texto cuestionando su idea sobre la centralización y/o federalización<sup>20</sup>.

Aboites afirma que “La investigación empírica deja ver que en diversos lugares la nación no sólo era omitida o ignorada, sino también subordinada y maniatada”<sup>21</sup>. Mi perspectiva es distinta. Parte de dos consideraciones. La primera es que antes de 1888, el gobierno federal, como representante del Estado nacional, no tenía injerencia en la gobernanza del agua. Esta era asumida básicamente por los ayuntamientos y las comunidades de regantes<sup>22</sup>. Después de 1888 la cosa cambió. Con o sin resistencia, comenzamos a ver la intervención federal en los procesos de dotación, confirmación, reparto, vigilancia, conservación, construcción, control, ingresos o impuestos, justicia y

equidad en los sistemas de riego como parte del dominio que trata de imponer el gobierno federal<sup>23</sup>.

La segunda consideración tiene que ver con el poder, entendido este como la posibilidad que tiene una persona para encontrar obediencia a partir del control que se ejerce sobre partes del ambiente que les interesan a otros sujetos. El control forma parte del proceso físico de manipular energéticamente los elementos de la naturaleza. Por lo tanto, la centralización y federalización son consecuencia del ejercicio del poder a partir del control que se tiene sobre los recursos legales, armados, financieros, políticos y naturales, siendo reconocido por los particulares<sup>24</sup>.

Volviendo a nuestro tema, a partir de la política de centralización se fue desarrollando el proceso de federalización al dotar a la Secretaría de Fomento de un equipo humano especializado que constituyó la burocracia hidráulica<sup>25</sup>. También se comenzó a ordenar el proceso que deberían de seguir los regantes para obtener una concesión o confirmación de los derechos de agua de jurisdicción federal en el reglamento de la primera ley de aguas federales de 1910<sup>26</sup>.

De este reglamento se deduce una pretendida organización racional de los asuntos manejados por la burocracia: integración de un inventario de las corrientes federales y la relación de los usuarios que gozaban de derechos de agua. Como consecuencia de lo anterior, el control del recurso agua se fue afinando y, en teoría, se podría administrar eficientemente. De esto último no estamos tan seguros pues los intereses personales expresados en la toma de mayor flujo de agua de la concedida, los despojos de derechos y otros procesos, marcan la diferencia entre la ley y la práctica cotidiana.

Sin embargo, para los fines de un control político administrativo, la práctica seguida por la Secretaría de Fomento era más operativa para el Estado. Por ejemplo, a partir de los expedientes se podía contar con historiales particularizados; hacer un padrón de usuarios, determinar (formalmente) las cantidades de aguas aprovechadas. Esto, unido al estudio técnico de los flujos y

17. Guerra, 1988, 50.

18. Zuleta, 2000.

19. Algunos ejemplos se muestran en las obras de Kroeber, 1994. Sánchez Rodríguez, 1993. Aboites Aguilar, 1998.

20. Aboites Aguilar, 2009.

21. Aboites Aguilar, 2009, 10.

22. Los estados que legislaron antes de 1888 fueron Sonora, Nuevo León, Coahuila, Zacatecas y Durango. Véase la nota 7.

23. Sobre el dominio y las relaciones de dominación me baso en las obras de Max Weber y Barrington Moore. Para el primero, el dominio es la posibilidad de encontrar obediencia a un mandato determinado y es legitimado siempre y cuando sea socialmente aceptado, de lo contrario, si hay resistencia, la relación de dominio se convierte en una relación de poder que no es voluntaria. La dominación socialmente legítima permanece siempre y cuando dominados y dominadores cumplan los derechos y deberes, límites y obligaciones que se originan cuando se establece la relación de dominación. Weber, 1983, 43, 170. Moore, 1989, 30.

24. Adams, 1983.

25. *Boletín*, 1909, I, XXIV-XXV.

26. *Ley de aprovechamiento*, 1910.

las necesidades hidráulicas, permitió determinar si se concedía o no nuevos derechos o podrían servir para planear la infraestructura.

Un trabajo de tal naturaleza implicó un "eficiente" aparato burocrático especializado. Este había encontrado un lugar en la Quinta Sección de la Secretaría de Fomento, que empezó a funcionar a partir de 1888. Posterior a ese año, la burocracia hidráulica no dejó de crecer hasta que se crea la Secretaría de Recursos Hidráulicos cinco décadas más tarde.

## Nacionalización

Anteriormente comenté que la Constitución del 1857 era una "ficción legal" y que en diferentes momentos se realizaron acciones legislativas que iban en contra de su doctrina, este es el caso de la nacionalización. La Ley de Vías Generales de Comunicación de 1888 se inscribe en este punto y esta contradicción legal se resolvió en la Constitución del 1917<sup>27</sup> (Tena Ramírez, 1982, 817-880). Por tanto, el concepto de nacionalización para tierras y aguas se entiende a partir de la potestad que tienen los Estados soberanos para asumir o recobrar la explotación de bienes o el desarrollo de actividades que se consideren de interés público y que estaban sujetas a la acción de los individuos<sup>28</sup>.

Para que al Estado nacional le sea reconocida la soberanía de asumir o recobrar la explotación de bienes o el desarrollo de actividades es importante que cuente y se le reconozca el dominio eminente de los recursos por parte de la sociedad. En el caso del agua, antes de la Ley de 1888, los sistemas de riego desplegados en México, por lo menos desde la colonia, se habían desarrollado bajo un largo proceso de patrimonialización, o de apropiación del dominio eminente de tierras y aguas por parte de los regantes. La recuperación de los derechos de la Nación sobre los derechos privados es uno de los aportes de la Constitución de 1917<sup>29</sup>. ¿Qué entendemos por el concepto de patrimonialización en nuestro tema?

Desde los primeros siglos medievales, las aguas fueron consideradas como bienes personales o patrimoniales, sujetas al dominio eminente del soberano y, en consecuencia, al derecho de disponer de él. Como parte de la soberanía del poder regio, el agua podía ser objeto de cesión, donación o alienación de dominio. Esta soberanía, aplicada sobre una población, un territorio y los recursos naturales a través del dominio eminente en la Nueva España, fue asumida por la Corona. Este dominio eminente, que en un principio correspondía al soberano, también incluía a los señores feudales e incluso a las comunidades municipales. La propiedad eminente de los señores coexistía con la propiedad útil, la cual podía ser retenida por los dueños eminentes o cedida a los particulares o a los pueblos<sup>30</sup>.

La naturaleza especial del agua, a diferencia de la tierra y del bosque, dificulta o impide un disfrute absoluto del recurso. Cada vez que dos o más personas forman una comunidad de regantes y, por lo tanto una asociación de riego, las diferencias o desacuerdos generan un conflicto y la necesidad de solucionar estos desacuerdos tiene una larga trayectoria. Para solucionar estos apremios las alternativas son variadas. Se puede utilizar la fuerza pero también la solución puede venir de la autocomposición, es decir, mediante el acuerdo entre ambas partes. Finalmente está la intervención mediante la cual el Estado tiene a su cargo dirimir imparcialmente las diferencias entre sus miembros<sup>31</sup>. A esta actividad de solucionar los problemas por parte del Estado se le denomina jurisdicción y durante varios siglos el titular de la jurisdicción era el monarca, quien delegó sus funciones a oficiales y funcionarios hasta la revolución francesa y la separación de los tres poderes: ejecutivo, legislativo y judicial<sup>32</sup>.

En términos de la organización social para el riego, los que tienen derecho a regar se agrupan en dos tipos de asociaciones: las públicas y las privadas. En las públicas el derecho de agua se asigna a los ayuntamientos o pueblos. El común denominador es que la organización social aparece claramente dirigida por una autoridad política con un acotamiento importante: esta autoridad es local o regional y en varios casos se luchó para que así permaneciera, incluso hasta el siglo XX. En el ámbito de sus funciones, la autoridad concede o

27. En la discusión y definición del artículo 27 de la Constitución de 1917 se distinguen dos puntos de vista respecto a los alcances de la nacionalización que, al final, se articularon en la redacción final. Por un lado, está la posición de Andrés Molina Enríquez, quien afirmó que la nación tenía el derecho pleno sobre tierras y aguas y podía otorgar el dominio directo a los particulares. Diferente fue la posición de los diputados liderados por Pastor Roaui, quienes sostuvieron que los recursos del subsuelo no se trasmitían a particulares. Córdova, 1982, 223-230. Ovalle Favela, 2007.

28. Serra Rojas, 1977, 296-298. López Guardiola, 2012, 73-74.

29. Córdova, 1982, 226.

30. Maluquer de Motes, 1985. Sobre el dominio eminente en México durante la conquista y el periodo colonial en cuanto a los encomenderos y a la población indígena, puede verse el trabajo de García Martínez, 1992.

31. Huesbe Llanos, 1995, 337.

32. Huesbe Llanos, 1995, 342-343.

legítimos derechos de agua, vigila el reparto, construye o mantiene la red hidráulica, restringe su uso, intermedia y resuelve conflictos, cobra derechos de uso y maneja a los operadores del riego. En otras palabras, ejercen de hecho el dominio eminente del recurso agua<sup>33</sup>.

En el caso de las privadas, el derecho al agua se asigna a personas, sin intervención de autoridades; y las funciones de transmisión de estos derechos ocurren a partir de una venta o renta de agua. También la construcción, vigilancia, mantenimiento y cobro corresponde a los miembros de la asociación y solo en la resolución extrema de controversias se acude a una instancia oficial<sup>34</sup>.

La incapacidad de control por parte de la Corona o sus representantes, así como la imposibilidad de los gobiernos nacionales, fue generando un sentido de propiedad de los recursos naturales por aquellos que los usaban. Es decir, del dominio útil que tenían los regantes de los recursos se fue pasando al desarrollo del dominio eminente de los mismos. Esto desencadenó un proceso de patrimonialización que la Constitución del 1857 legitimó. Córdova lo dice así: “la sociedad había perdido su derecho originario y unos pocos individuos la habían sustituido en una función que para ella era vital”<sup>35</sup>.

En síntesis, con la llegada de la ley federal de 1888 el gobierno central comenzó a rescatar el dominio eminente y la jurisdicción a través de dos formas: la concesión y la confirmación. Se trata de un proceso largo y con muchas resistencias que se fue desarrollando poco a poco a partir de las nuevas necesidades que estaban generando el agua o la política de irrigación; o de los conflictos entre los regantes que no habían podido ser solucionados en instancias locales.

Pero la Ley de Vías Generales de Comunicación, en términos jurídicos, era ilegal. Un ministro de la Suprema Corte de Justicia de la Nación afirmó categóricamente que “estas declaraciones, lo mismo que otros varios preceptos de esta ley, se ha sublevado contra el texto constitucional que ella ha querido obedecer y reglamentar”<sup>36</sup>. También afirmaba que eran los gobiernos locales los facultados para la concesión o confirmación de ríos y tierras que estuvieran en una misma

entidad federativa. Hacer lo contrario significaba que la federación se había sublevado “contra el código fundamental, dando a la federación facultades, que se reservó a los estados”<sup>37</sup>. Otro autor, Andrés Molina Enríquez, afirmó lo absurdo de estas leyes: “Como se ve, todas esas leyes forman un conjunto de absurdos jurídicos, y como es natural, la jurisprudencia formada con las concesiones que de esa legislación se han derivado, es todavía más absurda”<sup>38</sup>.

Pero ninguna crítica pudo evitar la aplicación de la ley de 1888 ni la ley de aguas de 1910. Tuvo que llegar el movimiento armado conocido como revolución mexicana para que en el texto constitucional de 1917, en su artículo 27, se legalizara para la nación el dominio eminente del agua<sup>39</sup>.

## Federalización de la organización social

Este concepto lo comenzamos a ver claramente en el artículo segundo de la ley de 1888, que faculta a la Secretaría de Fomento a encargarse de la vigilancia y policía de las vías generales de comunicación. Desde mi perspectiva, la “policía” significaba que correspondía al Ejecutivo Federal la autoridad de reglamentar el uso público y privado de las aguas federales. Pero esta potestad tendría que ser bajo la dirección de un burócrata o de una persona que va a tratar de acatar y de responder, en teoría, a los dictámenes de la Secretaría de Fomento. Esta intervención del gobierno federal era una facultad nueva que se fue mejorando con el paso del tiempo y que trataba de obligar a los regantes a cumplirla, aunque no siempre ocurría<sup>40</sup>.

La federalización en la organización social es el reconocimiento de una legalidad formal que hace el Estado y que depende de tres situaciones. Por un lado, de los reglamentos de agua que mantenían las comunidades de regantes y que en algunos casos venían desde la época colonial y que fueron adoptados parcialmente por el

<sup>33</sup>. Una compilación sobre las asociaciones públicas se encuentra en Sandré Osorio y Sánchez, 2011.

<sup>34</sup>. Para una discusión teórica ver los capítulos que se agrupan en el libro de Martínez Saldaña y Palerm Viqueira, 1997.

<sup>35</sup>. Córdova, 1982, 226.

<sup>36</sup>. Vallarta, 1897, 9.

<sup>37</sup>. Vallarta, 1897, 9.

<sup>38</sup>. Molina Enríquez, 1978, 260.

<sup>39</sup>. Tena Ramírez, 1982, 825. Es pertinente aclarar que el artículo 27 que se refiere a la propiedad originaria de la nación refleja dos intenciones en la exposición de motivos y en sus artículos. La que se refiere a la propiedad originaria de la nación sobre la tierra y agua es producto de Andrés Molina Enríquez. La que tiene que ver con los minerales y substancias del subsuelo es de Pastor Rouaix y los diputados de la comisión. En la segunda se impedía que el dominio directo o propiedad de la nación pudiera transmitirse a los particulares. Ovalle Favela, 2007, 174-178.

<sup>40</sup>. Así lo demuestran los trabajos de Martínez Saldaña y Palerm Viqueira, eds. 1997, y Aboites Aguilar, 2009.

gobierno federal<sup>41</sup>. Por otra parte, de los acuerdos de hecho que los regantes mantenían y que fueron oficializados por el Estado cuando se dio la declaración federal del río y sus afluentes<sup>42</sup>. Algunos de estos acuerdos también provenían del periodo colonial. Finalmente, de los reglamentos que se realizaron en las nuevas tierras de riego inaugurados por la política de irrigación del porfiriato y de los gobiernos de la revolución<sup>43</sup>.

La federalización organizativa, como la centralización y la nacionalización, fue un proceso también iniciado a partir de corrientes que fueron declaradas como federales: Nazas, Atoyac, Duero, Nexapa, Cantarranas, Turbio, San Juan del Río, Lerma, Yaqui, Magdalena, etcétera<sup>44</sup>. Conforme la burocracia y los conflictos por las aguas aumentaron en otras corrientes, muchos ríos, lagunas y arroyos fueron declarados también federales y sujetos a la legislación federal y su organización social comenzó a intervenir. Para algunos académicos este asunto aún no ha terminado y todavía en el siglo XXI se siguen documentando descripciones etnográficas de organizaciones sociales que han resistido con cierto éxito o donde de plano el Estado no ha podido intervenir<sup>45</sup>.

Las disposiciones legales sobre la federalización del agua de 1888, 1894, 1902, 1908, 1910, 1926, 1929, 1934, 1942 y 1952 fueron eslabones o mecanismos de control social que condicionaron muchos aspectos de la gestión del agua con más o menos resultados. Por ejemplo, en 1894 los regantes con aguas de jurisdicción federal, que antes de 1888 se arreglaban en lo privado o acudían a las autoridades locales para vender, comprar, hipotecar, acceder y vigilar los derechos de agua; construir, mantener, mediar en el conflicto, etcétera, después de 1894 no solo tenían que solicitar la concesión de derechos al gobierno federal, también tenían que admitir el nombramiento de un inspector<sup>46</sup>.

Recordemos que durante siglos las tareas siempre presentes en los sistemas de riego estuvieron dominadas por las comunidades de regantes y gobiernos locales. No es casual que los primeros ejemplos de intervención federal hayan sido precisamente en las zonas que presentaban problemas entre los regantes: La Comarca Lagunera (Du-

rango y Coahuila), el valle de Atlixco (Puebla), el valle de Zamora (Michoacán) y el Bajío<sup>47</sup>.

Varias de estas comunidades privadas tenían un reconocimiento de facto pero no de jure; es decir, no tenían una constitución formal mediada por el reconocimiento de una autoridad política (ayuntamiento o gobierno regional); su distribución del agua estaba bien establecida en las prácticas cotidianas pero se hacían sentir solo cuando sus intereses eran afectados o cuando la cohesión interna no era lo suficientemente fuerte como para controlar el conflicto, debiendo recurrir a una instancia de mediación, como aconteció con la Real Audiencia durante la colonia, o el Poder Judicial durante el México independiente<sup>48</sup>. Por el contrario, las comunidades públicas estaban más vinculadas a una estructura corporativa. Por lo que respecta a las acciones legales durante el porfiriato, solo fueron la preparación del terreno para lo que harían los gobiernos de la revolución.

## ¿Qué pasó en una zona semi árida como La Comarca Lagunera?

En el centro del país, la infraestructura hidráulica, y por lo tanto la organización social para el riego, contaba con una larga historia que provenía del mundo prehispánico. En el Bajío su infraestructura de riego también fue construyéndose y desarrollándose desde el siglo XVI. Por el contrario, en la Comarca Lagunera los sistemas hidráulicos y la organización social tenían un origen muy tardío debido a que la tierra había permanecido inculta y dedicada principalmente a la ganadería hasta la primera mitad del siglo XIX.

Con escasa población permanente y atacada por las tribus semi nómadas, la Laguna se integró al esquema de la propiedad colonial a través del latifundio de los marqueses de Aguayo. Un acaparamiento de recursos que fue iniciado por Francisco de Urdiñola y sucesores, quienes lograron una exitosa combinación de empresas

41. Un trabajo general sobre los reglamentos es el de Palerm et al., eds. 2004.

42. Es el caso, por ejemplo, de los reglamentos de los sistemas de riego del valle de Celaya. Sánchez Rodríguez, 2005.

43. Palerm et al., eds. 2004.

44. Kroeber, 1994.

45. Ver los textos publicados por Martínez Saldaña y Palerm Viqueira, eds. 1997. Palerm Viqueira y Martínez Saldaña, eds. 2000. Palerm Viqueira y Martínez Saldaña, eds. 2013. Aboites Aguilar, 2009.

46. Dublán y Lozano, 1898, t. XXIV, 180.

47. Jacinta Palerm refiere que la primera corriente o tramo de corriente reglamentada y publicada en el *Diario Oficial de la Federación* correspondió al río Nazas. Aquí, en 1891 y 1895 se elaboraron dos reglamentos que centraron su atención en la distribución de las aguas para que todos los usuarios pudieran hacer uso de sus concesiones. Palerm et al., eds. 2004, 4. Para los casos de la Comarca Lagunera y el valle de Zamora se puede consultar el libro de Clifton B. Kroeber, 1994 Para el caso del Atlixco, el estudio más detallado es el de Rocío Castañeda, 2005.

48. Para algunos ejemplos consúltese la obra ya citada de Sandré Osorio y Sánchez, 2011.



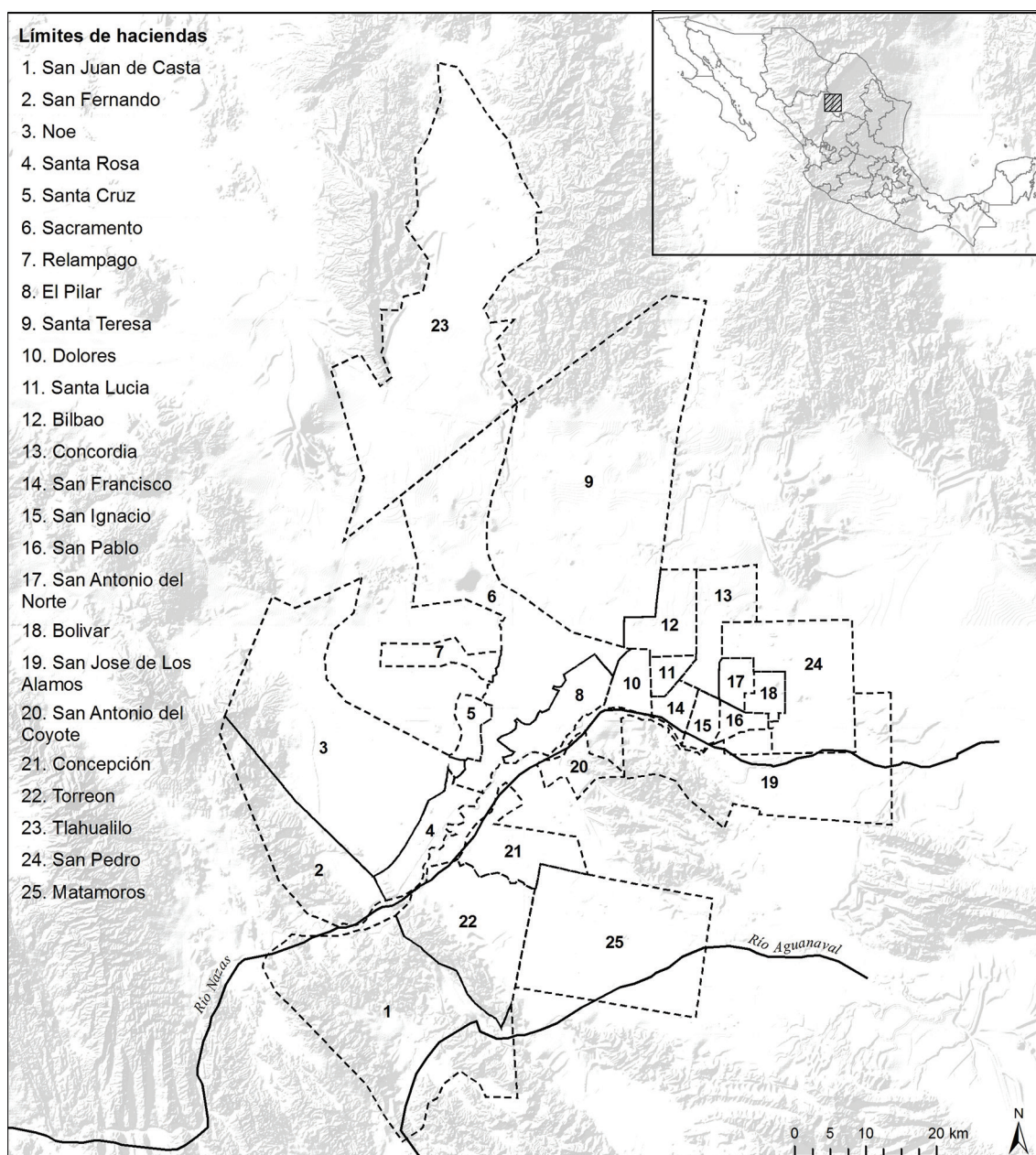
mineras, agrícolas y ganaderas repartidas entre los actuales estados de Zacatecas, Durango y Coahuila<sup>49</sup>.

El acaparamiento de tierras y aguas no solo correspondió a Urdiñola y a los marqueses de Aguayo. En el siglo XVII también se erigieron otras grandes propiedades. Pero, al iniciarse el siglo XIX estos grandes latifundios comenzaron a dividirse en fracciones cada vez más pequeñas, en especial, las tierras del marquesado

de Aguayo que por demanda de sus acreedores terminaron divididas en 50 predios<sup>50</sup> (Mapa 1).

Uno de los beneficiarios de esta división fue José Miguel Sánchez Navarro quien en 1818 adquirió la hacienda de San Lorenzo de La Laguna<sup>51</sup>. Por espacio de treinta años los Sánchez Navarro controlaron la comarca hasta que vendieron su propiedad el 24 de abril de 1848 a los socios Leonardo Zuloaga y José Ignacio Jiménez

Mapa 1. Propiedades en la Comarca Lagunera. Fines del siglo XIX



Fuente: Plana, 1996, Archivo Histórico Municipal de Torreón, Fondo Tlahualilo, Exploración del río Nazas, caja 1, exp. 1. Elaboró Marco Antonio Hernández A., COLMICHSIG.

<sup>49</sup>. Harris III, 1975, 6-9. Romero Navarrete, 2007, 45 y 46. Wolfe, 2009, 49.

<sup>50</sup>. Romero Navarrete, 2007, 47-48. Román Jáquez, 2001, 73-74.

<sup>51</sup>. Romero Navarrete, 2007, 48.

nez. En síntesis, desde el siglo XVII hasta el año de 1848 la infraestructura para el riego pertenecía a un solo propietario: los marqueses de Aguayo. Posteriormente, a los Sánchez Navarro.

Pero el desarrollo agrícola de La Laguna tiene una fecha crucial y es el año de 1848 cuando los propietarios en ambas márgenes del río Nazas comenzaron a incrementar los sistemas hidráulicos. Con el fraccionamiento de los latifundios, el recurso hídrico fue cada vez más competido y la organización social del riego comenzó a complejizarse. Pronto, el uso del agua se convirtió en uno de los principales motivos de discordia por el régimen torrencial del río Nazas y la falta de acuerdo de cómo y cuándo repartirse<sup>52</sup>.

Hasta el año 1846 el primer sistema hidráulico construido fue integrado por dos regantes, los dueños de San Lorenzo de la Laguna (Zuloaga y Jiménez) y su vecina San Juan de Casta. Este sistema se componía de tres presas, la correspondiente a San Juan, la de San Fernando y la de Santa Rosa. Con la venta y división de la hacienda de San Lorenzo de la Laguna en dos fracciones en 1852, la comunidad de regantes estuvo formada por tres propietarios y cada propietario contaba con una presa y sus respectivos canales<sup>53</sup>.

Para la década de 1870 los regantes se incrementaron por las ventas que hicieron los descendientes de Juan Ignacio Ramírez y Leonardo Zuluaga; así como por la fundación de las villas de Matamoros y San Pedro con las tierras incautadas por Benito Juárez<sup>54</sup>.

El cultivo del algodón a mediados del siglo XIX provocó que el agua, al igual que la mano de obra, pronto se convirtiera en un foco de tensiones donde la ubicación de las tierras de riego, los volúmenes de agua controlados y la incorporación de nuevos usuarios fueron motivo de conflicto permanente, antes y después del control federal del agua<sup>55</sup>.

Hasta antes del Reglamento de 1891, que fue el expedido por la Secretaría de Fomento debido a los conflictos suscitados entre los usuarios, la gobernanza del agua se regulaba por las prácticas cotidianas; no había

un reglamento sancionado y aprobado por los usuarios del agua (Mapa 2). Eran sistemas de riego sin estructuras de autoridad constituida y mucho menos centralizada<sup>56</sup>. A diferencia de los casos de Valencia, España, pero semejante a lo que ocurría en el Bajío, el manejo del agua en el río Nazas tampoco derivó en un reglamento que especificara los deberes y obligaciones en los sistemas de riego. Esto no significa la ausencia de una organización social<sup>57</sup>.

Tenemos el caso del reglamento de un canal que derivaba agua del río Nazas. Se trata de un documento protocolizado en la Villa de San Pedro el 22 de marzo de 1876. Sabino Gutiérrez –como presidente nombrado por los accionistas del canal o tajo de La Trasquila– presenta el reglamento, que fue consensuado entre los accionistas el primero de marzo de 1876<sup>58</sup>.

El documento refleja que la construcción del canal fue iniciativa de varios socios. Por acuerdo se dispuso que cuando llegaran las avenidas del río, y para evitar fricciones entre los miembros, se contrataría a una persona para que se encargara de dar a cada regante el agua que le correspondía de acuerdo con el presidente de la asociación<sup>59</sup>. Aunque el documento tiene que ver casi exclusivamente con la construcción de infraestructura hidráulica, la participación de una autoridad política local o regional está ausente. Esta autonomía cambiaría quince años después con el reglamento federal de 1891.

El Nazas fue el primer río donde la federación intervino antes de que el Legislativo promulgara la Ley General de Vías de Comunicación del 5 de junio de 1888. La conflictividad por el cultivo del algodón y el enfrentamiento entre los gobiernos de Durango y Coahuila por proteger el derecho de sus habitantes, provocó la intervención del gobierno central<sup>60</sup>.

Pero el conflicto más fuerte fue cuando la Compañía Agrícola del Tlahualilo, fundada en 1885, solicitó al gobierno federal autorización (abril de 1887) para abrir un canal en los territorios controlados por la Compañía, es decir, en el estado de Durango. Esto provocó la protesta de los regantes y del gobierno de Coahuila. Antes de otorgar este permiso, el secretario de Fomento integró una comisión de expertos que evaluaría la factibilidad de la concesión. Esta comisión debería de proporcionar

<sup>52</sup>. Plana, 1996, 53.

<sup>53</sup>. En un párrafo anterior comenté que el uso del agua dificulta o impide, en algunos casos, un disfrute absoluto del recurso pues cada vez que dos o más personas forman una agrupación, surgen a menudo las diferencias, lo que genera el conflicto por la resistencia de una parte a la pretensión de la otra. De esta forma, la unión de dos o más regantes que comparten un sistema de riego, constituye una comunidad de regantes que debe ponerse de acuerdo para no generar conflictos. Huesbe Llanos, 1995, 337. Martínez Saldaña y Palerm Viqueira, eds. 1997.

<sup>54</sup>. Archivo Histórico del Agua (AHA), Aprovechamientos Superficiales, caja 256, expediente 2492, legajo 6.

<sup>55</sup>. Saravia, 1909, 4-5. Romero Navarrete, 2007, 50.

<sup>56</sup>. Hunt, 1997.

<sup>57</sup>. Glick, 1988. Maass y Anderson, 1976. Ostrom, 2011.

<sup>58</sup>. AHA, Aguas Nacionales, caja 256, exp. 2492, f. 212.

<sup>59</sup>. AHA, Aguas Nacionales, caja 256, exp. 2492, f. 214.

<sup>60</sup>. Rouaix, 1929, 195-197.

Mapa 2. Sistemas de riego en la margen izquierda del río Nazas. Fines del siglo XIX



Fuente: Mapoteca Manuel Orozco y Berra, Colección General, Coahuila, exp. Coahuila 2, CGF.COAH.M4.42.0073-1-2

una base científica, razonada y demostrable, que permitiera una distribución equitativa de las aguas<sup>61</sup>.

Parte del resultado fue saber quiénes eran los regantes, cuál era su base legal. Cuál era el régimen anual del río, las condiciones físicas de las obras de irrigación, las aguas que captaban en años buenos y malos<sup>62</sup> y, por último, la formulación de un reglamento, en principio provisional, en donde se colocaba al gobierno central como regulador de la organización social del agua. En síntesis, los conflictos “pusieron en evidencia que los acuerdos tácitos habían dejado de funcionar como una vía para resolver las disputas”<sup>63</sup>.

En sus inicios, la primera comisión formada por la Secretaría de Fomento estuvo integrada por representantes de los gobiernos de Durango y Coahuila, la Secretaría y la Compañía del Tlahualilo. Pero, a partir de 1888 se creó la Comisión del Nazas como parte de la Secretaria

de Fomento que reelaboró el documento provisional de 1891 y promulgó otro en 1895<sup>64</sup>.

El reglamento transitorio de 1891 constaba de 28 artículos. Involucró a los propietarios ribereños que usaban siete presas (San Fernando, Santa Rosa, Calabazas, Torreón o Coyote y San Pedro, así como otras dos derivaciones) y 29 canales. Estos ribereños deberían de obedecer las órdenes de un ingeniero inspector, pagado por los interesados, pero bajo el mandato de la Secretaría de Fomento. También sería obligación de los regantes establecer el origen de sus tomas y los dos primeros kilómetros del canal<sup>65</sup>.

El mantenimiento también era vigilado por el personal de la Secretaría<sup>66</sup>. Los artículos 13, 25 y 26 son claros en términos de la federalización. En ellos se afirma de manera categórica que ninguna obra, ya sea en las orillas, ya sea en el cauce del río, ni toma de agua, ni

61. Kroeber, 1994, 115-117. Romero Navarrete, 2007, 68-70.

62. Kroeber, 1994, 119.

63. Romero Navarrete, 2007, 67.

64. *Reglamento Provisional*, 1891. Sarabia, 1909, 239-266.

65. *Reglamento Provisional*, 1891, 4.

66. *Reglamento Provisional*, 1891, 6.

presa, ni puente, podrán ser emprendidos sin previa autorización de la Secretaría de Fomento. En el artículo 25 se afirma que la Secretaría nombraría un ingeniero inspector con ayudantes pagados por el Tesoro Federal, siendo deber de dicho ingeniero tratar de hacer cumplir el reglamento<sup>67</sup>. No obstante el control estatal, en el artículo 27 se daba la oportunidad de que los usuarios pudieran hacer cumplir el reglamento a través de un sindicato. Pero esta situación nunca se dio.

Esta norma fue provisional. Después de múltiples conflictos por el acceso al agua entre los diferentes usuarios y la intervención de inspectores de la Comisión del Río Nazas, el gobierno federal logró consensuar una disposición definitiva en 1895. Lo importante del reglamento provisional y el definitivo de 1895 fue la intervención de los inspectores de la Secretaría de Fomento, no solo para el estudio de la conflictividad y las alternativas de solución, sino para imponer la visión de que sería el gobierno federal el encargado de reglamentar las aguas que habían sido declaradas como de jurisdicción federal. Es decir, todos los usuarios deberían de reconocer las disposiciones del gobierno federal.

El reglamento de 1895 estaba compuesto por 46 artículos. Destaca la presencia de la Secretaría, que se coloca, por efectos de la ley de agua de 1888, como administradora de las aguas del río Nazas y afirma, en el artículo tercero, que se conservará el curso actual del río por medio de obras autorizadas por la propia Secretaría. En otros artículos se especifica cómo la Secretaría determinó las obras de derivación de los canales especificando que el ingeniero inspector las revisaría antes de darles el visto bueno<sup>68</sup>.

Lo que nos interesa en este artículo es lo relacionado al artículo 25. En esta fracción se ordena que la Secretaría nombrará un ingeniero inspector y sus ayudantes pagados por el tesoro federal<sup>69</sup>. Este aspecto es importante en virtud de que en las organizaciones privadas el personal estaba bajo los mandos de los regantes, quienes administraban el recurso agua. La única posibilidad que tenían los usuarios del agua del Nazas fue la de contratar a un guarda compuerta, es decir, a la persona que estaría atenta a las órdenes de los funcionarios federales. La función de los propietarios y, en su caso, de los arrendatarios, medieros o personas encargadas de las fincas era dar aviso al ingeniero en jefe de la Comisión

Inspectora del Nazas de quién sería el guarda compuerta y el lugar de su residencia<sup>70</sup>.

En 1919 se realizaron modificaciones al reglamento de 1895 pero en el tema que nos ocupa no hubo cambios<sup>71</sup>. Después de la pacificación del país a fines de 1920, de la creación de la Comisión Nacional de Irrigación en 1926 y de la creación de los distritos de riego, el Estado mexicano promulgó otros reglamentos. Resulta interesante analizar el reglamento de 1939 porque en este punto se promueve la organización de los usuarios en Juntas Locales de Agua como cooperantes para la aplicación del reglamento. En estas juntas deberían de tener participación no solo los ejidatarios, sino también se incluyó a los usuarios públicos y domésticos y a los pequeños propietarios. Las obligaciones de los usuarios eran varias; iban desde nombrar a sus representantes, contribuir en los gastos de administración y distribución de las aguas; en la conservación y en el mantenimiento de la infraestructura hidráulica<sup>72</sup>. En el artículo 60 se define, de manera categórica, que la única autoridad responsable para la aplicación del reglamento era la Comisión Nacional de Irrigación representada por el gerente general del distrito de riego de la Región Lagunera<sup>73</sup>. Pero lo más importante para nuestro problema de la federalización tiene que ver con lo que afirma el artículo siguiente (el número 61):

“Todo el personal necesario empleado para la aplicación interna de las disposiciones de este Reglamento dependerá directamente del Distrito de Riego de la Región Lagunera, a quien compete designarlo, así como atender todo lo que a cada canal se refiera; en la inteligencia de que los gastos que dicho personal cause, serán erogados por los Usuarios del mismo canal, en la proporción en que se encuentren entre sí los terrenos reconocidos como de riego en dicho Canal”<sup>74</sup>.

En síntesis, a los usuarios solo les correspondió cubrir los costos del riego.

<sup>67</sup>. *Reglamento Provisional*, 1891, 15-17.

<sup>68</sup>. *Reglamento*, 1919, 7.

<sup>69</sup>. *Reglamento*, 1919, 22.

<sup>70</sup>. *Reglamento*, 1919, 24.

<sup>71</sup>. *Modificaciones al reglamento*, 1919.

<sup>72</sup>. *Reglamento*, 1939, 2-7.

<sup>73</sup>. *Reglamento*, 1939, 25.

<sup>74</sup>. *Reglamento*, 1939, 25.

## Reflexiones finales

En términos legales, el control y dominio por parte del Estado mexicano en materia hidráulica es un proceso histórico que durante el porfiriato se origina y se desarrolla en eventos extralegales. Con la llegada de la revolución de 1910, la “ficción legal” se corrigió con la Constitución de 1917. Los trabajos que hicieron los revolucionarios reforzaron aspectos que alimentaron los procesos de federalización, centralización y nacionalización realizados por la clase política porfirista al margen de la Constitución del 1857. En este sentido, las acciones legales durante el régimen del porfiriato solo fueron la preparación del terreno que luego harían los gobiernos de la revolución. El comentario que hizo Tocqueville sobre los efectos de la revolución francesa encaja perfectamente para el caso mexicano en materia hidráulica: “De lo que menos tuvo la Revolución fue de acontecimiento fortuito. Verdad es que cogió al mundo de improviso, pero, sin embargo, no era más que el complemento de un trabajo más largo, la conclusión repentina y violenta de una obra que habían trabajado diez generaciones de hombres”<sup>75</sup>.

A pesar de que los tres conceptos se desarrollaron simultáneamente, no significan lo mismo. Federalizar el agua en México durante el porfiriato fue expedir una serie de leyes con rango menor a la Constitución que permitió al gobierno federal tratar de ser el regulador en la gobernanza del agua. Con ello desplazó a los gobiernos locales (estatales y ayuntamientos) y a las comunidades de regantes privadas. Esto supuso generar una serie de políticas públicas que buscaban consolidar un proyecto nacional bajo la dirección del gobierno central.

Para lograrlo, el Estado centralizó aspectos de la política pública mexicana a través de una instancia federal. En el caso del agua, la creación de una burocracia encargada de tramitar las concesiones y dotaciones de agua reglamentadas por la legislación para uso exclusivo del gobierno federal. Esta burocracia se integró en una parte de la Secretaría de Fomento durante el porfiriato, hasta que llegó a formar un elemento importante de la burocracia federal durante los gobiernos surgidos de la revolución, con la formación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos en 1946.

Para poder lograr una política federal y centralizada fue necesario que el Estado nacionalizara las aguas que estaban sujetas en buena medida a la acción de otras

soberanías y de los individuos. La forma de hacerlo fue recuperar y que se le reconociera el dominio eminente de los recursos que habían sido obtenidos a partir de un proceso de patrimonialización iniciado, por parte de los ayuntamientos y regantes, desde la colonia.

Uno de los elementos de la federalización del agua fueron los intentos de intervención en la organización social de los regantes. Al permitir que el gobierno federal fuera la autoridad encargada de reglamentar y legitimar el uso público y privado de las vías generales de comunicación o de las aguas federales, el reconocimiento de este dominio federal por parte de los regantes fue un apretón más a las tuercas del pretendido control estatal del agua. La intervención de un burócrata o de una persona que respondiera a las directrices de las instancias federales expresadas a través de los reglamentos era una facultad nueva que fue mejorándose con el paso del tiempo, aunque también fue cuestionada. Originalmente empezó en las corrientes fluviales declaradas federales como el río Nazas.

En el análisis de los reglamentos de agua sobre esta corriente, vimos cómo fue necesaria la intervención del Estado para mediar en el conflicto. También observamos cómo socialmente se reconoció esta mediación sin dejar de ser cuestionada. También distinguimos cómo participó la burocracia hidráulica en la elaboración de los reglamentos a través de los ingenieros de la Comisión del Nazas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aboites Aguilar, L.** 1998: *El Agua de la Nación. Una historia política de México (1888-1946)*. México D. F. (México), CIESAS.
- Aboites Aguilar, L.** 2009: *La decadencia del agua de la nación. Estudio sobre desigualdad social y cambio político en México. Segunda mitad del siglo XX*. México, D. F. (México), El Colegio de México.
- Aboites Aguilar, L. y Estrada Tena, V.** (comps.) 2004: *Del agua municipal al agua nacional. Materiales para una historia de los municipios en México, 1901-1945*. México, D. F. (México), CIESAS-Comisión Nacional del Agua-Archivo Histórico del Agua-El Colegio de México.
- Adams, Richard N.** 1983: *Energía y estructura. Una teoría del poder social*. México, D. F. (México), Fondo de Cultura Económica.
- AHA, Aguas Nacionales**, caja 256, exp.2492. Reglamento de 1981.
- Beltrán Bernal, T.** 2017: *La desecación del lago (Ciénega) de Chalco*, [http://polux.cmq.edu.mx/libreria/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=documentacion-investigacion&alias=163-di0290141&Itemid=189&accept\\_license=1](http://polux.cmq.edu.mx/libreria/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=documentacion-investigacion&alias=163-di0290141&Itemid=189&accept_license=1). [Consulta realizada el 25 de mayo de 2017].

<sup>75</sup>. Tocqueville, 2018, 48-49.

- Boehm, B.** 2006: *Historia ecológica de la Cuenca de Chapala*. (México), El Colegio de Michoacán, Universidad de Guadalajara.
- Boehm de Lameiras, B.** 1994: "La desecación de la Ciénega de Chapala y las comunidades indígenas: el triunfo de la modernización en la época porfiriana", en Viqueira, C. y Torre, L. (Comps.), *Sistemas hidráulicos, modernización de la agricultura y migración*. Toluca (México), El Colegio Mexiquense-Universidad Iberoamericana, 341-384.
- Boletín Oficial de la Secretaría de Fomento*. 1909. México, Imprenta de la Secretaría de Fomento.
- Camacho Pichardo, G.** 1998: "Proyectos hidráulicos en las lagunas del Alto Lerma (1880-1942)", en Suárez Cortez, B. E. (Coord.), *Historia de los usos del agua en México. Oligarquías, empresas y ayuntamientos (1840-1940)*. México, D. F. (México), CNA-CIESAS-IMTA, 229-280.
- Castañeda, R.** 2005: *Las aguas de Atlixco. Estado, haciendas, fábricas y pueblos, 1880-1920*. México, D. F. (México), Comisión Nacional del Agua-CIESAS-El Colegio de México.
- Córdova, A.** 1982: *La ideología de la Revolución Mexicana. La formación del nuevo régimen*. México, D. F. (México), Ediciones Era.
- Dublán, M. y Lozano, J. M.** 1876: *Legislación Mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República*. México, D. F. (México), Tipografía de E. Dublán y compañía, tomo XXIV, 153.
- Dublán, M. y Lozano, J. M.** 1879: *Legislación Mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República*. México, D. F. (México), Tipografía de E. Dublán y compañía, tomo XI, 254.
- Dublán, M. y Lozano, J. M.** 1890: *Legislación Mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la Independencia de la República*. México, D. F. (México), Tipografía de E. Dublán y compañía, tomo XIX.
- Dublán, M. y Lozano, J. M.** 1898: *Legislación Mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expendidas desde la Independencia de la República*. México, D. F. (México), Imprenta del Eduardo Dublán, tomo XXIV.
- Galarza, E.** 1941: *La industria eléctrica en México*. México, D. F. (México), Fondo de Cultura Económica.
- García Martínez, B.** 1992: "Jurisdicción y propiedad: una distinción fundamental en la historia de los pueblos de indios del México colonial". *European Review of Latin American and Caribbean Studies / Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*, 53, 47-60. <https://www.jstor.org/stable/25675553>.
- Glick, T. F.** 1988: *Regadío y sociedad en la Valencia medieval*. Valencia (España), Del Cenja al Segura.
- Guerra, F. X.** 1988: *Del antiguo régimen a la revolución*. México, D. F. (México), Fondo de Cultura Económica.
- Guzmán Ávila, J. N.** 2002: "De cómo se descubrieron las tierras. Crónica de la desecación de la Ciénega de Zacapu", en Sánchez Rodríguez, M. (Coord.), *Entre campos de esmeralda. La agricultura de riego en Michoacán*. Zamora (México), El Colegio de Michoacán-Gobierno del Estado de Michoacán, 103-134.
- Harris III, Ch. H.** 1975: *A Mexican Family Empire. The Latifundio of the Sanchez Navarro, Family 1765-1867*. Austin (Estados Unidos de Norteamérica), University of Texas Press.
- Huesbe Llanos, M. A.** 1995: "La jurisdicción como atributo de la soberanía. El Derecho de apelación en última instancia o 'jus in extrema provocazione' y la concesión de la gracia en el estado moderno". *Revista de Estudios Histórico-Jurídicos*, 17, 337-358.
- Hunt, R. C.** 1997: "Sistemas de riego por canales: tamaño del sistema y estructura de la autoridad", en Martínez Saldaña, T. y Palerm Viqueira, J. (Edits.), *Antología sobre pequeño riego*. México, D. F. (México), Colegio de Posgraduados, 221-260.
- Kroeber, C. B.** 1994: *El hombre, la tierra y el agua. Las políticas en torno a la irrigación en la agricultura de México, 1885-1911*. México, CIESAS/IMTA.
- Ley de aprovechamiento de aguas de jurisdicción federal (Del 19 de diciembre de 1910)*, 1911: Morelia (México), Talleres de la Escuela Industrial Militar Porfirio Díaz.
- López Guardiola, S. G.** 2012: *Derecho administrativo II*. Tlalpan (México), Red Tercer Milenio.
- Maass, A. y Anderson, R. L.** 1976: *...and the Desert Shall Rejoice. Conflict, Growth, and Justice in Arid Environments*. Cambridge, The MIT Press.
- Maluquer de Montes, J.** 1985: "La despatrimonialización del agua: movilización de un recurso natural fundamental", en García Sanz Á. y Garrabou, R. (Edits.), *Historia Agraria de la España Contemporánea*. Barcelona (España), Editorial Crítica, 279-289.
- Marichal, C.** 1988: "Políticas de Desarrollo Económico y Deuda Externa en Argentina, 1868-1880". *Siglo XIX. Revista de Historia*, 5, 89-125.
- Martínez Saldaña, T. y Palerm Viqueira, J.** (Edits.) 1997: *Antología sobre pequeño riego*. México, D. F. (México), Colegio de Posgraduados.
- Medina Peña, L.** 2010: "México 2010: hacia el porfiriato tardío", *Nexos*, <http://www.nexos.com.mx/?p=14054>. [Consulta realizada el 3 de mayo de 2017].
- Modificaciones al reglamento de 15 de junio de 1895 sobre la distribución de las aguas del río Nazas*. 1919, (México), Poder Ejecutivo Federal-Departamento de Aprovisionamientos Generales-Dirección de Talleres Gráficos.
- Molina Enríquez, A.** 1978: *Los grandes problemas nacionales*. México, D. F. (México), Era.
- Moore, B.** 1989: *La injusticia: bases sociales de la obediencia y la rebelión*, México, D. F. (México) UNAM.

- Ostrom, E.** 2011: *El gobierno de los comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México, D. F. (México), Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica.
- Ovalle Favela, J.** 2007: "La nacionalización de las industrias petrolera y eléctrica". *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, 118, 169-191.
- Palerm Viqueira, J. y Martínez Saldaña, T.** (Edits.) 2000: *Antología sobre riego. Organizaciones autogestivas*. Vol. II. México, D. F. (México), Colegio de Postgraduados-Plaza y Valdés Editores.
- Palerm Viqueira, J. y Martínez Saldaña, T.** (Edits.) 2013: *Antología sobre riego. Instituciones para la gestión del agua: vernáculas, legales e informales*. Montecillo, Texcoco (México), Colegio de Postgraduados-INIFAP-Universidad Autónoma de Chapingo-Mundi Prensa-IICA.
- Palerm Viqueira, J. (Coord.) y Sandré, I., Rodríguez Haros, B. y Caletteet, N. D.** (Edits.) 2004: *Catálogo de Reglamentos de Agua en México. Siglo XX*. AHA-CIESAS-CNA.
- Plana, M.** 1996: *El reino del algodón en México. La estructura agraria de La Laguna (1855-1910)*. Monterrey (México), Universidad Autónoma de Nuevo León-Universidad Iberoamericana Plantel Laguna-Centro de Estudios Sociales y Humanidades de Saltillo.
- Reglamento para la distribución de las aguas del río Nazas desde la presa de San Fernando en el estado de Durango, hasta la presa de la Colonia en el de Coahuila*, 1919: México, D. F. (México), Poder Ejecutivo Federal, Departamento de Aprovisionamientos Generales-Dirección de Talleres Gráficos. <http://www.torreongob.mx/archivo/pdf/libros/65%20Reglamento%20para%20la%20distribuci%C3%B3n%20de%20las%20aguas%20del%20R%C3%ADo%20Nazas.pdf>. [Consulta realizada el 15 de septiembre de 2021].
- Reglamento para la Distribución de las Aguas del Río Nazas en el Distrito de Riego de la Región Lagunera, Estados de Coahuila y Durango*. 1939: Torreón (México), Archivo Municipal de Torreón, Biblioteca Digital. <http://www.torreongob.mx/archivo/pdf/mondragon/154%20Reglamento%20para%20la%20distribuci%C3%B3n%20de%20las%20aguas%20del%20r%C3%ADo%20Nazas.pdf>. [Consulta realizada el 15 de septiembre de 2021].
- Reglamento Provisional para la distribución de las aguas del río Nazas desde la presa de San Fernando en el Estado de Durango, hasta la laguna de Mayrán en el de Coahuila*. 1891: México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Román Jáquez, J. G.** 2001: *Del Aguanaval a Sierra Mojada. El conflicto de límites entre Durango y Coahuila, 1845-1900*. México, Centro de Estudios Sociales y Humanísticos, A. C.
- Romero Navarrete, L.** 2007: *El río Nazas y los derechos de agua en México: conflicto y negociación en torno a la democracia, 1878-1939*. México D. F. (México), CIESAS- Universidad Autónoma de Coahuila.
- Rouaix, P.** 1929: *Geografía del estado de Durango*. México, D. F. (México), Talleres Gráficos de la Secretaría de Agricultura y Fomento.
- Sánchez Rodríguez, M.** 1993: "La herencia del pasado. La centralización de los recursos acuíferos en México". *Relaciones, Estudios de Historia y Sociedad*, 54, 21-41.
- Sánchez Rodríguez, M.** 2013: "Del antiguo régimen a la revolución. Notas sobre proyectos de irrigación en México antes y después de 1910". En Escobar Ohmstede A. y Butler, Mathew (coordinadores): *México in Transition: New Perspectives on Mexican Agrarian History, Nineteenth and Twentieth Centuries*, México, CIESAS, Institute of Latin American Studies, 261-286.
- Sánchez Rodríguez, M.** 2005: "El mejor de los títulos". *Riego, organización social y administración de recursos hidráulicos en el Bajío mexicano*. Zamora (México), El Colegio de Michoacán-Gobierno del Estado de Guanajuato.
- Sandré Osorio, I. y Sánchez, M.** (Coords.) 2011: *El eslabón perdido. Acuerdos, convenios, reglamentos y leyes locales de agua en México (1593-1935)*. México, D. F. (México), CIESAS.
- Saravia, E.** 1909: *Historia de la Comarca Lagunera y del Río Nazas*. México, Imprenta de S. Gales.
- Serra Rojas, A.** 1977: *Derecho Administrativo. Doctrina, Legislación y Jurisprudencia*. México, Editorial Porrúa.
- Tena Ramírez, F.** 1982: *Leyes Fundamentales de México, 1808-1967*. México, Editorial Porrúa.
- Tocqueville, A.** 2018: *El Antiguo Régimen y la Revolución*. Madrid (España), Alianza Editorial.
- Topete Pozas, O. y Méndez Zárate, A.** 2019: "Legislación estatal sobre los usos del agua en México: Una comparación entre los casos de Jalisco y Oaxaca, 1895-1905". *Agua y Territorio*, (14) 57-68, <https://doi.org/10.17561/at.14.4388>
- Tortolero Villaseñor, A.** 1995: *De la coa a la máquina de vapor. Actividad agrícola e innovación tecnológica en las haciendas mexicanas: 1880-1914*. México, Siglo XXI.
- Vallarta, I. L.** 1897: *Los afluentes de los ríos navegables*. Monterrey (México), Tipografía del Gobierno en Palacio, reimpresión.
- Weber, M.** 1983: *Economía y sociedad*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Wolfe, M.** 2009: *Water and Revolution: The Politics, Ecology and Technology of Agrarian Reform in "La Laguna", México*, tesis doctoral, Universidad de Chicago, Chicago (Estados Unidos de Norteamérica).
- Zuleta, M. C.** 2000: "La Secretaría de Fomento y el fomento agrícola en México, 1876-1910: la invención de una agricultura próspera que no fue". *Mundo Agrario. Revista de estudios rurales*, 1 (1).





## Gestão dos recursos hídricos: diretrizes de aperfeiçoamento para o Conselho da Região Hidrográfica do Centro de Portugal e para o Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Apodi-Mossoró/RN no Brasil

*Water resource management: improvement guidelines for the Council of the Hydrographic Region of Central Portugal and for the Apodi-Mossoró River Basin Committee in Brazil*

**Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Pau dos Ferros-RN, Brasil

jorge.filho@ufersa.edu.br

 ORCID: 0000-0002-2730-6929

**Lucio Cunha**

Universidade de Coimbra

Coimbra, Portugal

luciogeo@ci.uc.pt

 ORCID: 0000-0003-0086-7862

### Información del artículo

**Recibido:** 15 junio 2020

**Revisado:** 25 febrero 2021

**Aceptado:** 03 julio 2021

**ISSN** 2340-8472

**ISSNe** 2340-7743

**DOI** 10.17561/AT.20.5607

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).  
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

### RESUMO

Este trabalho objetiva definir diretrizes para gestão dos recursos hídricos de Portugal e do Brasil. Para isso, a metodologia inclui: revisão sistemática de literatura, investigação documental sobre lei das águas e aplicação de uma matriz SWOT. Apurou-se que estes modelos apresentam pontos positivos referentes ao tempo viável para planejamento, articulação junto as agências de águas e interação com atores externos. Nos aspectos negativos citam-se a dependência externa de estrutura, atuação dependente do poder público, falta de recursos e escassez de dados. As oportunidades são gestão eficiente, conhecimento da realidade dos sistemas hídricos, captação de recursos externos e novas tecnologias ambientais. Às ameaças externas referem-se concentração de informações, conflitos de interesses e necessidade de investimentos. Portanto, recomenda-se reverter este cenário com planejamento estratégico dos recursos hídricos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de recursos hídricos, Planejamento estratégico, Ferramentas de gestão, Análise SWOT, Sustentabilidade.

### ABSTRACT

This work aims to define guidelines for the management of water resources in Portugal and Brazil. For this, the methodology includes: systematic literature review, documentary research on water law and application of a SWOT matrix. It was found that these models present positive points related to the feasible time for planning, articulation with water agencies and interaction with external actors. Negative aspects mention external dependence on structure, performance dependent on public power, lack of resources and scarcity of data. Opportunities are efficient management, knowledge of the reality of water systems, external resource capture and new environmental technologies. External threats include concentration of information, conflicts of interest and the need for investments. Therefore, it is recommended to reverse this scenario with strategic planning of water resources.

**KEYWORDS:** Management of water resources, Strategic planning, Management tools, SWOT analysis, Sustainability.

## *Gestión de los recursos hídricos: directrices de mejora para el Consejo de la Región Hidrográfica de Portugal Central y para el Comité de Cuenca del río Apodi-Mossoró en Brasil*

### RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo definir directrices para la gestión de los recursos hídricos en Portugal y Brasil. Para ello, la metodología incluye: revisión sistemática de la literatura, investigación documental sobre el derecho del agua y aplicación de una matriz SWOT. Se encontró que estos modelos presentan puntos positivos relacionados con el tiempo factible para la planificación, la articulación con las agencias de agua y la interacción con actores externos. Los aspectos negativos mencionan dependencia externa de la estructura, rendimiento depende del poder público, falta de recursos y escasez de datos. Las oportunidades son la gestión eficiente, el conocimiento de la realidad de los sistemas hídricos, la captura de recursos externos y las nuevas tecnologías medioambientales. Las amenazas externas incluyen la concentración de información, los conflictos de intereses y la necesidad de inversiones. Por lo tanto, se recomienda revertir este escenario con la planificación estratégica de los recursos hídricos.

**PALABRAS CLAVE:** Gestión de los recursos hídricos, Planificación estratégica, Herramientas de gestión, Análisis SWOT, Sostenibilidad.

## *Gestion des ressources en eau: lignes directrices d'amélioration pour le Conseil de la Région hydrographique du centre du Portugal et pour le Comité du bassin hydrographique de la rivière Apodi-Mossoró/RN au Brésil*

### RÉSUMÉ

Ce travail vise à définir des lignes directrices pour la gestion des ressources en eau au Portugal et au Brésil. Pour cela, la méthodologie comprend : revue systématique de la littérature, recherche documentaire sur le droit de l'eau et application d'une matrice SWOT. On a constaté que ces modèles présentent des points positifs quant au temps viable de planification, d'articulation avec les agences de l'eau et d'interaction avec des acteurs externes. Dans les aspects négatifs, la dépendance extérieure à l'égard de la structure, l'action dépendante du pouvoir public, le manque de ressources et la rareté des données sont cités. Les possibilités sont une gestion efficace, une connaissance de la réalité des systèmes d'approvisionnement en eau, la capture des ressources externes et de nouvelles technologies

environnementales. Les menaces externes font référence à la concentration de l'information, aux conflits d'intérêts et à la nécessité d'investissements. Par conséquent, il est recommandé d'inverser ce scénario avec la planification stratégique des ressources en eau.

**MOTS-CLÉS:** Gestion des ressources en eau, Planification stratégique, Outils de gestion, Analyse SWOT, Durabilité.

## *Gestione delle risorse idriche: orientamenti di miglioramento per il Consiglio della regione idrografica del Portogallo centrale e per il comitato idrografico del bacino idrografico del fiume Apodi-Mossoró/RN in Brasile*

### SOMMARIO

Questo lavoro mira a definire linee guida per la gestione delle risorse idriche in Portogallo e Brasile. Per questo, la metodologia comprende: revisione sistematica della letteratura, ricerca documentaria sul diritto delle acque e applicazione di una matrice SWOT. Si è riscontrato che questi modelli presentano punti positivi per quanto riguarda il tempo utile per la pianificazione, l'articolazione con le agenzie idriche e l'interazione con attori esterni. Negli aspetti negativi vengono citate la dipendenza esterna dalla struttura, l'azione dipendente dal potere pubblico, la mancanza di risorse e la scarsità di dati. Le opportunità sono una gestione efficiente, la conoscenza della realtà dei sistemi idrici, la cattura di risorse esterne e nuove tecnologie ambientali. Le minacce esterne si riferiscono alla concentrazione delle informazioni, ai conflitti di interesse e alla necessità di investimenti. Pertanto, si consiglia di invertire questo scenario con la pianificazione strategica delle risorse idriche.

**PAROLE CHIAVE:** Gestione delle risorse idriche, Pianificazione strategica, Strumenti di gestione, Analisi SWOT, Sostenibilità.

## Introdução

Os recursos hídricos são importantes elementos naturais que permitem a manutenção da vida na terra, bem como para o desenvolvimento humano. Sendo assim, são utilizados de múltiplas formas (consuntiva – quando se tem retida a água do manancial, não consuntiva – quando se faz uso de forma indireta), gerando processos de poluição ambiental (natural e antrópica) através de introdução de agentes de poluição (de forma pontual e difusa), acarretando consequências econômicas, sociais, ambientais, de saúde e políticas<sup>1</sup>.

A partir da crise hídrica atual, foram instituídas técnicas de controle ambiental estruturais e não estruturais, surgindo assim modelos de governança das águas, que envolvem a interação entre poder público (com papel de articular a resolução dos conflitos de usos), sociedade civil e usuários (em especial as empresas ligadas à iniciativa privada, por serem grandes consumidores).

Neste ensejo, os Estados instituíram seus arcabouços jurídicos, com órgãos consultivos e deliberativos para orientar as suas respectivas políticas de recursos hídricos, como nos casos de Portugal (a partir da Directiva Quadro da Água – DQA n.º 2000/60/CE e; a Lei da Água n.º 58/2005) e Brasil (com a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH pela Lei 9.433/1997), que contemplam, o Conselho de Região Hidrográfica – CRH e o Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH, respectivamente.

No sentido de compreender a complexidade da Gestão dos Recursos Hídricos – GRH no tocante ao funcionamento destes órgãos, este estudo recortou-se sobre o CRH do Centro de Portugal e o CBH do Rio Apodi-Mossoró/RN, no Brasil, visto que dizem respeito a contextos distintos referentes quer aos aspectos naturais (geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos, solos e vegetação), e ambientais (demografia, saneamento ambiental e, conflitos ambientais), quer aos aspectos econômicos (atividades agrícolas, industriais e urbanas), sociais (populações tradicionais) e políticos (influência de unidades administrativas). Apesar deste distanciamento, é válida a comparação no sentido de identificar a linha de atuação dos mesmos, visto que são modelos recentes, com menos de 10 anos de instituição.

É importante ressaltar que estudos com propostas de aperfeiçoamento nos modelos de GRH em Portugal e

no Brasil vêm sendo executados em diferentes contextos, a saber: exclusivo em Portugal<sup>2</sup>; apenas no Brasil<sup>3</sup> e; comparando as situações em Portugal e no Brasil<sup>4</sup>. Entretanto, estas investigações não aplicaram uma ferramenta de planejamento estratégico para aperfeiçoar a caracterização e atuação de CRH (Portugal) e CBH (Brasil).

Para isso, no sentido de aperfeiçoar a governança das águas em Portugal e no Brasil, este artigo propõe-se a aplicar uma matriz SWOT, que consiste em conduzir uma averiguação geral da organização, permitindo que esta tenha um direcionamento para o futuro<sup>5</sup>, através de uma análise de pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças em relação ao tema em trabalho<sup>6</sup>. Isto posto, este trabalho justifica-se por permitir conhecer as fragilidades e intensidades do CRH do Centro de Portugal e do CBH do Rio Apodi-Mossoró/RN, para reforçar seus pontos fortes e oportunidades e, controlar/minimizar suas fraquezas e ameaças.

Portanto, este trabalho tem por objetivo aplicar uma matriz SWOT no CRH do Centro/Portugal e no CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil.

A execução deste estudo baseou-se na classificação da pesquisa, caracterização do objeto de investigação e definição dos procedimentos metodológicos.

## Classificação da pesquisa

Partindo da premissa de que os modelos de gestão dos recursos hídricos envolvem diversos atores, por isso apresentam conflitos, fragilidades e vulnerabilidades. Sendo assim, estrutura-se o estudo em cinco dimensões, a saber: objetivos, procedimentos técnicos, método de abordagem, métodos de procedimento e tipologia<sup>7</sup>.

<sup>2</sup> Autores de destaque no debate de recursos hídricos em Portugal são Schmitt e Ferreira, 2013.

<sup>3</sup> Os principais autores que realizam pesquisa na temática de gestão recursos hídricos são: Barros, Paiva e Cisneiros 2017; Bolson e Haonat, 2016; Cerqueira et al., 2016; Costa, 2017; Fadul, Vitória e Cerqueira, 2017; Fell, Strasburg e Spilki, 2017; Lopes e Neves, 2017; Luz, 2017; Martins, 2015; Silva, Herrero e Borges, 2017; Trindade, Scheibe e Ribeiro, 2018 e Vasconcelos et al., 2016.

<sup>4</sup> A comparação entre os modelos de gestão recursos hídricos de Portugal e Brasil se deu nos estudos de: Agra Filho e Ramos, 2015; Alovise Junior e Berezuk, 2012; Amorim et al., 2015; Campos e Francalanza, 2010; Casarin, 2017; Ferreira e Debeus, 2018; Magalhães et al., 2011; Ribeiro, 2016; Ribeiro, Ribeiro e Varanda, 2016; Silva et al., 2018; Silva, Ferreira e Pômpeo, 2013; Travassos, 2013; Vasconcelos et al., 2011, e Young e Sedoura, 2019.

<sup>5</sup> Guindani, 2011.

<sup>6</sup> Kotler e Keller, 2006.

<sup>7</sup> Marconi e Lakatos, 2017.

<sup>1</sup> Derísio, 2017, 224.

Os objetivos da pesquisa permitem classificá-la em: exploratória, a qual tem como função desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias para formular problemas mais precisos e construir hipóteses; descritiva, que tem a finalidade de descrever as características de determinada população ou fenômeno e/ou o estabelecimento de relação entre variáveis; e explicativa, que tem como propósito identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos<sup>8</sup>. Nesta perspectiva, este estudo busca explorar os pontos fortes e fracos da GRH, descrever as oportunidades e ameaças destes modelos e explicar diretrizes de aperfeiçoamento para estas formas de gestão em Portugal e no Brasil.

Os procedimentos metodológicos adotados possibilitam definir a pesquisa como: bibliográfica, que oferece ao pesquisador uma gama de fenômenos muito mais amplo em relação àquela que poderia pesquisar diretamente; documental, que se refere à coleta de informações secundárias e sem tratamento analítico; estudo de caso, que se caracteriza por sustentar pesquisas profundas, com um ou poucos objetos, adquirindo conhecimento amplo e detalhado; e de campo, que consiste na recolha e análise de dados primários coletados pelos autores<sup>9</sup>. Isto posto, realizou-se um estudo de caso sobre os modelos de GRH adotados no CRH do Centro/Portugal e no CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil, por entender que esta abordagem é uma forma de compreensão de um fenômeno atual e específico<sup>10</sup>.

O método de abordagem adotado consiste no indutivo, fundamentado na experiência e na observação que leva a algo novo; e fenomenológico, que consiste na descrição direta da experiência tal como ela é, sem nenhuma consideração acerca de sua gênese e das explicações causais que os especialistas podem dar. Sendo assim, este estudo observa o CRH (Portugal) e CBH (Brasil) para descrever os seus pontos fracos e fortes e apontar as oportunidades e ameaças face ao quadro externo, para estes dispositivos legais de gestão.

Os métodos de procedimento são meios técnicos para garantir a objetividade no estudo, sendo os mais usuais: o método monográfico, que visa investigar qualquer caso que se estude em profundidade e que possa ser considerado representativo; o método observacional, que possibilita o mais alto grau de precisão através da observação de algo que acontece ou já aconteceu; o

método histórico, que consiste em investigar acontecimentos, processos e instituições do passado; e o método comparativo, que realiza comparações com a finalidade de verificar similitudes e explicar divergências. Para isso, pretende-se realizar a descrição histórica evolutiva de GRH em Portugal (CRH) e Brasil (CBH), para comparação entre si e observar e caracterizar os pontos fracos e fortes, bem como as ameaças e oportunidades para estes órgãos.

Por fim, este estudo classifica-se do tipo qualitativo no modo de exposição dos resultados da GRH em Portugal e no Brasil.

## Delimitação do objeto de estudo

A pesquisa desenvolve-se em bacias hidrográficas com características, contextos, fatores e dimensões distintas, mas que apresentam similaridades quanto aos conflitos e problemas ambientais existentes e estão localizadas em dois países que, apesar de apresentarem ligação desde a era dos Descobrimentos, vista a relação de colonizador e colônia, neste caso Portugal e Brasil, estão hoje inseridos em distintos contextos internacionais e apresentam modelos políticos, institucionais e de gestão significativamente distintos.

Em Portugal investigou-se a Região Hidrográfica Centro – 4 (Mapa 1), que é formada pelas bacias dos rios Vouga, Mondego e Lis, com área de 12.144 km<sup>2</sup>, e as bacias das ribeiras costeiras, incluindo as respectivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes<sup>11</sup>.

O rio Mondego é o maior rio integralmente em território português, que nasce na Serra da Estrela, a 1.525 m de altitude, em uma fonte designada por Mondeguinho, percorrendo 258 km até o Oceano Atlântico junto à Figueira da Foz, contando com os rios afluentes Dão, Alva, Ceira e Arunca. A bacia hidrográfica deste rio, a segunda maior bacia integralmente nacional, situa-se na região centro de Portugal, especificamente entre as bacias dos rios Vouga e Douro a Norte e a Leste, e entre as bacias dos rios Tejo e Lis a Sul, nos paralelos 39°46' e 40°48' de latitude Norte e os meridianos 7°14' e 8°52' de longitude Oeste, apresentando assim uma área da bacia hidrográfica de 6.645 km<sup>2</sup>, em forma retangular<sup>12</sup>.

O rio Lis nasce em Fontes, no concelho de Leiria e deságua no Oceano Atlântico, a norte de Praia da Vieira, tem cerca de 40 km de comprimento e com os rios

<sup>8</sup>. Gil, 2019.

<sup>9</sup>. Classificação da pesquisa de acordo com Marconi e Lakatos, 2017.

<sup>10</sup>. Estudo de caso com base em Yin, 2015.

<sup>11</sup>. Diagnóstico ambiental da APA, 2020.

<sup>12</sup>. Diagnóstico ambiental da APA, 2020.

Mapa 1. ARH do Centro, Portugal



Fonte: APA, 2020.

afluentes Fora e a ribeira da Caranguejeira, na margem direita, e Lena e a ribeira do Rio Seco, na margem esquerda. A bacia hidrográfica deste rio é uma bacia costeira com área de 945 km<sup>2</sup> e está limitada a este pela bacia do rio Tejo e a sul pela bacia do Alcoa<sup>13</sup>.

No Brasil investigou-se a Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (Mapa 2), que tem uma área de 14.276 km<sup>2</sup>, configurando-se a segunda maior bacia do Estado, com a concentração de 618 açudes, totalizando um volume de acumulação de 469.714.600 m<sup>3</sup> de água, o equivalente a, respectivamente, a 27,4 % e 10,7 % dos totais de açudes e volumes acumulados do Rio Grande do Norte<sup>14</sup>.

## Procedimentos da pesquisa

Este estudo adotou os seguintes procedimentos metodológicos: a) definição da temática; b) levantamento teórico; c) definição dos instrumentos de pesquisa; d) obtenção dos dados e e) análise dos dados.

### a) Definição da temática

A partir do projeto análise comparativa da gestão de recursos hídricos no Brasil e em Portugal: estudo do caso do Conselho de Região Hidrográfica do Centro/Portugal e do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Apodi/Mossoró/Brasil delimitou-se a investigar as fragilidades e oportunidades destes modelos de governança de água.

### b) Levantamento teórico

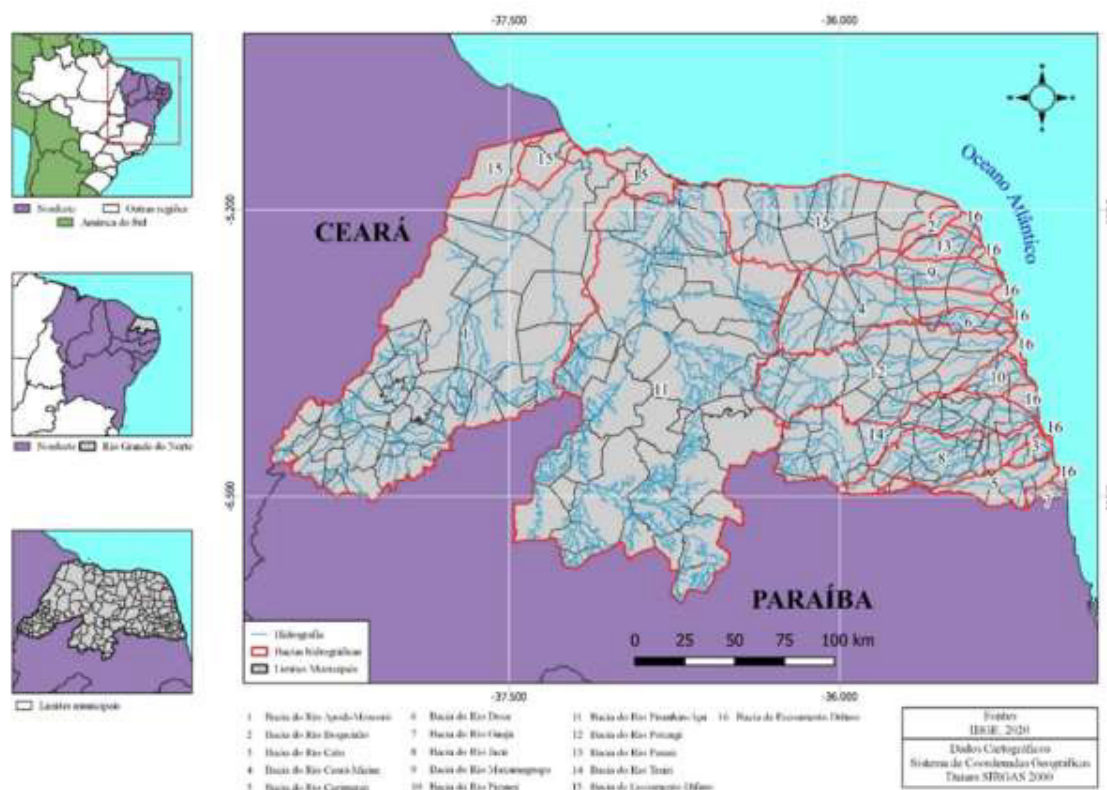
Com a definição da temática do estudo desenvolveu-se o seu levantamento teórico, através da Revisão Sistemática da Literatura – RSL, que consiste em como uma sequência, que o pesquisador precisa entender e seguir para que o trabalho de revisão seja bem feito, tendo em vista a minimização dos problemas que podem atrapalhar ou mesmo deturpar o relatório final, sendo composta pela seguintes etapas: a) fontes de busca da temática; b) estratégias para o viés da pesquisa; c) avaliação dos estudos da literatura selecionados para serem utilizados na RSL; d) ferramentas a serem utilizadas na síntese dos resultados e e) apresentação do estudo<sup>15</sup>.

<sup>13</sup>. Diagnóstico ambiental da APA, 2020.

<sup>14</sup>. IGARN, 2017.

<sup>15</sup>. Morandi e Camargo, 2015.

Mapa 2. BH do Rio Apodi-Mossoró, Brasil



Fonte: SEMARH, 2020.

Isto posto, definiram-se métodos na RSL sobre Gestão dos Recursos Hídricos de Portugal e Brasil: a) seleção da ferramenta de busca dos artigos científicos (definiu-se o Google Acadêmico); b) definição de descritores para a busca dos artigos científicos (planejamento de Comitês de bacias em Portugal e no Brasil); c) busca na literatura com primeiro filtro da delimitação temporal dos artigos entre 2010 à 2019 (10.900 resultados); d) busca na literatura com segundo filtro com abordagem da temática: planejamento de recursos hídricos, gerenciamento de recursos hídricos, SWOT e recursos hídricos no título dos artigos entre 2010 à 2019 (27 resultados); e) avaliação da qualidade metodológica (constatação de metodologias revisadas por pares); f) metanálise dos dados (variáveis: autores, base de dados, tipos de produção, método científico, profissão do pesquisador, grupo de pesquisa, temática, principais resultados, região do estudo, nome do local de publicação, ano do estudo); g) avaliação da qualidade das evidências (confronto dos principais resultados com os aspectos legais); e h) redação final dos resultados. Para tanto, foram analisa-

dos 29 trabalhos de pesquisa sobre gestão dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil, que foram utilizados para corroborar os resultados.

c) Instrumentos de pesquisa

Este estudo foi viabilizado a partir da adoção de técnicas de coletas de dados, que são compreendidas como um conjunto de preceitos ou processos de que se serve uma ciência e as competências para usar esses preceitos ou normas na obtenção de seus propósitos<sup>16</sup>. Desta forma, os procedimentos técnicos utilizados foram: pesquisa bibliográfica (Gestão dos Recursos Hídricos em Portugal e Brasil); levantamento documental (Histórico do CRH do Centro/Portugal e do CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil) e aplicação da Matriz de Strengths, Weakness, Opportunities, Threats – SWOT (Quadro 1).

A metodologia SWOT consiste em elaborar uma matriz que integra informações relacionadas às forças

16. Definição de técnicas de coletas de dados com base em Marconi e Lakatos, 2017.

### Quadro 1. Metodologia SWOT

Fatores	Positivos	Negativos
Internos	Strengths (Força)	Weaknesses (Fraquezas)
Externos	Opportunities (Oportunidades)	Threats (Ameaças)

Fonte: Pinto Filho e Cunha (2020).

e fraquezas (fatores internos positivos e negativos) às oportunidades e ameaças (fatores externos positivos e negativos) de organização, território, setor, política, programa e projeto<sup>17</sup>.

Com isso, o uso da SWOT para análise científica é viável, pois permite uma melhor estruturação de análises qualitativas de questões pré-definidas, sendo capaz de identificar alterações que podem melhorar as políticas analisadas<sup>18</sup>.

Esta metodologia vem sendo utilizada para auxiliar no desenvolvimento de estratégias, podendo ser aplicada em diversas situações, tais como na análise de sistemas de integração, fluxo de informação e tarefas. Sendo assim, diversos autores utilizaram a SWOT e referiram<sup>19</sup>.

A utilização da SWOT apresenta como vantagens: a simplicidade, pois não requer treinamento específico para sua utilização; baixo custo, já que reduz custos agregados ao planejamento estratégico; flexibilidade, já que pode melhorar a qualidade do planejamento estratégico de uma organização sem ter um sistema de informação; integração, com síntese de informações qualitativa e quantitativa; e colaboração, uma vez que possibilita troca de informações entre unidades internas e externas<sup>20</sup>.

Para tanto, este instrumento de pesquisa tem características interdisciplinares com possível adequação para diferentes objetos<sup>21</sup> e, com isso, tem potencial de aperfeiçoar o planejamento estratégico de modelos de gestão de recursos hídricos.

#### d) Obtenção dos dados

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre a Região Hidrográfica Centro – 4 (Portugal) e a Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró (Brasil).

Em seguida, realizou-se uma investigação documental sobre o CRH do Centro/Portugal e o CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil, junto da ARH do Centro e do

SEMARH, respectivamente, para definir os aspectos de constituição destas instituições.

Por fim, com base no método de análise SWOT os pontos fortes foram identificados a partir de questões previamente estruturadas, enquanto os pontos fracos foram determinados com as disposições mais genéricas, sendo que ambos os cenários abordaram o ambiente interno. No que diz respeito ao ambiente externo a estas instituições, as oportunidades foram obtidas por meio das disposições legais e, em contrapartida, a definição das ameaças se deu com a identificação de aspectos não incorporados nos dispositivos legais.

#### e) Análise dos dados

Para tanto, os dados foram apresentados seguindo a ordem de estruturação do método SWOT, sendo definidos as categorias de análise: os pontos fortes do CRH do Centro/Portugal e do CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil; os pontos fracos do CRH do Centro/Portugal e do CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil; as oportunidades do CRH do Centro/Portugal e do CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil; e as ameaças do CRH do Centro/Portugal e do CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil.

## Resultados e discussão

### Formação do CRH do Centro/Portugal e do CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil

A Gestão de Recursos Hídricos em Portugal e no Brasil está balizada a partir de influências externas, em Portugal a partir das normativas da União Europeia<sup>22</sup>, enquanto no Brasil a influência vem diretamente do sistema Francês<sup>23</sup>. Desta forma, estes Estados estruturaram em seu arcabouço jurídico ambiental, dispositivos de participação popular para aperfeiçoar o uso racional dos recursos hídricos. Em Portugal, aprova-se a Lei da Água, que transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, sendo atualizada pela Lei n.º 44/2017 de 19 de Junho, que estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas. No Brasil, a PNRH é estabelecida pela Lei Federal 9.433/1997, que cria também o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art.

<sup>17</sup>. Baycheva-Merger e Wolfslehner, 2016.

<sup>18</sup>. Fertel et al., 2013, 1139-1150.

<sup>19</sup>. Estudos sobre a SWOT conforme Kotler e Keller, 2006.

<sup>20</sup>. Ferrel e Hatline, 2009.

<sup>21</sup>. Kotler e Keller, 2006.

<sup>22</sup>. APA, 2020

<sup>23</sup>. ANA, 2020.

1ª da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Nessa perspectiva de avanço na gestão de recursos hídricos, são instituídos modelos de descentralização, com a perspectiva de acompanhar de forma democrática os usos destes recursos, através de medidas informativas, consultivas, normativas, deliberativas e negociadas. Com isso, são estabelecidos espaços para a comunidade de uma Bacia Hidrográfica realizar a gestão dos recursos hídricos compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público.

Em particular, em Portugal e no Brasil, existem atualmente quatro CRH<sup>24</sup> e 232 CBH<sup>25</sup>, que atuam de forma integrada com as políticas setoriais comunitárias e nacionais. Dentro deste contexto, delimitou-se investigar o CRH do Centro/Portugal e o CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil.

O CRH do Centro/Portugal tem a sua formação a partir da jurisdição do território dos CRH, que coincidem respectivamente com as áreas territoriais das ARH, do Norte, do Centro, do Tejo e Oeste, do Alentejo e do Algarve (estabelecidas no Decreto-Lei n.º 347/2007, de 19 de outubro e, na Portaria n.º 108/2013, de 15 de março). Desta forma, com a Portaria n.º 37/2015, de 17 de fevereiro, é criado o CRH do Centro, sendo atualmente composto por até 49 membros, representantes de ministérios, organismos da Administração Pública, dos municípios interessados, entidades representativas de utilizadores da água e organizações técnicas, científicas e não governamentais representativas dos usos da água<sup>26</sup>.

O CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil foi constituído por Decreto Governamental nº 21.881, de 10 de setembro de 2010, sendo instalado em 21 de fevereiro de 2013, com a eleição da 1ª Diretoria em 22 de fevereiro de 2013, formando assim um órgão colegial com funções deliberativas (toma decisões), normativas (estabelece normas) e consultivas (emite pareceres), com composição pelos poderes públicos federal, estadual e municipal, usuários de águas e sociedade civil, para o objetivo de gerenciar as águas nas quais a bacia atua, compondo o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos – SIGERH. Este processo aconteceu nos termos da Lei Estadual nº 6.908, de 11 de julho de 1996, modificada pela Lei nº 481, de 03 de janeiro de 2013, e em consonância com a Lei Federal Nº 9.433, de 08 de janeiro de

1997. Com isso, atualmente o CBH do Rio Apodi-Mossoró tem um colegiado de até trinta representantes e até trinta suplentes, definidos da seguinte forma: i) doze representantes dos usuários de recursos hídricos; ii) nove representantes da sociedade civil organizada com atuação na bacia hidrográfica e iii) nove representantes de órgãos da administração pública municipal, estadual e federal com investimento ou competência na área da bacia<sup>27</sup>.

Para tanto, percebe-se que estes modelos gerenciais apresentam compreensões distintas, já que no caso de Portugal, a água é considerada como um recurso ambiental (ecológico), o que lhe permite ser um bem público sem que esteja claramente definida uma prioridade para uso do povo, sendo gerido com participação pública através dos CRH, mas com caracteres informativos e consultivos, enquanto no Brasil, os recursos hídricos são compreendidos como naturais e econômicos, permitindo-lhes ser um recurso público gerido pelo Estado com uso prioritário para população, o que possibilita a constituição dos CBH com personalidades que permitem uma capacidade negociadora e deliberativa. Desta forma, para aperfeiçoar estes mecanismos, faz-se necessário compreender as suas respectivas estruturas e composições.

## As Forças na Gestão dos Recursos Hídricos em Portugal e no Brasil

Neste contexto de atuação do CRH do Centro/Portugal e do CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil, constatou-se que os pontos fortes destes modelos, apresentam semelhanças em relação ao tempo de existência, a permissão de planejamento e operação de ações, maior composição e representação nos segmentos, possibilidade de intervir na agência de água, possibilidade de interagir com poder público e atores externos, execução de ações múltiplas e fluxo de informação rápida (Quadro 2).

Os resultados expostos são corroborados em diversos estudos em situação particularizada por países ou de forma conjunta. Sendo assim, em Portugal, os pontos valorosos do modelo de gestão, em especial na execução da DQA, relaciona-se com a busca da proteção dos ecossistemas aquáticos, através da definição das zonas protegidas, que designam as águas para cada prioridade<sup>28</sup>. Enquanto no Brasil, estes elementos positivos referem-se a gestão participativa dos recursos hídricos;

<sup>24</sup>. Dados oficiais da APA, 2020.

<sup>25</sup>. Dados oficiais da ANA, 2020.

<sup>26</sup>. Descrição do CRH com base em informações da APA, 2020.

<sup>27</sup>. Descrição do CBH com base em informações da SEMARH, 2020.

<sup>28</sup>. Casarin, 2017.



**Quadro 2. Pontos fortes da gestão dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil**

Item Avaliado	Portugal	Brasil	
Caracterização do Conselho (Portugal) e Comité (Brasil)	Direção da autarquia	Interação com o poder público.	Interação com a sociedade civil.
	Tempo de existência	O tempo de existência deste CRH permite experiência para planejar ações de operação.	O tempo de existência deste CBH ainda permite planejar ações de instalação.
	Tempo de representação	A representação atual deste CRH permite maior interação com o poder público.	A representação atual deste CBH permite maior interação com a sociedade civil.
	Quantidade de membros	Maior diversidade na composição.	Possibilita maior interação entre si, fluxo de informação e, qualificação.
	Descrição dos segmentos	Maior composição nos segmentos.	Maior representação nos segmentos.
	Agência de Água ou Entidade	Possibilita intervir de forma mais recorrente com a Agência de Água.	Possibilita formar uma interação com a Agência de Água.
	Plano de Recurso Hídrico	Contribuição na elaboração do Plano de Gestão da ARH Centro.	Possibilidade de contribuir na elaboração do Plano de Recurso Hídrico.
	Contribuição no plano	Maior interação com o Plano de Gestão da ARH Centro.	Possibilidade de maior interação com o Plano de Recurso Hídrico.
	Estrutura física	Possibilita maior interação com os órgãos públicos.	Possibilidade de ajuste para atender as necessidades do CBH.
Estrutura administrativa	Possibilita maior interação com o poder público.	Possibilita maior interação com atores externos.	
Atuação do Conselho (Portugal) e Comité (Brasil)	Atuação da autarquia	Interação com o poder público e órgãos internacionais.	Interação o poder público.
	Periodicidade das reuniões	Possibilidade de executar demais atividades deste CRH entre as reuniões.	Possibilidade de executar demais atividades deste CBH entre as reuniões.
	Temáticas das reuniões	Possibilidade de discutir o estado ecológico das bacias hidrográficas.	Possibilidade de organizar a operação deste CBH.
	Atuação dos representantes	Maior interação com o poder público, com rápida padronização das decisões.	Atuação com respaldo do poder público e com maior participação social.
	Conflitos nas reuniões	Reuniões concisas.	Maior poder de interação dos representantes.
	Interação com órgãos do setor	Rápido fluxo de informação.	Facilidade na identificação das não conformidades.
	Articulação das instituições	Fácil controle de verificação e correção.	Possibilidade de maior interação com os usuários de água.
	Instrumentos de gestão de água	Interação com legislação internacional.	Possibilidade de planejamento correto dos instrumentos da PNRH.
	Mobilização nos segmentos	Rápida formação da equipe técnica.	Possibilidade de adoção de estrutura e equipe técnica compatível com a necessidade.
Comunicação das ações	Grande quantidade de informações ambientais das bacias hidrográficas.	Possibilidade de adoção de sistemas tecnológicos avançados.	

Fonte: Pinto Filho e Cunha (2020).

à oportunidade de expressão dos sujeitos; as correlações significativas entre variáveis intervenientes (geográfica, demográfica, socioeconômica e saneamento) com a criação de CBH's e; a negociação e o envolvimento do CBH's com os tomadores de decisão<sup>29</sup>. Finalmente, em ambos os países é possível constatar aspectos fortes similares, no tocante para a aplicação dos instrumentos de gestão para descentralização, transparência e participação popular e sobre a mudança de paradigma de gestão reativa para uma gestão preventiva<sup>30</sup>.

O panorama mencionado acima ratifica que ambos os modelos de gestão possuem fatores importantes que precisam ser aperfeiçoados visando uma governança hídrica eficiente, baseada nos pressupostos de: diversidade de ideais, transparência, descentralização do poder, articulação, compartilhamento de responsabilidades, equilíbrio de demandas, conduções participativas, disponibilidade de informações quali-quantitativas e capacidade de gerir conflitos com debates<sup>31</sup>.

<sup>29</sup>. Os autores que investigaram os pontos positivos do modelo de gestão no Brasil forma: Barros, Paiva e Cisneiros, 2017; Bolson e Haonat, 2016; Feil, Strasburg e Spilki, 2017; Luz, 2017; Ferreira e Debeus, 2018; Magalhães et al., 2011, e Ribeiro, 2016.

<sup>30</sup>. As similaridades foram determinadas por Ferreira e Debeus, 2018, e Magalhães et al., 2011.

<sup>31</sup>. Luz, 2017.

## As Fraquezas na Gestão dos Recursos Hídricos em Portugal e no Brasil

Nesta linha de interpretação da gestão de recursos hídricos em Portugal e Brasil, evidenciaram-se os pontos fracos no CRH do Centro/Portugal e no CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil, os quais apresentam similaridades no que diz respeito à dificuldade de articulação dos membros, dificuldade ou ausência de interação com a agência de águas, dependência da estrutura, atuação dependente do poder público, possibilidade

de dispersão da discussão entre as reuniões, conflitos nas reuniões, falta de recursos e escassez de dados (Quadro 3).

Estes aspectos negativos já vêm sendo identificados na discussão de gestão dos recursos hídricos dos dois países, sendo mencionados de forma direcionada para Portugal no que diz respeito as seguintes situações: os CRH's estão em nível de informação e consulta e; a participação das populações é limitada devido ao modelo passivo de consulta<sup>32</sup>; enquanto no Brasil as limitações referem-se, sobretudo, à carência de dados e

**Quadro 3. Pontos fracos da gestão dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil**

Item Avaliado	Portugal	Brasil	
Caracterização do Conselho (Portugal) e Comitê (Brasil)	Direção da autarquia	Formalidade e baixa interação.	Limitação nas representatividades.
	Tempo de existência	Tem razoável de existência, sendo 13 anos, que exige resultados significativos.	Tem pouco tempo de existência, sendo 6 anos, que reflete dificuldades na atuação.
	Tempo de representação	Fragilidade devido ser recente a atual representação.	Apenas segunda representação.
	Quantidade de membros	Dificuldade de articular participação.	Dificuldade de contemplar a quantidade de membros.
	Descrição dos segmentos	Difícil articulação entre os segmentos.	Maior participação e interferência dos grandes usuários de água.
	Agência de Água ou Entidade	Dificuldade política na interação com a Agência de Água.	Inexistência da Agência de Água.
	Plano de Recurso Hídrico	Dificuldade técnica na elaboração do Plano de Gestão da ARH Centro.	Inexistência do Plano de Recurso Hídrico, com isso não realizou debate.
	Contribuição no plano	Contribuição na elaboração do Plano de Gestão da ARH Centro com limitação conceitual.	Sem contribuição.
	Estrutura física	Dependente de órgãos públicos.	Sem sede própria.
	Estrutura administrativa	Forte dependência do poder público.	Forte dependência de atores externos.
Atuação do Conselho (Portugal) e Comitê (Brasil)	Atuação da autarquia	Atuação com dependência do poder público, com influência de externa e, de baixa interação.	Atuação com dependência do poder público, com limitada interação e, baixa resolatividade.
	Periodicidade das reuniões	Possibilidade de dispersar a discussão entre o intervalo das reuniões.	Possibilidade de dispersar a discussão entre o intervalo das reuniões.
	Temáticas das reuniões	Carência de dados sobre monitoramento.	As reuniões ainda encontram-se em caráter organizacionais, informativos e, consultivos.
	Atuação dos representantes	Restrição na participação da sociedade civil e iniciativa privada.	Com maior atuação do poder público e da sociedade civil e, sem participação externa até o momento.
	Conflitos nas reuniões	Limitações na forma em que as reuniões são desenvolvidas.	Baixa participação de determinados segmentos.
	Interação com órgãos do setor	Modelo burocrático e, maior influência do poder público.	Morosidade política, com concentração de poder em determinados segmentos.
	Articulação das instituições	Difícil articulação entre os segmentos.	Baixa influência internacional e, com interferência dos usuários de água.
	Instrumentos de gestão de água	Atrasos com o cumprimento das ações do DQA.	Sem adoção dos instrumentos da PNRH.
	Mobilização nos segmentos	Falta de estrutura e equipe técnica.	Falta de estrutura e equipe técnica.
Comunicação das ações	Escassez de dados.	Baixa ineficiência tecnológica e escassez de dados.	

Fonte: Pinto Filho e Cunha (2020).

<sup>32</sup> Os aspectos negativos na gestão dos recursos hídricos de Portugal foi debatido por Ribeiro, 2016, e Vasconcelos et al., 2011.

informações das bacia hidrográficas e; a uma participação da sociedade que ainda não se realiza de forma efetiva<sup>33</sup>. Ainda é possível ratificar as repercussões negativas nestes países relacionadas com as diferenças nas formas de participação popular e; em problemas no monitoramento ambiental<sup>34</sup>.

Isto posto, pode-se inferir que a legislação de recursos hídricos nestes países evoluiu significativamente (inclusive com um sistema jurídico e doutrinário construído e edificado), porém ainda apresenta limitações, em especial para operacionalização dos instrumentos de gestão (elaboração dos planos com participação pública, enquadramento dos corpos hídricos, outorga de usos, cobrança no uso e sistema de informações), para isso aponta-se as diretrizes referentes à implantação dos planos e legislação dos recursos hídricos<sup>35</sup>. Reforça ainda que gestão integrada dos recursos hídricos pode ser aperfeiçoada a partir do instrumento de Avaliação Ambiental Estratégica – AAE<sup>36</sup>.

### As oportunidades na Gestão dos Recursos Hídricos em Portugal e no Brasil

Nesta perspectiva de atuação efetiva, ainda é possível ressaltar formas de evolução da gestão de recursos hídricos em Portugal e Brasil, com isso observaram-se oportunidades similares no CRH do Centro/Portugal e no CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil, no tocante à gestão eficiente de gastos, realização de debate sistêmico e objetivo, conhecimento da problemática hídrica de forma aprofundada, eficiência nas ações, diagnóstico das deficiências estruturais, atuação de forma múltipla, captação de recursos externos, geração de empregos e desenvolvimento de tecnologias ambientais (Quadro 4).

O cenário de oportunidades na gestão dos recursos hídricos dos países investigados foi analisado também por autores que identificaram estas perspectivas de forma isolada ou em confronto a cada realidade. Sendo assim, em Portugal foi observado a possibilidade de ativar o ciclo de confiança no modelo de gestão, de modo que o governo passe a adotar a governança participativa<sup>37</sup>. No contexto brasileiro, observaram-se benefícios diversificados, a saber: maior articulação com o Estado; adequação do contexto institucional; criação de ambientes participati-

vos; capacidade da população exercer a cidadania; empoderamento das instituições relacionadas à gestão hídrica; e inovações para o uso da água nas futuras gerações<sup>38</sup>.

No que diz respeito aos ensejos similares para ambos os países, referem-se à adoção de alternativas criativas para incentivar a participação; à necessidade de relações de cooperação entre os segmentos; à efetiva cobrança pelo uso da água para oportunizar soluções aos problemas hídricos e; à adoção dos instrumentos das políticas para uma gestão sistêmica das águas<sup>39</sup>.

Neste sentido, observa-se que o aperfeiçoamento nestes modelos de gestão, requer as seguintes diretrizes: uma transição para a inovação do paradigma de gestão de água através de soluções colaborativas, com interesses coletivos e usos integrados destes elementos naturais, formulação de cenário em que esta gestão dos recursos hídricos se transforme em uma gestão dos recursos naturais da bacia hidrográfica<sup>40</sup>. Esta linha de pensamento corrobora o modelo de gestão proposto pelo sistema francês<sup>41</sup>.

### As Ameaças na Gestão dos Recursos Hídricos em Portugal e no Brasil

Nesta circunstância de atuação do CRH do Centro/Portugal e do CBH do Rio Apodi/Mossoró/Brasil é possível constatar ameaças similares nestes modelos de gestão, em especial para concentração de debates específicos e informações, conflitos de atribuições dos representantes, necessidade de investimentos, deficiência no funcionamento, dependência de atores externos e potencialidade de interrupção no fluxo de informação (Quadro 5).

O panorama de ameaças na gestão dos recursos hídricos destes países foi interpretado em frentes isoladas e ainda em comparação entre os dois casos. Deste modo, em Portugal os desafios são para atender aos critérios da DQA, referente ao estado ecológico de um corpo hídrico no prazo estipulado<sup>42</sup>. Na realidade brasileira, observam-se riscos diversificados para implementação dos instrumentos, tais como: grande dimensão continental com diversidade

<sup>33</sup>. As limitações na gestão dos recursos hídricos do Brasil foi discutido por Alovísi Junior e Berezuk, 2012 e; Fadul, Vitória e Cerqueira, 2017.

<sup>34</sup>. As repercussões negativas de Portugal e Brasil em seus modelos de gestão dos recursos hídricos foram analisadas por Amorim et al., 2015, e Silva et al., 2018.

<sup>35</sup>. Luz, 2017.

<sup>36</sup>. Santos, Pizella e Souza, 2020.

<sup>37</sup>. Schimt e Ferreira, 2013 encontraram oportunidades na gestão dos recursos hídricos em Portugal.

<sup>38</sup>. As oportunidades na gestão dos recursos hídricos no Brasil foram determinadas por Cerqueira et al., 2016; Campos e Francalanza, 2010; Lopes e Neves, 2017; Luz, 2017; Silva, Herrero e Borges, 2017; Trindade, Scheibe e Ribeiro, 2018; Alovísi Junior e Berezuk, 2012, e Amorim et al., 2015.

<sup>39</sup>. As oportunidades semelhantes na gestão dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil foram debatidas por Alovísi Junior e Berezuk, 2012; Ferreira e Debeus, 2018; Ribeiro, Ribeiro e Varanda, 2016, e Silva et al., 2018.

<sup>40</sup>. As diretrizes de aperfeiçoamento na gestão dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil foram delineadas por Costa, 2017, e Vasconcelos et al., 2016.

<sup>41</sup>. Santos, Pizella e Souza, 2020.

<sup>42</sup>. Silva, Ferreira e Pômpeo, 2013 encontraram fatores complicadores na gestão dos recursos hídricos em Portugal.

**Quadro 4. Oportunidades da gestão dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil**

Item Avaliado	Portugal	Brasil	
Caracterização do Conselho (Portugal) e Comitê (Brasil)	Direção da autarquia	Maior confiança deste CRH.	Maior compreensão dos problemas hídricos por parte da sociedade civil.
	Tempo de existência	Permite aperfeiçoamento dos gastos com as ações de operação.	Permite previsão dos gastos com as ações de instalação.
	Tempo de representação	Permite melhor conhecimento dos representantes do CRH.	Permite debater melhor forma de trabalho dos representantes do CBH.
	Quantidade de membros	Permite debate sistêmico.	Permite debate objetivo.
	Descrição dos segmentos	Permite maior conhecimento da problemática hídrica de Portugal.	Permite contribuições diversas sobre a problemática hídrica do Brasil.
	Agência de Água ou Entidade	Permite mais eficiência e eficácia nas ações deste CRH.	Permite planejar as ações deste CBH em consonância com a agência.
	Plano de Recurso Hídrico	Permite avaliar a execução do plano.	Permite contribuir com a elaboração do plano.
	Contribuição no plano	Maior conhecimento da realidade hídrica de Portugal.	Maior conhecimento da realidade hídrica do Brasil.
	Estrutura física	Permite atender as exigências internacionais, bem como diagnosticar as deficiências estruturais.	Permite o funcionamento deste CBH, bem como diagnosticar as deficiências estruturais
Estrutura administrativa	Permite conhecer a inovação na formação profissional e científica.	Permite conhecer necessidade da sociedade.	
Atuação do Conselho (Portugal) e Comitê (Brasil)	Atuação da autarquia	Permite viabilizar as ações deste CRH e acompanhar a discussão internacional.	Permite viabilizar as ações deste CBH.
	Periodicidade das reuniões	Permite executar diversas ações deste CRH de forma simultânea.	Permite executar diversas ações deste CBH de forma simultânea.
	Temáticas das reuniões	Permite melhorar o estado ecológico das bacias hidrográficas.	Permite aperfeiçoar as ações deste CBH.
	Atuação dos representantes	Permite decisões conformes os órgãos ambientais.	Permite decisões conformes os anseios da sociedade.
	Conflitos nas reuniões	Permite ações objetivas.	Permite soluções coletivas.
	Interação com órgãos do setor	Permite eficiência das ações deste CRH.	Permite evolução das ações deste CBH.
	Articulação das instituições	Permite melhoria contínua das ações deste CRH.	Permite atendimento legal dos usuários.
	Instrumentos de gestão de água	Permite fontes externas de financiamento para ações deste CRH.	Permite fontes de financiamento do poder público nacional para ações deste CBH.
	Mobilização nos segmentos	Permite formação profissional continuada.	Permite geração de empregos e, investimento em infraestrutura.
Comunicação das ações	Permite desenvolvimento de tecnologias ambientais aplicadas e, revelar o atendimento as normas da UE.	Permite desenvolvimento de tecnologias ambientais aplicadas e, demonstrar competência e autonomia.	

Fonte: Pinto Filho e Cunha (2020).

ecológica, cultural e econômica e; responsabilidade do Estado como fator que interfere na operacionalização, como fluidez das informações, motivação para participação e geração de conflitos<sup>43</sup>. No que diz respeito aos fatores complicadores semelhantes em ambos os países, estes são reconhecidos ao afirmarem que se a administração pública destes países não adotarem as políticas ambientais como forma real de desenvolvimento, não se terá um

avanço significativo da GRH e, cultural sobre as questões ambientais; à instalação integral da DQA e PNRH exige muito tempo e requer altos custos financeiros; a inexistência da compatibilização no planejamento da ocupação do solo com recursos hídricos, possibilitando desta forma a inviabilização de usos e; as lacunas no planejamento dos recursos hídricos, quanto à dinâmica dos segmentos, o que resulta no comprometimento das instituições<sup>44</sup>.

<sup>43</sup>. Os fatores complicadores na gestão dos recursos hídricos no Brasil foram determinadas por Luz, 2017; Magalhães et al., 2011, e Travassos, 2013.

<sup>44</sup>. Os fatores complicadores na gestão dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil foram definidos por Alovise Junior e Berezuk, 2012; Casarin, 2017; Ribeiro, 2016, e Young e Sedoura, 2019.

**Quadro 5. Ameaças da gestão dos recursos hídricos em Portugal e no Brasil**

	Item Avaliado	Portugal	Brasil
Caracterização do Conselho (Portugal) e Comitê (Brasil)	Direção da autarquia	Potencializa concentração de informações do poder público.	Em virtude de ser presidida duas vezes por professores potencializa vies acadêmico na atuação.
	Tempo de existência	Potencializa exigências nas ações.	Potencializa ações de baixa magnitude.
	Tempo de representação	Ameaça de rotatividade das representações.	Ameaça de baixo interesse das representações.
	Quantidade de membros	Ausência de atribuições para determinados membros.	Concentração de atividades em determinados membros.
	Descrição dos segmentos	Potencializa concentração de debates específicos.	Potencializa ação de determinados segmentos.
	Agência de Água ou Entidade	Potencializa cenário complexo de informações.	Potencializa cenário teórico de ações.
	Plano de Recurso Hídrico	Potencializa cenário de conflitos de responsabilidades.	Potencializa cenário de conflitos de atribuições.
	Contribuição no plano	Conflitos entres os usuários.	Conflitos entres os usuários.
	Estrutura física	Necessidade de novos investimentos para adequação de exigências internacionais.	Deficiência no funcionamento e, dependência externa.
Atuação do Conselho (Portugal) e Comitê (Brasil)	Estrutura administrativa	Necessidade de novos investimentos para adequação de exigências internacionais.	Deficiência no funcionamento e, dependência externa.
	Atuação da autarquia	Pressão internacional por resultados.	Pressão local e institucional por resultados.
	Periodicidade das reuniões	Debate ficar esvaziado, se caso não tenha atividades contínuas.	Debate ficar esvaziado, se caso não tenha atividades contínuas.
	Temáticas das reuniões	Carecer de ações resolutivas.	Debate ficar concentração em determinadas temáticas.
	Atuação dos representantes	Ficar na dependência de órgãos ambientais.	Ficar na dependência dos anseios da sociedade.
	Conflitos nas reuniões	Apresentar caráter quantitativo das ações discutidas.	Apresentar caráter qualitativo das ações discutidas.
	Interação com órgãos do setor	Ficar vulnerável para influência externa e, dependência de determinados setores.	Ficar vulnerável para influência interna e, dependência de determinados setores.
	Articulação das instituições	Apresentar conflitos de interações.	Apresentar conflitos de interações e, possível esvaziamento do debate.
	Instrumentos de gestão de água	Adaptação as exigências externas, sem contextualização da realidade regional.	Adaptação as exigências burocráticas do poder público, sem contextualização da realidade local.
Mobilização nos segmentos	Concentração de responsabilidade em determinados membros.	Informação esvaziada devido concentração de informações.	
Comunicação das ações	Não acompanhar o atendimento as normas da UE.	Não acompanhar a discussão nacional dos CBH's.	

Fonte: Pinto Filho e Cunha (2020).

Portanto, evidencia-se que a operacionalização destes modelos de gestão enfrenta conflitos sociais e confrontos de projetos políticos que estão no cerne do que se denomina internacionalmente por governança da água no século XXI<sup>45</sup>. Neste sentido, aponta-se experiência francesa em Avaliação Ambiental Estratégica para a GRH como viabilidade de efetivar os referidos modelos<sup>46</sup>.

## Considerações Finais

A crise ambiental atual proporcionou, mundialmente, a constituição de políticas ambientais que abordem os problemas de forma sistêmica, a partir de debates científicos e políticos mais ou menos generalizados. Em especial, para os recursos hídricos, foram instituídos dispositivos legais com a função de assegurar o uso racional dos mesmos, através de um debate técnico, científico, político e social.

Estes aspectos legais, estão em sua maioria organizados através de modelos de gestão com maior participação social, sendo esta de forma mais passiva ou mais ativa, dependendo de cada país. Em se tratando de Portugal e Brasil, apontam-se os CRH (atualmente existem

45. Martins, 2015.

46. Santos, Pizella e Souza, 2020.

4) e os CBH (atualmente funcionam 232), como dispositivos de participação para debater os conflitos sobre os usos dos recursos hídricos.

Isto posto, no recorte português enfatiza-se o CRH do Centro, que foi estabelecido em 2007 e criado em 2015 com até 49 membros, enquanto no caso brasileiro destaca-se o CBH do Rio Apodi/Mossoró, que foi instituído em 2010 e instalado em 2013 com até 30 membros titulares e 30 suplentes. Estas instituições são consideradas autarquias de criação, instalação e operação recentes.

Neste processo de atuação, é possível apontar aspectos positivos em ambos os modelos relacionados com o tempo viável para planejamento e operação de ações, composição e representação para intervir em suas respectivas agências de águas, interação com o poder público e atores externos, execução de ações múltiplas e rápido fluxo de informação.

Em contrapartida, visualizaram-se aspectos negativos nestes funcionamentos, referentes à dificuldade de articulação dos membros, à dificuldade de interação com as agências nacionais de águas, dependência de estrutura, atuação dependente do poder público, possibilidade de dispersão da discussão entre as reuniões, conflitos nas reuniões, falta de recursos e escassez de dados.

Sendo assim, orienta-se que as operações das instituições investigadas sejam potencializadas com oportunidades externas de gestão eficiente de gastos, realização de debate sistêmico e objetivo, conhecimento da problemática hídrica de forma aprofundada, eficiência nas ações, diagnóstico das deficiências estruturais, atuação de forma múltipla, captação de recursos externos, geração de empregos e desenvolvimento de tecnologias ambientais.

Perante este cenário, recomenda-se ainda reverter um panorama de ameaças externas relacionadas com a concentração de debates específicos e informações, conflitos de atribuições dos representantes, necessidade de investimentos, deficiência no funcionamento, dependência de atores externos e potencialidade de interrupção no fluxo de informação.

Para tanto, este estudo revela a possibilidade de aplicação de uma ferramenta de gestão para os recursos hídricos. Com isso, se faz necessário que os representantes destes órgãos façam ponderação da matriz construída, a fim identificar estratégias, visto que possuem condições de avaliar a realidade ambiental e socioeconômica na qual atuam. Acrescenta ainda que o uso da referida matriz permite inovação nos modelos de

gestão, através do empoderamento dos atores sociais, oportunizando espaço para debates sobre direitos básicos e elementares, como o uso da água.

## REFERÊNCIAS

- Agra Filho, S. S.; Ramos, T. B. 2015: "Análise do modelo institucional de gestão da água para a aplicação da AAE: estudo comparativo entre Portugal e Brasil". *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 3, 2. <http://doi.org/10.17565/gesta.v3i2.13723>
- Alovisi Júnior, V.; Berezuk, A. G. 2012: "Análise comparativa de gestão de recursos hídricos em Portugal e no Brasil". *Revista Recursos Hídricos*, 33 (1), 75-84. <http://doi.org/10.5894/rh33n1-6>
- Amorim, A. L.; Ribeiro, M. M. R.; Braga, C. F. C.; Schmidt, L.; Ferreira, J. G. 2015: *Marcos Regulatórios e Convenção de Albufeira: a participação pública nos mecanismos de gestão e planejamento da água no Brasil e na Península Ibérica*. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.
- ANA. Agência Nacional das Águas – ANA, 2020. *Gestão das Águas 2019*. Brasília – DF. <https://www.gov.br/ana/pt-br> [Consulta realizada em 23 de junho de 2020].
- APA. Agência Portuguesa do Ambiente, 2020. *Água 2019*. Lisboa.
- Barros, A. M. L.; Paiva, L. F. G.; Cisneiros, S. J. N. 2017: "Desafios da gestão dos usos múltiplos da água para atendimento energético ante a crise hídrica da bacia hidrográfica do Rio São Francisco – Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)". *Bahia Análise de Dados*, 27 (1), 258-278.
- Baycheva-Merger, T.; Wolfslehner, B. 2016: "Evaluating the implementation of the PanEuropean Criteria and indicators for sustainable forest management – A SWOT analysis". *Ecological Indicators*, 60, 1192-1199. <https://doi.org/10.1016/j.ecoind.2015.09.009>
- Bolson, S. H., Haonat, A. I. 2016: "A governança da água, a vulnerabilidade hídrica e os impactos das mudanças climáticas no Brasil". *Veredas do Direito*, 13 (25), 223-248. <http://doi.org/10.18623/rvd.v13i25.575>
- Brasil. Lei das Águas. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997: *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos*, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei 8.001, 12 Mar. 1990, que modificou a Lei nº 7.990 28 dez. 1989. Brasília. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm) [Consulta realizada em 10 de junho de 2020].
- Campos, V. N. De O., Fracalanza, A. P. 2010: "Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso". *Ambiente & Sociedade*, 13 (2), 365-382. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2010000200010>

- Casarin, L. P.** 2017: *Avaliação da legislação vigente dos recursos hídricos no Brasil: um enfoque nas questões ecológicas*, Trabalho de Conclusão de Curso, Rio Claro.
- Cerqueira, L. S.; Fadul, E.; Vitória, F. T.; Morais, J. L. M.** 2016: "Produção científica em gestão de recursos hídricos no Brasil no período de 2002 a 2011: uma análise da sua contribuição para o setor". *Gestão e Planejamento*, 17 (2), 232-250. <http://doi.org/10.21714/2178-8030gep.v17i1.4158>
- Costa, F. E. V.** 2017: *Gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Caeté/Pará/Brasil*. Tese Doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Brasil.
- Derísio, J. C.** 2017: *Introdução ao controle da poluição ambiental*. São Paulo, Oficina de Textos.
- Fadul, E.; Vitória, F. T.; Cerqueira, L. S.** 2017: "A Governança participativa na gestão de recursos hídricos no Brasil: uma análise da realidade do estado da Bahia". *Sinergia*, 21 (1). 79-90. <https://doi.org/10.17648/sinergia-2236-7608-v21n1-6653>
- Feil, A. A.; Strasburg, V. J.; Spilki, F. R.** 2017: "Variáveis intervenientes na existência de comitês de bacias hidrográficas no Brasil". *Ambiente & Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 12 (2), 340-350. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Ferreira, S. M.; Debeus, G.** 2018: "Avaliação dos modelos de gestão ao longo da história em Portugal e Brasil: um olhar acerca das tendências internacionais nas políticas hídricas". *Revista Geografia em Atos*, 2 (9), 22-43. <https://doi.org/10.35416/geoatos.v2i9.6341>
- Ferrell, O. C.; Hartline, M. D.** 2009: *Estratégia de marketing*. São Paulo, Cengage Learning.
- Fertel, C.; Bahn, O.; Vaillancourt, K.; Waub, J.P.** 2013: "Canadian energy and climate policies: A SWOT analysis in search of federal/provincial coherence". *Energy Policy*, 63, 1139-1150. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.057>
- IGARN (Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte) 2017: *Dados oficiais 2017*. Natal. <http://www.igarn.rn.gov.br/> [Consulta realizada em 3 de junho de 2020].
- Gil, A. C.** 2019: *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo, Atlas.
- Guindani, A. A.** 2011: *Planejamento Estratégico Orçamentário*. Curitiba, Editora Ibpx.
- Kotler, P.; Keller, K. L.** 2006: *Administração de marketing*. São Paulo, Pearson Prentice Hall.
- Lopes, M. M.; Neves, F. F.** 2017: "A gestão de recursos hídricos no Brasil: um panorama geral dos estados". *FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão*, 20 (3), 237-250.
- Luz, J. P.** 2017: *A governança dos recursos hídricos no comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica Taquari-Antas*, tese doutorado, UNIVATES.
- Magalhães, S. C. M.; Magalhães, S. C. M.; Costa, F. S.; Nossa, P. N. M. S.** 2011: *O gerenciamento das bacias hidrográficas no Brasil e em Portugal: um contributo atual*. <http://hdl.handle.net/1822/22544>
- Marconi, M. de A.; Lakatos, E. M.** 2017: *Fundamentos de Metodologia Científica*. São Paulo, Atlas.
- Martins, R. C.** 2015: "Fronteiras entre desigualdade e diferença na governança das águas". *Ambiente & Sociedade*, 18 (1), 221-238. <http://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC952V1812015>
- Morandi, M. I. W. M.; Camargo, L. F. R.** 2015: "Revisão sistemática da literatura", in Dresch, A.; Lacerda, D. P.; Antunes Jr., J. A. V.: *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Porto Alegre, Bookman.
- Portugal. 2000: Parlamento Europeu e O Conselho Da União Europeia. *Directiva 2000/60/CE de 23 de Outubro de 2000*. Estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água. Parlamento Europeu e do Conselho. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 22 dez. 2000. L 327/1.
- Portugal. Lei n.º 55 de 29 de dezembro de 2005: A presente lei aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas. Disponível em <https://dre.pt>. [Consulta realizada em 10 de janeiro de 2020].
- Portugal. Decreto-Lei n.º 347 de 19 de outubro de 2007: O presente decreto-lei aprova a delimitação georreferenciada das regiões hidrográficas. Disponível em <https://dre.pt>. [Consulta realizada em 10 de janeiro de 2020].
- Portugal. Portaria n.º 37 de 17 de fevereiro de 2015: A presente portaria procede à criação dos conselhos de região hidrográfica e regula o seu funcionamento. Disponível em: <https://dre.pt>. [Consulta realizada em 10 de janeiro de 2020].
- Portugal. Lei n.º 44 de 19 de junho de 2017: A presente lei estabelece o princípio da não privatização do setor da água, procedendo à quinta alteração à Lei da Água, aprovada pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro. Disponível em <https://dre.pt>. [Consulta realizada em 10 de janeiro de 2020].
- Ribeiro, M. A. de F. M.** 2016: *Participação pública na gestão de recursos hídricos no Brasil e em Portugal*, tese doutorado, Universidade Federal de Campina Grande.
- Ribeiro, M. A. de F. M.; Ribeiro, M. M. R.; Varanda, M. P.** 2016: "Public participation for bulk water charge: Paraíba River Basin Committee (Brazil) and Alentejo Hydrographic Region Council (Portugal) cases study". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 21 (4), 777-788. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.011615167>
- RIO GRANDE DO NORTE. Lei Estadual nº 6.908, de 11 de julho de 1996: modificada pela Lei Nº 481 de 3 de janeiro de 2013. *Política Estadual de Recursos Hídricos*, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências. Natal.
- RIO GRANDE DO NORTE. Decreto Governamental nº 21.881, de 10/09/2010: *Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró*. Natal.

- Santos, S. M.; Pizella, D. G.; Souza, M. M. P.** (2020). "Da experiência francesa em Avaliação Ambiental Estratégica de SAGEs para os Planos de Bacia Hidrográfica do Brasil". *REGA. Revista de Gestão de Água da América Latina*, 17, 9. <https://doi.org/10.21168/reg.v17e9>
- Schmidt, L.; Ferreira, J. G.** 2013: "A governança da água no contexto de aplicação da Directiva Quadro da Água". *VIII Congresso Ibero de Gestão e Planeamento da Água*, 390-399.
- SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2020: *Dados oficiais 2020*. Brasília.
- Silva, A. R. da; Fonseca, A. L. D' O.; Monteiro, J. P. P. G.; Santos, L. C. A.** dos. 2018: "A gestão e monitoramento das águas: uma abordagem das legislações em Portugal e no Brasil". *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11 (4), 1512-1525. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.4.p1512-1525>
- Silva, M. B.; Herrero, M. M. A. G.; Borges, F. Q.** 2017: "Gestão integrada dos recursos hídricos como política de gerenciamento das águas no Brasil". *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria*, 10 (1), 101-115. <https://doi.org/10.5902/1983465913358>
- Silva, S. C.; Ferreira, T.; Pompeo, M. L. M.** 2013: "Diretiva quadro d'água: uma revisão crítica e a possibilidade de aplicação ao Brasil". *Ambiente & Sociedade*, 16 (1), 39-55. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2013000100004>
- Travassos, N. L. M.** 2013: *A gestão dos recursos hídricos frente aos desafios de efetivação da legislação ambiental: uma abordagem comparativa entre Portugal e Brasil*, dissertação Mestrado, Universidade do Porto, Portugal.
- Trindade, L. De L.; Scheibe, L. F.; Ribeiro, W. C.** 2018: "A governança da água: o caso dos comitês dos rios Chapecó e Irani-SC". *Geosul*, 33 (68), 36-57. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2018v33n68p36>
- Vasconcelos, L.; Duarte, L.; Veiga, B.; Valarié, P., Casimiro, I. Cuamba, B.; Sayago, D.; Sobral, M. do C.; Olímpio, M.** 2011: "Ecossistemas, Água e Participação: estratégias nas políticas de recursos hídricos do Portugal, Brasil e Moçambique". *Revista Online da Sociedade Portuguesa de Ecologia*, 2, 29-41.
- Vasconcelos, D. P.; Barros, M. R. de; Oliveira, N. G. de; Hordones, P. A.** 2016: "Governança da água no Brasil: uma contribuição bibliométrica". *HOLOS*, 8, 147-155. <https://doi.org/10.15628/holos.2016.4814>
- Yin, R. K.** 2015: *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre, Bookman.
- Young, J.; Sedoura, F. M.** 2019: "Planos diretores municipais e planos de gestão das águas: uma análise comparada das cidades de Lisboa/PT e Porto Alegre/BR". *Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, 1-16. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.001.a011>



## ¿El agua es vida? Cotidianidad y territorialidad en el contexto forestal y de escasez hídrica en la comunidad mapuche-huilliche Antü Wilef, San Juan de la Costa, Chile

*Is water life? Daily life and territoriality in the context of forest and water scarcity in the Mapuche-huilliche community Antü Wilef, San Juan de la Costa, Chile*

**Francisco Pérez Hernández**

Universidad Alberto Hurtado

Santiago, Chile

franciscoph97@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-0261-0924

### Información del artículo

**Recibido:** 19 diciembre 2020

**Revisado:** 29 abril 2021

**Aceptado:** 11 julio 2021

**ISSN** 2340-8472

**ISSNe** 2340-7743

**DOI** 10.17561/AT.20.5985

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).  
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

### RESUMEN

La comunidad Antü Wilef en Chile, vive con la problemática de la escasez hídrica en contexto forestal. El objetivo central del artículo es exponer la manera en que este problema afecta la vida cotidiana de la comunidad y su noción de territorialidad. El estudio se desarrolla a partir de una revisión bibliográfica y entrevistas a miembros de la comunidad y personas cercanas a ella. En base a esto, se concluye que la falta de agua repercute en los ámbitos culturales, sociales y económicos de la comunidad. Además, se expone la forma en que la misma hace frente a la problemática a partir de iniciativas propias y administración de los recursos entregados por el Estado. El estudio se realizó durante todo el 2020, con las limitantes propias de la situación sanitaria que afecta al país y el mundo.

**PALABRAS CLAVE:** Escasez hídrica, Industria forestal, Mapuche-huilliche, Territorialidad, Cotidianidad.

### ABSTRACT

The Antü Wilef community in Chile lives with the problem of water scarcity in a forestry context. The main objective of the article is to expose the way in which this problem affects the daily life of the community and its notion of territoriality. The study is developed from a bibliographic review and interviews with members of the community and people close to it. Based on this, it is concluded that the lack of water has repercussions in the cultural, social and economic areas of the community. In addition, the way in which the community deals with the problem through its own initiatives and administration of the resources provided by the State is presented. The study has been developed throughout 2020, with the limitations of the health situation affecting the country and the world.

**KEYWORDS:** Water shortage, Forestry industry, Mapuche-huilliche, Territoriality, Everyday life.

## *Água é vida? Vida cotidiana e territorialidade em um contexto florestal e de escassez hídrica na comunidade mapuche-huilliche Antü Wilef, San Juan de la Costa, Chile*

### RESUMO

A comunidade Antü Wilef no Chile, vive com uma problemática de escassez hídrica em um contexto florestal. O objetivo central do artigo é expor a maneira como este problema afeta a vida cotidiana da comunidade e sua noção de territorialidade. O estudo se desenvolve a partir de uma revisão bibliográfica e de entrevistas com membros da comunidade ou pessoas próximas a ela. Com base nisso, conclui-se que a falta d'água interfere nos âmbitos culturais, sociais e econômicos da sociedade. Além disso, o estudo apresenta a maneira como a comunidade enfrenta o problema a partir de iniciativas próprias e a partir da administração dos recursos fornecidos pelo Estado. O estudo foi realizado durante todo o ano de 2020, com as limitações próprias da situação sanitária que afeta o país e o mundo.

---

**PALAVRAS CHAVE:** Escassez hídrica, Indústria florestal, Mapuche-huilliche, Territorialidade, Vida cotidiana.

---

## *L'eau est-elle la vie? Vie quotidienne et territorialité dans le contexte forestier et de pénurie d'eau dans la communauté Mapuche-Huilliche Antü Wilef, San Juan de la Costa, Chili*

### RÉSUMÉ

La communauté Antü Wilef du Chili, vit avec la problématique de pénurie d'eau dans un contexte forestier. L'objectif de l'article est de montrer comment ce problème affecte la vie quotidienne de la communauté et sa notion de territorialité. L'étude se déroulera à partir d'une révision bibliographique et d'interviews des membres de la communauté ainsi que des personnes proches de celle-ci. A partir de cela, on peut conclure que le manque d'eau impacte jusqu'aux habitudes culturelles sociales et économiques de la communauté. De plus, on peut voir comment cette dernière fait front à cette problématique par le biais d'initiatives propres et par l'administration des fonds attribués par l'Etat. L'étude a eu lieu sur toute la période 2020, avec les limites imposées par le contexte sanitaire qui a affecté le Chili et le monde entier.

---

**MOTS-CLÉS:** Pénurie d'eau, Industrie forestière, Mapuche-huilliche, Territorialité, Vie quotidienne.

---

## *L'acqua è vita? La vita quotidiana e la territorialità nel contesto forestale e la scarsità d'acqua nella comunità Mapuche-Huilliche Antü Wilef, San Juan de la Costa, Cile*

### SOMMARIO

La comunità Antü Wilef in Cile convive con il problema della scarsità d'acqua in un contesto forestale. L'obiettivo principale dell'articolo è quello di esporre il modo in cui questo problema incide sulla vita quotidiana della comunità e sulla sua nozione di territorialità. Lo studio si sviluppa a partire da una rassegna bibliografica e da interviste con membri della comunità e persone ad essa vicine. Sulla base di ciò, si conclude che la mancanza di acqua colpisce le sfere culturali, sociali ed economiche della comunità. Inoltre, è esposto il modo in cui affronta il problema sulla base delle proprie iniziative e dell'amministrazione delle risorse fornite dallo Stato. Lo studio è stato condotto durante 2020, con i limiti della situazione sanitaria che colpisce il paese e il mondo.

---

**PAROLE CHIAVE:** Scarsità d'acqua, Industria forestale, Mapuche-huilliche, Territorialità, Vita quotidiana.

---

## Introducción

La comunidad *Antü Wilef* (lugar por donde sale el sol) desarrolla su vida en medio de la escasez hídrica. Esta se encuentra en Chile, en la región de Los Lagos, específicamente en la comuna de San Juan de la Costa, y más particularmente en el sector de Anchiqueumo. Está ubicada en la ladera este de la Cordillera de la Costa y sus habitantes han visto afectadas sus condiciones de vida a partir de la llegada masiva de empresas forestales a la zona, con fuerte presencia del grupo forestal Arauco, por medio de Forestal Valdivia S.A. y Forestal Arauco S.A. ambas, filiales del grupo antes mencionado.

La historia de la industria forestal en Chile comenzó a desarrollarse a mediados del siglo XIX, con una participación principal de la propiedad privada, apoyada por políticas públicas estatales que buscaban la explotación productiva de la zona sur del país<sup>1</sup>. Durante este tiempo, se llevaron a cabo varias modificaciones en los territorios Mapuche del sur de Chile, desde el Bío Bío hasta la isla de Chiloé. Esto terminó con la relocalización de muchas comunidades a otros territorios<sup>2</sup>. Desde 1973, la plantación extensiva de pinos radiata y eucaliptus ha ido degradando los suelos y afectando la vida cotidiana de las comunidades indígenas rurales. El efecto más claro de esta producción forestal es la escasez hídrica, la cual afecta en varios planos a la vida de las personas; desde su vida cotidiana, pasando por sus prácticas productivas de subsistencia, hasta sus relaciones socioculturales<sup>3</sup>.

La historia de los conflictos por el uso del agua se basa en la confrontación entre el derecho consuetudinario y el positivo. El primero de estos se sustenta en las costumbres culturales de los grupos humanos y el segundo, en las legislaciones jurídicas que se crean durante los diferentes regímenes políticos. Así, se entiende que, en nuestros días, Chile sea uno de los países donde se desarrollen más conflictos entre las comunidades y las empresas, dado que la legislación nacional permite la explotación de recursos naturales, como el agua y la tierra, a gran escala y privilegiando la propiedad privada tal como se consigna en el Decreto de Ley 701<sup>4</sup>.

Esta disputa se lleva desarrollando en Chile desde la llegada de los españoles. Durante los distintos periodos históricos que sucedieron a la “conquista” de América, llámese colonia, independencia, república y capitalismo,

se crearon mecanismos para sobrellevar esta disputa. Los pueblos indígenas en Chile han tenido una estrecha relación con el agua desde el periodo precolombino. Estudios como los de Yáñez y Molina (2011) muestran que desde el paleoindio (12.000 a. C. - 9.000 a. C.), los primeros rastros de comunidades en el actual territorio chileno muestran lo importante que fue para ellos el uso y aprovechamiento del agua. Las ubicaciones de los asentamientos, las actividades productivas o la importancia social del elemento dan cuenta que, desde los inicios indígenas en el país, la relación de estos con el agua ha sido muy estrecha. Esta situación se mantuvo con la llegada europea y se profundizó con el establecimiento de la república, donde se han seguido desarrollando las disputas por el uso del agua entre las comunidades indígenas, el Estado y las empresas que hacen uso del recurso<sup>5</sup>. Después de 1883, con el proceso de expansión nacional de Chile, los mapuche fueron relocalizados y “encerrados” en territorios determinados por el Estado<sup>6</sup>. Sin embargo, en todas y cada una de estas disputas, los menos favorecidos fueron los mismos, las comunidades indígenas y rurales. Durante estos distintos periodos, los diferentes gobiernos (Monarquía y República) han cometido genocidios, exclusiones políticas y discriminación sociopolítica hacia las comunidades desfavorecidas con el tema de los recursos naturales<sup>7</sup>.

Chile, al igual que sus países vecinos, se encuentra en una situación crítica de escasez de agua. El extractivismo, los monocultivos o la agricultura intensiva, se han posicionado como los principales enemigos de la naturaleza y las comunidades rurales. El agua y los recursos naturales en Chile se privatizaron en 1981, durante el Gobierno cívico-militar de características socioeconómicas neoliberales<sup>8</sup>. Esto significaría la mayor expresión de los principios neoliberales, al definir la naturaleza como un bien de consumo transable en el mercado<sup>9</sup>. A partir de esto, la protesta del pueblo Mapuche tiene como eje central los procesos históricos de despojo de tierras y degradación ambiental de los ecosistemas que habitan<sup>10</sup>. Desde este punto, podemos hablar de la no existencia de justicia ambiental en nuestro país, entendida como una distribución equitativa entre cargas y beneficios ambientales entre todos los actores sociales que intervienen un territorio, reconociendo la situación de las comunidades y de sus integrantes en la toma de decisiones<sup>11</sup>.

1. Barrena, Hernando y Rojas, 2016.

2. Bengoa, 1985; 2012. Klubock, 2014.

3. Bengoa, 1999, 227. Montalba y Carrasco, 2005. Huber et al., 2010. Sther et al., 2010. Aylwin et al., 2013. Klubock, 2014. Torres et al., 2015.

4. Espinoza, 2017.

5. Yáñez y Molina, 2011.

6. Bengoa, 1985. Guevara, 1902. Vidal, 2000.

7. Stavenhagen, 1992.

8. Bauer, 2015.

9. Harvey, 2003. Glassman, 2006.

10. Torres et al., 2016.

11. Hervé, 2010.

La legislación en torno al agua en nuestro país señala que este es un recurso cuyas concesiones y derechos de uso se venden en el mercado, ante lo cual, las industrias mineras, agrícolas, forestales y energéticas se disputan el derecho a su uso en el norte, centro y sur del país. A partir de una serie de medidas, los países de la región y, en particular, Chile como punta de lanza del proyecto neoliberal en Latinoamérica, han dado paso a la “neoliberalización” de la naturaleza. En palabras simples, la naturaleza pasa a ser un bien de consumo y cuestiones esenciales como el agua, el aire o la tierra se convierten en bienes adquiribles en el mercado<sup>12</sup>. En el caso específico del agua, se sostiene que la mercantilización de este recurso tiene su argumento central en que es el mercado el mejor regulador de los derechos para acceder a dicho recurso y que son las grandes empresas quienes tienen y pueden hacer el mejor uso de este bien<sup>13</sup>. El Banco Mundial (BM) y la Organización Mundial de Comercio (OMC) hicieron todo lo posible para que el agua comience a ser vista como un producto transable en el mercado, dejándolo a disposición de estrategias económicas como los Tratados de Libre Comercio<sup>14</sup>. En este sentido, el Estado es responsable directo de los problemas hídricos de sus territorios, al favorecer la gestión privada del recurso antes que la gestión comunitaria y social<sup>15</sup>. Esta situación supone la mayor amenaza para la reproducción del ecosistema natural y la sobrevivencia de los grupos humanos que habitan dichos espacios<sup>16</sup>.

Entre las principales consecuencias socioculturales que se encuentran en el centro del proceso de mercantilización hídrica, se encuentra la fragmentación de la tríada histórica de los pueblos prehispánicos en América, agua-suelo-bosque. De esta manera, se ha afectado directamente la vinculación de las comunidades con el lugar donde viven, la territorialidad. Esto es un proceso en el cual las comunidades que habitan un determinado territorio dan un sentido de pertenencia al mismo mediante la interacción y la convivencia tanto interna como externa de dicho grupo humano<sup>17</sup>. A partir de este proceso se generan también prácticas y acciones impulsadas por la comunidad para hacer frente al problema de la escasez hídrica en su territorio, dado que las diferentes respuestas emanadas desde el Estado no han logrado solucionar la problemá-

tica en cuestión. En el caso de Chile, en el año 2005 se realizó una reforma que buscaba resolver en parte el problema que había generado la fragmentación territorial realizada en un comienzo. No obstante, y aun cuando existieron modificaciones, la situación de despojo e inequidad territorial persistieron<sup>18</sup>.

La neoliberalización del agua en la región está asociada al avance económico del sector privado en campos que antes fueron gestionados por el Estado (durante el auge de los modelos productivos desarrollistas a mediados del siglo XX), como la prestación de servicios hídricos, y en actividades económicas asociadas a la extracción de recursos y la plantación de monocultivos, dirigidas todas hacia el plano internacional. A partir de esto, se han generado nuevas normativas que dejan en posición de inferioridad y desprotección a las comunidades indígenas y rurales de toda la región<sup>19</sup>.

## Presentación del caso de estudio

El acceso al agua en la región de Los Lagos es cada vez más dramático, en especial en la comuna de San Juan de la Costa. A continuación, se exponen algunas cifras que ayudan a comprender la magnitud de la problemática. Tal como plantea Benavides (2019), en la comuna de San Juan de la Costa las comunidades rurales afectadas por el problema hídrico viven en promedio con acceso a 50 litros de agua por persona, muy por debajo de lo sugerido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que sostiene que con esta cantidad al día solo se asegura la sobrevivencia humana. El consumo de agua diario por las plantaciones forestales en la provincia de Osorno alcanza los 4.300 millones de litros. Esta provincia tiene una población de 235.000 personas aproximadamente, por lo que, si en promedio una persona debiera consumir entre 120 y 200 litros al día, serían 32 millones de litros de agua al día<sup>20</sup>. A partir de la información entregada por Benavides, podemos llegar al dato de que con toda el agua consumida por la producción forestal provincial en un día se podrían abastecer 134 días del consumo humano total de la provincia.

A su vez, a partir de la información obtenida desde la Ilustre Municipalidad de San Juan de la Costa, se aprecia en el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) del año 2017 la problemática en torno a la degradación

<sup>12</sup>. Zibechi, 2010.

<sup>13</sup>. Swyngedouw, 2005.

<sup>14</sup>. Flórez, 2006.

<sup>15</sup>. Swyngedouw, 2009.

<sup>16</sup>. Castro, Bahamondes y Azócar, 1991.

<sup>17</sup>. Silva, 2016.

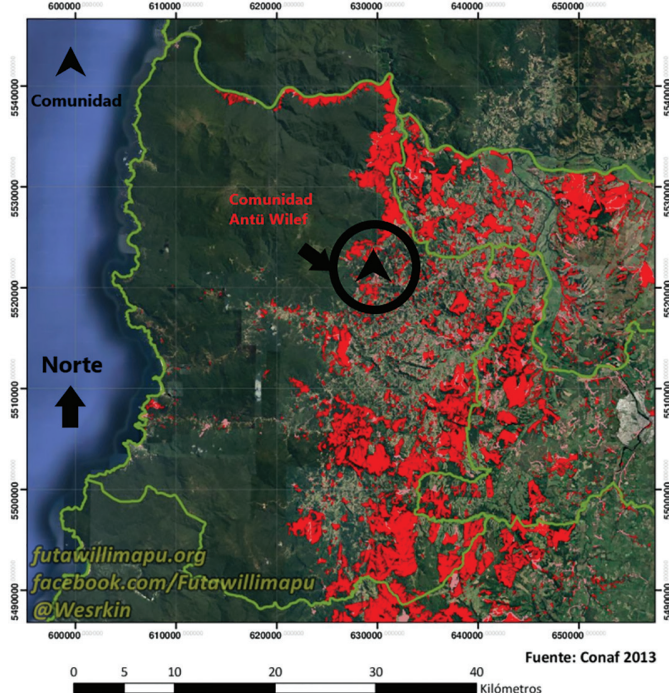
<sup>18</sup>. Budds, 2004; 2009. Gentes, 2009.

<sup>19</sup>. Ávila-García, 2016, 28.

<sup>20</sup>. Benavides, 2019.



Mapa 2. Plantaciones forestales en San Juan de la Costa



Fuente: elaboración propia a partir de Rumián, 2019.

*Antü Wilef* es una comunidad de origen mapuche-huilliche, pueblo originario de la zona sur del país. Se extendían históricamente desde el sur del Río Bueno hasta la isla de Chiloé. La comunidad en cuestión se ubica en la cara este de la cordillera de la costa, a unos cincuenta km de la ciudad de Osorno. Está compuesta por 30 personas agrupadas en trece familias en la actualidad, en su mayoría adultos mayores o cercanos a este grupo etario.

## Metodología

El acceso a la comunidad estuvo mediado por Salvador Rumián, académico de la Universidad de Los Lagos, sede Osorno, quien ha desarrollado un importante trabajo en torno a la industria forestal en la zona de San Juan de la Costa. Esto le ha permitido tener una estrecha relación con las diversas comunidades que ahí residen y se ven afectadas por esta producción. En este sentido, la elección de la comunidad *Antü Wilef* para la realización del estudio se basa en las posibilidades prácticas de acceso que entregó Salvador. El contexto de pandemia complicó las opciones de generar una muestra integral de la comunidad. En este caso, las personas de la comunidad que han sido entrevistadas fueron quienes aceptaron la invitación realizada para la construcción de esta

investigación. A partir de la presidente de la comunidad, Claudina Millán, de unos cincuenta años, se extendió la invitación al resto de habitantes de *Antü Wilef*. Fue ella quien proporcionó fotografías del paisaje actual del territorio. También participó del estudio una mujer adulta cercana a los 40 años, un hombre de entre 55 y 60 años y dos mujeres entre 50 y 60 años que en la actualidad se encuentran trabajando en programas de empleo municipal para paliar la crisis económica producto de la pandemia. Además, participó Mario Mendoza, fotógrafo que realizó hace algunos años un trabajo de dicha área para dar cuenta de la vida cotidiana en la comunidad y quien fue contactado vía telefónica para presentarle el proyecto y consultar su participación. Por último, también participó del estudio la *werken* (figura que cumple el rol de portavoz dentro de la tradición mapuche) de la comunidad *Chamul*, en la comuna de Lago Ranco, Región de Los Ríos, Alicia Raillanca, quien accedió a participar por su cercanía personal conmigo, además considerando la importancia cultural de su figura dentro del mundo mapuche. Con todos ellos se realizaron entrevistas vía telefónica en las cuales se abordó la cuestión vital del problema hídrico, tanto para la comunidad en particular como para el mundo indígena en general<sup>25</sup>.

El acceso a la comunidad fue mediante una reunión en el mes de diciembre del año 2019, donde se dio a conocer el estudio y se estructuró un plan de trabajo para el año 2020. Dicho plan contemplaba visitas mensuales a la comunidad entre los meses de marzo y julio, con estancias temporales en la misma y un acercamiento etnográfico a la cotidianidad de *Antü Wilef*. Este se vio afectado por la situación sanitaria del país, razón por la que a partir del contacto con la presidenta de la comunidad planteamos la opción para poder entrevistar a aquellos miembros que aceptaran participar voluntariamente. De la misma forma, el contacto con el fotógrafo fue a partir de la revisión digital, por medio de la cual se llegó a su trabajo y a su contacto. Por su parte, el contacto con Alicia, de la comunidad *Chamul*, fue por medio de un intermediario que posibilitó la comunicación. Las entrevistas fueron en profundidad, en las que a partir de tres preguntas se desarrollaron los ejes temporales del pasado, presente y futuro, los cuales respondieron a la noción de cotidianidad y territorialidad en relación con el agua en la zona. Este tipo de entrevistas nos ofrecen la posibilidad de establecer una comunicación flexible con las personas entrevista-

25. Todos los nombres expuestos en este documento son los nombres reales de las personas, quienes accedieron previamente a su publicación.

das, abordando diferentes tópicos que puedan nacer a partir de las preguntas que se proponen por parte del entrevistador<sup>26</sup>. Las preguntas que se formularon a las cinco personas que participaron fueron: ¿Qué recuerdos tiene usted de la vida cotidiana antes de las forestales y la escasez hídrica?, ¿cómo ha cambiado la vida en la comunidad a partir de la escasez de agua? y ¿cómo proyecta el futuro de la vida en la comunidad de Anchi-queumo? Por otro lado, la entrevista con la werken de Chamul versó sobre el ámbito de la cosmovisión mapuche y la importancia central que tiene el agua para este pueblo. La función de estas entrevistas es dotar de un contenido experiencial la revisión bibliográfica que se realizó acerca de la problemática de la escasez hídrica en la zona sur de Chile.

Además de las entrevistas, se pudo obtener mucha información atinente a la temática por medio de la revisión bibliográfica, necesaria en cualquier investigación para la construcción del marco teórico y el respectivo estado del arte de la cuestión. Teniendo en cuenta las condiciones sanitarias antes mencionadas, se anuló la posibilidad de realizar trabajo de campo, por lo que se tuvieron que hacer ajustes para el abordaje teórico de la problemática. Además de lo descrito anteriormente, también se consideran parte metodológica del estudio la elaboración de mapas de la zona, la revisión de otros que presentan el contexto forestal en el territorio y las fotografías entregadas por la comunidad para representar la situación en la que esta se encuentra. En síntesis, la metodología utilizada en la investigación tiene como finalidad obtener una revisión integral sobre la vida cotidiana y los conceptos territoriales de las comunidades rurales en el sur de Chile que sufren con la escasez de agua, enfatizando en las comunidades con herencia indígena, como *Antü Wiléf*.

## Resultados

La convivencia entre la comunidad Antü Wiléf y las empresas forestales a su alrededor, deja a la luz una serie de fenómenos que han podido ser recabados y contrastados además con la revisión bibliográfica y el respectivo análisis ya presentado. En primer lugar, queda demostrada la contraposición entre los intereses de las familias trabajadoras de la comunidad y las empresas

forestales que colindan con ellas. Nancy lo expone de manera clara y precisa:

“El campo es como nosotros los seres humanos, necesita estar limpio, necesita recuperarse. Hay una diferencia moral entre cómo ven la naturaleza los dueños de las forestales y la gente de la comunidad. Los primeros ven la naturaleza como algo que necesita sobre producirse [sic], nosotros como un elemento fundamental para la vida”<sup>27</sup>.

En segundo lugar, las personas que habitan el territorio exponen que las condiciones para desarrollar una vida en él cada vez se vuelven más complejas. El no tener acceso al agua afecta a diversas áreas de su vida, desde el ámbito familiar hasta el ámbito productivo o de subsistencia. Existe una relación dual entre los recuerdos y las proyecciones, mediado por un presente desolador, en el cual la comunidad ha ido perdiendo integrantes, como lo expone C. Millán (2020): “En la comunidad de *Anchi-queumo* viven cerca de treinta personas, son pocas las familias que quedan. Muchas familias vendieron sus terrenos a las forestales, quedamos los más guerreros. En su mayoría viven adultos mayores”<sup>28</sup>. Los integrantes de la comunidad han visto cómo sus tradiciones vitales se desmoronan y las personas que resisten en el territorio van volviéndose mayores. Nancy plantea que:

“Los terrenos no producen lo que producían antes. Trigo ya no se siembra, hay que comprar la harina. Antes se cosechaba trigo y se iba a moler a los molinos para tener la harina. Para el invierno se llenaban las vegas (partes más bajas de los terrenos) de agua, son las tierras más productivas. Jugábamos con las artesas (recipientes de madera para el lavado de ropa) en el agua, de tanta agua que había”<sup>29</sup>.

En relación con lo último, se establece una relación directa entre el despoblamiento y el empobrecimiento de las comunidades indígenas rurales con la escasez de agua, producto de la empresa forestal, tal como lo expone Rosa:

“A partir de esto, de la falta de agua, la gente se va yendo a Osorno o a otras partes, para ganar su dinero. No quieren volver al campo, porque es muy sacrificado. Estamos quedando solo adultos mayores en la comunidad, muchas tierras quedan botadas, la gente se va y deja las tierras”<sup>30</sup>.

<sup>26</sup>. Díaz-Bravo et al., 2013.

<sup>27</sup>. Entrevista, 31 de agosto de 2020.

<sup>28</sup>. Entrevista, 31 de agosto de 2020.

<sup>29</sup>. Entrevista, 31 de agosto de 2020.

<sup>30</sup>. Entrevista, 1 de septiembre de 2020.

En tercer lugar, existen consecuencias visibles e invisibles que también afectan seriamente la vida de las personas en la comunidad. Entre los fenómenos visibles, se encuentra la modificación drástica del paisaje territorial. Así lo expone M. Mendoza, quien sostiene que es problemática la situación paisajística del territorio, ya que “Antü Wilef se traduce: por donde alumbra el sol. Viven donde nace el sol, pero donde es más difícil llegar. Toda la situación hídrica que afecta el paisaje termina por afectar su conexión con sus animales, con su tierra, con sus cosas y sus costumbres”<sup>31</sup>. Además, por los efectos de las plantaciones forestales y los cuidados que las empresas hacen de ellas, se da un doble efecto para la comunidad. Marta relata que: “Los pinos, cuando hay viento, sueltan un polvo amarillo que contamina las plantaciones, el agua, manchan hasta la fruta”<sup>32</sup>. Esto trae consecuencias en términos de contaminación visible, pero también a largo plazo termina por afectar a la salud de las personas en la comunidad, las cuales deben consumir esa agua y esos alimentos (Figuras 1 y 2).

En las imágenes presentadas queda de manifiesto la situación paisajística del territorio, tanto la desolación de los terrenos forestales, como la degradación de los suelos de la comunidad para actividades de subsistencia elementales como la plantación de vegetales en la huerta. El panorama vital de la comunidad *Antü Wilef* se ha visto indefectiblemente afectado a partir del arribo forestal a su territorio. Los problemas ya enunciados representan la cara más visible de la problemática en cuestión. A raíz de estas situaciones, se ha modificado la composición demográfica de la comunidad, quedando en su mayoría personas adultas, incluso mayores, ya que los jóvenes, al no tener oportunidades de desarrollo en el lugar, deciden emigrar a la ciudad. Tal como lo plantea Rosa en párrafos anteriores, la gente emigra a Osorno para ganar dinero, quedando solo adultos mayores y muchas tierras sin gente para trabajarlas. Además, las actividades productivas ancestrales, como la cría de animales y la plantación de vegetales, han debido quedar relegadas al mero consumo personal, ya que no existen las condiciones medioambientales para sostener una producción de mediana escala que pueda ser vendida posteriormente. Así lo plantea C. Millán: “Cuidar el agua, porque el agua es vida para nosotros y los animalitos y las plantas. Estamos plantando chilco para cuidar el agua, que ellos son purificadores del agua. Sin agua no hay vida”<sup>33</sup>.

Figura 1. Paisaje de la comunidad Antü Wilef



Fuente: Claudina Millán, presidente de la comunidad *Antü Wilef*, 14 de noviembre del 2020.

En cuanto a las políticas públicas y el apoyo de instituciones externas hacia la comunidad, la situación es de un abandono importante. No existen iniciativas desde las autoridades comunales ni regionales para apoyar y solucionar la situación de la escasez de agua en el territorio. Así lo expone Genaro: “Necesitamos más apoyo de parte de las autoridades, para no perder nuestras aguas a futuro. No sé, poder plantar más árboles nativos que ayuden a recuperar nuestras aguas”<sup>34</sup>. Por estas condiciones la comunidad ha debido entrar en prácticas de autoabastecimiento, como lo relata el fotógrafo M. Mendoza: “Son autosustentables, se autogestionan y trabajan entre ellos. No hay apoyo de ninguna institución, ni de las ONG ni de los municipios. Sembrado familiar, todos participan en las actividades productivas”<sup>35</sup>. Esto se puede ver en estrategias para la recolección, administración y gestión de agua que los miembros de la comunidad deben realizar.

<sup>31</sup>. Entrevista, 19 de octubre de 2020.

<sup>32</sup>. Entrevista, 4 de septiembre de 2020.

<sup>33</sup>. Entrevista, 31 de agosto de 2020.

<sup>34</sup>. Entrevista, 29 de agosto de 2020.

<sup>35</sup>. Entrevista, 19 de octubre de 2020.



Figura 2. Huerta seca en la comunidad *Antü Wilef*

Fuente: Claudina Millán, presidente de la comunidad *Antü Wilef*, 19 de noviembre de 2020.

La Figura 3 muestra la forma en que las personas de la comunidad recolectan agua. Desde lo alto de la vivienda nace una manguera y a través de dicha manguera se deposita en el estanque verde que se observa en la fotografía. La gestión hídrica ha estado a cargo de la misma comunidad. Sus integrantes han ideado otros métodos para administrar la poca agua a la que tienen acceso. Marta es ilustrativa al respecto: “Nosotros plantamos árboles que retengan el agua, el chilco, el temo, la pitra, la luma, a partir de eso nosotros podemos tener agua para el hogar, pero no para riego”<sup>36</sup>.

La escasez de agua se ha estructurado en la comunidad como un problema nuclear para su vida. Como ya se ha mencionado, distintas actividades fueron afectadas por esta situación y a partir de esto, muchos de los habitantes del territorio tuvieron que abandonarlo. Aquí las opciones han sido varias, algunos han vendido sus terrenos a las empresas forestales y se han marchado, mientras que otros, los más jóvenes, han dejado a su familia en el campo y han encontrado una vida nueva en

la ciudad. En ella tienen un trabajo y una calidad de vida superior a la que pueden aspirar en la comunidad, dadas las condiciones medioambientales. Rosa es clara a la hora de referirse a esto y a las proyecciones de la vida en el territorio: “Veo difícil que haya cambios. Pero me gustaría que no hubiese plantaciones de eucaliptus o pino. Me gustaría que mi hija no se fuese así como así del campo, que estuviera con nosotros acá”<sup>37</sup>. En definitiva, sea cual sea la opción que se ha tomado, el caso es que las familias han quedado reducidas y, por ende, la comunidad se ha visto afectada en términos de relaciones sociales, familiares e incluso laborales, al no existir mano de obra que pueda trabajar la poca tierra disponible.

En este sentido, es posible proponer la hipótesis de que la situación de la comunidad es a todas luces un grave problema socioambiental, el cual se repite en diversas zonas de nuestro país. El caso de Anchiqueumo refleja las dificultades en distintos ámbitos de la vida que deben enfrentar los grupos humanos que habitan los sectores rurales de Chile, con cuestiones de orden productivo, alimenticio, de subsistencia, fami-

Figura 3. Recolección de agua en *Antü Wilef*

Fuente: Claudina Millán, presidente de la comunidad *Antü Wilef*, 19 de noviembre de 2020.

<sup>36</sup>. Entrevista, 4 de septiembre de 2020.

<sup>37</sup>. Entrevista, 1 de septiembre de 2020.

liares y relacionales<sup>38</sup>. Esto nos plantea las diversas dificultades que se desarrollan a partir del problema hídrico y las implicaciones sociales de las condiciones naturales.

Finalmente, una consideración importante que debe ser expuesta en esta ocasión y en la medida de lo posible explotada en siguientes estudios, son las prácticas cotidianas que los integrantes de la comunidad generan para resistir a la escasez de agua. Existen iniciativas medioambientales y organizativas dentro de la comunidad que son importantes de destacar. Aquí la más llamativa y esperanzadora es la de la plantación de flora que sirva para retener y purificar el agua. En este contexto, acciones como estas, autodeterminadas por las comunidades, con una finalidad en beneficio de la naturaleza y los grupos humanos, debieran ser apoyadas por las distintas instituciones competentes, desde el nivel más local con la Municipalidad de San Juan de la Costa, hasta el nivel central del país con leyes y políticas públicas que respondan a esta necesidad. Estas prácticas denotan una forma de resistencia particular llevada a cabo por la comunidad y sus integrantes, agudizando la demanda en contra de las instituciones correspondientes que debieran dar solución al problema hídrico en el territorio.

## Análisis

En base a lo ya expuesto, y a los análisis desarrollados a partir de la información obtenida y revisada, es posible sostener tres consideraciones principales para el estudio. La primera de ellas es que la escasez hídrica ha traído consigo una modificación de la composición demográfica de la comunidad. Las cifras obtenidas en el Instituto Nacional de Estadística (INE) muestran que para el año 2002 la población de San Juan de la Costa, comuna donde se ubica el sector de Anchiqueumo y la comunidad de *Antü Wilef*, era de 8.831 habitantes<sup>39</sup>. Esta cifra tiene un abrupto descenso del 15 % para el año 2017, último registro censal del país. Aquel año se registró en San Juan de la Costa una población de 7.512 habitantes<sup>40</sup>. Esto sustenta los planteamientos hechos por los miembros de la comunidad en las entrevistas realizadas, donde daban cuenta de que su población había ido en constante descenso desde la llegada de las

forestales. Entendiendo que de igual forma el proceso de migración rural-urbano es multifactorial, la situación particular de esta comunidad, más la información recolectada por parte de sus miembros, permiten exponer que en este caso dicha migración está relacionada directamente con la producción forestal en el territorio. Sumado a esto una larga lista de cuestiones que se relacionan, desde las políticas públicas hasta la nula reconversión productiva.

En relación con esto, Montalba y Carrasco constataron etnográficamente las problemáticas visibles que afectan a las comunidades rurales indígenas expuestas a la expansión forestal. En primer lugar, la salud de la naturaleza se ha visto gravemente afectada. Se han secado los suelos, ya no hay animales y los que hay mueren o se deterioran por la falta de recursos. A su vez, los diferentes químicos utilizados por la empresa forestal afectan a las plantaciones y a los terrenos de las comunidades, generando otro impacto más en su vida<sup>41</sup>.

La salud de los miembros de la comunidad ha ido en declive desde la llegada de las forestales. Las mismas personas de la comunidad hacen una delimitación temporal para referirse a la salud, ya que antes de las forestales consideraban que se enfermaban menos y si lo hacían tenían los medios naturales para hacer frente. En cuanto a las consecuencias culturales, los mismos autores revelan un hecho que se repite en varias comunidades mapuche. La importancia de los lugares sagrados para el pueblo mapuche ha sido dejada en el olvido por el Estado y la industria forestal. Muchos de estos lugares han quedado en medio de plantaciones forestales o proyectos productivos de otros tipos, con lo cual se les niega a las comunidades su derecho al ejercicio libre de sus creencias y, además, cortan el traspaso de generación a generación que permite la subsistencia de la cosmovisión.

La segunda consideración está vinculada a la relación de la comunidad con el agua. Esto también había sido expuesto por la comunidad, quienes han tenido que abastecerse a partir de camiones repartidores de agua financiados por la municipalidad. Así lo sostiene Genaro: “En nuestra comunidad el cambio es más grande, tenemos menos agua, se han secado muchas norias. Por esto, tenemos que recibir agua por parte del municipio, muchos de nuestros socios de la comunidad”<sup>42</sup>. En la actualidad, muchas de las familias que ahí viven deben ser abastecidas de agua por la municipalidad y otras deben generar diversas estrategias para aprove-

<sup>38</sup>. Vargas, 2020.

<sup>39</sup>. INE, 2002.

<sup>40</sup>. INE, 2017.

<sup>41</sup>. Montalba y Carrasco, 2003.

<sup>42</sup>. Entrevista, 29 de agosto de 2020.

char las pocas reservas de agua que logran perdurar y a las cuales pueden acceder en determinados periodos del año. Claudina Milán, presidenta de la comunidad expone que: “El camión aljibe municipal va a la comunidad una vez por semana, beneficiando a tres familias, incluida la mía, con un estanque de mil litros semanales”<sup>43</sup>. Esta situación se ve interrumpida en ocasiones por las contingencias mecánicas que puede sufrir el camión. Así lo expone el fotógrafo Mario Mendoza: “Se precariza también la entrega del agua, a veces no llegan los camiones por diversos motivos, mecánicos, técnicos y/o de combustible”<sup>44</sup>. Otras familias de la comunidad han podido acceder al beneficio de tener un estanque para almacenar agua, sin embargo, esto no es algo que suceda de forma permanente, sino que es por un periodo determinado de tiempo, ya que luego las familias deben entregar el estanque nuevamente a la municipalidad para que esta lo pueda utilizar en otras comunidades.

El agua supone para muchos pueblos indígenas un bien esencial para su desarrollo, tanto material como espiritual. A partir del caso de las comunidades pehuenche de la región del Bío Bío, al sur de Chile, y la construcción de represas hidroeléctricas, se plantea que la ejecución de estos proyectos por parte de la transnacional Endesa significó un grave daño para la calidad de vida cotidiana de las comunidades indígenas, afectando sus procesos productivos de subsistencia y, además, afectando a sus valores culturales, costumbres y modos de habitar el territorio, su territorialidad<sup>45</sup>. Esto se sintetiza en la idea de que la naturaleza se construye a partir de las diferentes concepciones que los grupos humanos hagan de ella. Aquí son muy importantes los “contextos materiales, las instituciones sociales, las nociones morales, las prácticas culturales e ideológicas particulares”<sup>46</sup>.

Tal como expone Alicia Raillanca, para el pueblo mapuche existen categorías que no se pueden separar al momento de desarrollar un análisis. Desde la cosmovisión hasta las prácticas cotidianas, son elementos esenciales para entender la vida de las comunidades de pueblos originarios. Siguiendo esta línea, plantea que el agua es un elemento divino dentro de la cosmovisión mapuche, que cruza tres dimensiones distintas: *Nag mapu* (el agua asociado al concepto de biodiversidad oc-

cidental), *Wenu mapu* (el agua como bien natural divino utilizado en ceremonias) y *Minche mapu* (las aguas subterráneas como reservas de vida, que pueden ser extraídas solo en casos extremos y previa realización de un ritual para tener el permiso de las fuerzas que administran estas aguas)<sup>47</sup>. A su vez, la tradición mapuche-huilliche también desarrolla la relación con la naturaleza y sus elementos, a partir de la figura del Canillo. Esta figura representa para la cultura mapuche-huilliche las fuerzas destructoras de la naturaleza y particularmente del calor y de la sequía, las cuales son entendidas como elementos negativos y contrarios al desarrollo de la vida en todas sus formas<sup>48</sup>.

La clave de todo esto es que dichas fuerzas pueden incluso traer consigo la ruptura del cosmos, que en este caso se asocia con las distintas áreas de la vida en la comunidad que se han visto afectadas con la escasez de agua a raíz de la producción forestal. La situación de las comunidades mapuche rurales es extrema<sup>49</sup>. A partir de lo expresado por la Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo (AIFBN), los impactos de las plantaciones de pino y eucalipto en las zonas rurales donde habitan las comunidades afectan el acceso al agua que pueden tener estas, sumado a las consecuencias sociales y culturales<sup>50</sup>.

En los últimos años, estudios confirman la fuerte caída de los caudales hídricos en la zona sur del país, pronosticando altos niveles de sequía para las regiones de Los Lagos y Los Ríos en los próximos años. Las solicitudes por derecho a utilización de aguas superficiales en territorio mapuche tienen tres casos que concentran la mayor cantidad, Mariquina (Región de Los Ríos), Cañete (Región del Bio Bio) y San Juan de la Costa (Región de Los Lagos), concentrando aquí el 25 % de las solicitudes nacionales<sup>51</sup>.

La situación problemática en los territorios históricos del pueblo mapuche respecto a la explotación forestal no solo se explica a partir de una cuestión económica, social o productiva. También existe una visión cultural opuesta a la occidental representada por el Estado de Chile, algo que ellos llaman el ecologismo cultural mapuche. De esta forma, se plantea la existencia de dos tipos de efectos que repercuten en las comunidades. Los efectos visibles y los profundos. Los prime-

43. Entrevista, 22 de octubre de 2020.

44. Entrevista, 19 de octubre de 2020.

45. Cayuqueo, 2007.

46. Ulloa, 2001, 189.

47. Entrevista, 7 de noviembre de 2020.

48. Gissi, 1997, 74.

49. Vargas, 2015.

50. AIFBN, 2020.

51. Yáñez y Molina, 2011, 125.

ros tienen que ver con aquellos impactos directos que se aprecian a simple vista en el paisaje y los segundos, constituyen impactos que atañen a la vida humana de la comunidad, su cosmovisión, su cultura y su cotidianidad<sup>52</sup>. El paisaje territorial mapuche ha sufrido un severo cambio desde hace aproximadamente treinta años. El territorio donde el Estado chileno no había hecho acto de presencia ahora está invadido por actividad capitalista neoliberal, con explotaciones forestales, hidroeléctricas y demás tipos de producción altamente nocivas para el medio y sus habitantes<sup>53</sup>. Como expone Seoane (2013), el extractivismo no solo se refiere a sacar de la tierra, sino también a la forma de apropiación privada de algo que antes fue comunitario por medio de la violencia y sus diferentes expresiones<sup>54</sup>. En síntesis, la importancia del territorio físico que habitan las comunidades indígenas se construye en base a la relación cultural e histórica de las mismas con el lugar. Esto se plantea como la territorialidad de dicho grupo humano. Sin embargo, este proceso se ha visto sistemáticamente entorpecido por la acción de la producción forestal y es que, a partir de las constantes modificaciones territoriales, tanto de los elementos como de las condiciones de vida, la relación entre el espacio y la comunidad se vuelve una relación tormentosa, sujeta a diversas condiciones desfavorables y que van generando relaciones de desapego por parte de la comunidad a su territorio histórico, donde habitaron sus ancestros.

## Conclusiones

La situación de las comunidades rurales del sur de Chile se ha visto seriamente afectada por las producciones forestales. Estas repercuten en diversas áreas en la vida de las personas que habitan este territorio. El estudio da cuenta de tres ejes centrales que se desprenden de esta situación, los cuales han sido recogidos a partir de las lecturas realizadas y la experiencia obtenida por parte de los miembros de la comunidad *Antü Wilef* en San Juan de la Costa. En primer lugar, la migración del campo a la ciudad no es un fenómeno nuevo en la historia de la humanidad, sin embargo, lo problemático de esta situación es que la gente está dejando sus territorios ancestrales no por voluntad propia, sino obligados a ceder frente a las presiones de las empresas que tienen

sus trabajos productivos a su alrededor, haciendo muy difícil el desarrollo laboral en la zona, provocando un exilio masivo de los habitantes jóvenes del territorio, buscando mejores condiciones socioambientales para vivir. Esto trae consigo que existan hoy en día diversas disputas territoriales en muchas zonas del sur de Chile, donde comunidades indígenas rurales reclaman territorios ocupados por grandes empresas de producción con base en la extracción o aprovechamiento de los recursos naturales. En este caso, la escasez de agua se erige como el principal factor que complica la vida de las personas que habitan el sector de Anchiqueumo, puesto que, dada su ubicación se ven afectados por las plantaciones forestales ubicadas en lo alto de la cordillera de la costa, donde absorben todo el recurso hídrico que debiera bajar por las laderas y quebradas. Esta situación termina por hacer insalvable la vida humana y la vida en general del territorio. Por esta razón, se estructura un fenómeno de rápido envejecimiento poblacional, lo que proyecta un futuro complicado para las aspiraciones de vida en la comunidad *Antü Wilef*.

En segundo lugar, es relevante exponer las formas en las cuales las comunidades deben gestionar el recurso hídrico. La situación de estas es que, en muchas ocasiones, deben ser abastecidas por camiones con agua o grandes estanques para el almacenamiento del agua suministrada por los municipios. Si bien esto podría ser entendido como una forma en que las autoridades políticas de los territorios se hacen cargo de la problemática, desde este estudio podemos tensionar dicha idea contraponiéndola con que se terminan generando relaciones subsidiarias y de un cierto clientelismo con las personas que necesitan el recurso<sup>55</sup>. Todo esto amparado por una forma histórica de proceder del Estado de Chile para con los pueblos originarios y la pequeña agricultura. El país en su historia republicana ha desarrollado una serie de medidas que van en favor de un crecimiento económico a toda costa, dejando vía libre en su momento para que los colonos se instalaran en las tierras ancestrales de los pueblos originarios y ahora permitiendo la entrada libre y soberana de empresas extractivas que tanto daño han causado a la vida y cultura de estas comunidades. En definitiva, vemos cómo esto termina por dar vía libre a las empresas que operan en los territorios, haciendo un uso extensivo e indiscriminado de los recursos disponibles, condenando a las

<sup>52</sup>. Montalba y Carrasco, 2003.

<sup>53</sup>. Gutiérrez, 2016.

<sup>54</sup>. Seoane, 2013.

<sup>55</sup>. Lamentablemente en el presente estudio no será posible profundizar en esta idea, pero se considera un eje de suma importancia y que podría abrir opciones a generar nuevos estudios a futuro.

comunidades a una vida indigna y atentando directamente contra su cultura.

Finalmente, es importante comprender las formas de resistencia que se levantan desde estos territorios, donde es la misma gente quien debe hacer frente a la situación hídrica. Aquí es importante exponer que estas iniciativas nacen a partir del conocimiento territorial que tienen las comunidades, lo cual las valida como un ente que lucha tenazmente contra las formas de depredación ambiental y producción capitalista a costa de la naturaleza. Todas estas plantaciones vegetales tienen como objetivo central hacer más llevadera la vida humana en el territorio, pero en ningún caso permiten generar formas de producción de pequeña escala para el sustento familiar y comunitario. Iniciativas como estas muestran el real valor que tiene para la comunidad la relación con el medio ambiente y la naturaleza. Ellos –a diferencia de la industria forestal– intervienen el medio con fines vitales y no con expectativas meramente productivas y económicas. La relevancia que tienen las plantaciones llevadas a cabo por parte de la comunidad está dada por el gesto material e inmaterial de una relación integral y plena entre el pueblo mapuche-huilliche y el territorio que se habita. En este sentido, se vincula directamente con la territorialidad desarrollada por la comunidad en el contexto específico de la convivencia con la industria forestal y sus consecuencias directas.

La vida de las comunidades rurales en San Juan de la Costa se ha visto directamente dañada por la producción forestal, siendo afectadas las diversas áreas que competen a la vida humana: su composición familiar, su desarrollo cultural y su desarrollo productivo, entre muchas otras que no han sido posibles de abarcar en esta ocasión. No obstante, también ha servido para mostrar la validez de estas personas para hacer frente a las injusticias medioambientales, las cuales, mediante los medios disponibles en sus condiciones de vida, han podido generar prácticas de resistencia que son dignas de imitar y reproducir en los diversos territorios de Chile, la región y el mundo, donde nos encontremos con un problema similar. La vida de las personas vale más que sus plantaciones forestales y porque sin agua, es imposible pensar en vida, la comunidad Antü Wilef en el sector de Anchiqueumo en San Juan de la Costa sabe que su lucha por una vida digna debe partir por la recuperación del agua en su territorio. Porque, tal como se expuso en este estudio, el agua es vida y, como tal, debe ser respetada y defendida.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo (AIFBN). 2020: *Chile Necesita un nuevo modelo forestal*. Santiago (Chile), LOM.
- Ávila-García, P. 2016: "Hacia una ecología política del agua en Latinoamérica". *Revista de Estudios Sociales*, 55, 18-31. <https://doi.org/10.7440/res55.2016.01>
- Aylwin, J., Yáñez, N. y Sánchez, R. 2013: *Pueblo Mapuche y recursos forestales en Chile: devastación y conservación en un contexto de globalización económica*. Santiago (Chile), Observatorio Ciudadano, IWGIA.
- Barrena, J., Hernando, M. y Rojas, F. 2016: "Antecedentes históricos sobre el Complejo Forestal y Maderero Panguipulli, provincia de Valdivia, Centro-sur de Chile". *Bosque*, 37 (3), 473-484. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000300004>
- Bauer, C. J. 2015: "Water conflicts and entrenched governance problems in Chile's market model". *Water alternatives*, 8 (2), 147-172.
- Benavides, P. 2019: *¡No hay sequía!, sólo moriremos de sed...* <https://ultimaprensa.cl/2019/01/18/no-hay-sequia-solo-moiremos-de-sed/>. [Consulta realizada el 24 de octubre de 2020].
- Bengoa, J. 1985: *Historia del Pueblo Mapuche (siglo XIX y XX)*. Santiago (Chile), SUR.
- Bengoa, J. 1999: *Historia de un conflicto: El estado y los Mapuches en el siglo XX*. Santiago (Chile), Planeta/Ariel.
- Bengoa, J. 2012: "Los Mapuche: historia, cultura y conflicto". *Cahiers des Amériques latines*, 68, 89-107. <https://doi.org/10.4000/cal.118>
- Budds, J. 2004: "Power, Nature and Neoliberalism: The Political Ecology of Water in Chile". *Journal of Tropical Geography*, 25 (3): 322-342. <http://dx.doi.org/10.1111/j.01297619.2004.00189.x>
- Budds, J. 2009: "The 1981 Water Code: The Impacts of Private Tradable Water Rights on Peasant and Indigenous Communities in Northern Chile", en Alexander, W. L. (Ed.), *Lost in the Long Transition: Struggles for Social Justice in Neoliberal Chile*. Lanham (EE.UU.), Lexington Books, 35-56.
- Castro, M., Bahamondes, M. y Azócar, P. 1991: *Caracterización antropológica de las poblaciones Andinas de la I y II Región, Chile*. Santiago (Chile), Universidad de Chile, FACS y MOP/DAG.
- Cayuqueo, P. 2007: "Los desplazados de ENDESA". *Ecología Política*, 33, 127-130.
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. y Varela-Ruiz, M. 2013: "La entrevista, recurso flexible y dinámico". *Investigación en Educación Médica*, 2 (7), 162-167. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72706-6](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72706-6)
- Espinoza, A. 2017: "El reconocimiento del Derecho Consuetudinario indígena como Derechos Humanos: su estado en el derecho chileno moderno". *Cadernos de derecho actual*, 8, 413-437.

- Flórez, M.** 2006: "(In) sostenibilidad de los recursos naturales en el marco de las negociaciones comerciales internacionales: el caso del agua". *Polis*, 14. <http://polis.revues.org/5083>. [Consulta realizada el 8 de septiembre del 2020].
- Gentes, I.** 2009: "Las aguas transadas. Hacia una evaluación del impacto social y ambiental del mercado de derechos de agua en Chile", en Varga, S., Soares, D. y Ñuño, M. (Eds.), *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas*. México D. F. (México), IMTA, 40-78.
- Gissi, N.** 1997: *Aproximación al conocimiento de la memoria mapuche-huilliche en San Juan de la Costa*, tesis para optar al título de Antropólogo Social, Universidad de Chile, Santiago (Chile).
- Glassman, J.** 2006: "Primitive accumulation, accumulation by dispossession, accumulation by 'extra-economic' means". *Progress in Human Geography*, 30 (5), 608-625. <https://doi.org/10.1177/0309132506070172>
- Guevara, T.** 1902: *Historia de la Civilización de Araucanía*. Santiago (Chile), Imprenta, Litografía y Encuadernación Barcelona.
- Gutiérrez, F.** 2016: "Neoliberalismo, desposesión y resistencias: el pueblo mapuche frente al extractivismo", en Colectivo editorial Mapuexpress, *Resistencias mapuche al extractivismo*, Santiago (Chile), 9-17.
- Harvey, D.** 2003: *The new imperialism*. Oxford (England), Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199264315.001.0001>
- Hervé, D.** 2010: "Noción y elementos de la justicia Ambiental: Directrices para su aplicación en la planificación territorial y en la evaluación Ambiental estratégica". *Revista de Derecho*, XXIII (1), 9-36. <http://doi.org/10.4067/S0718-09502010000100001>
- Huber, A., Iroumé, A., Mohr, C. y Frêne, C.** 2010: "Efecto de las plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la región del Biobío, Chile". *Bosque*, 31 (3), 219-230. <http://doi.org/10.4067/S0717-92002010000300006>
- Ilustre Municipalidad de San Juan de la Costa. 2017: *Plan de Desarrollo Comunal 2012-2017 (PLADECO)*. Subsecretaría de Desarrollo Regional.
- Ilustre Municipalidad de San Juan de la Costa. 2017: *Proyecto de desarrollo local para San Juan de la Costa 2017-2021*.
- Instituto Nacional de Estadística. 2002: *Censos de Población y Vivienda*. Santiago (Chile), Ministerio de Economía, Gobierno de Chile.
- Instituto Nacional de Estadística. 2017: *Censos de Población y Vivienda*. Santiago (Chile), Ministerio de Economía, Gobierno de Chile.
- Inventario Forestal Continuo 2020: *Superficie Plantaciones forestales Región de Los Lagos (ha)*. <https://ifn.infor.cl/index.php/component/areports/reportes-regionales/30-plantaciones-forestales-region-los-lagos>. [Consulta realizada el 27 de septiembre de 2020].
- Klubbock, T.** 2014: *La Frontera. Forest and ecological conflict in Chile's frontier territory*. Durham (England), Duke University Press. <https://doi.org/10.1215/9780822376569>
- Ministerio de Desarrollo Social. 2017: *Reporte estadístico: San Juan de la Costa*. [https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas\\_v.html?anno=2017&idcom=10306](https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2017&idcom=10306). [Consulta realizada el 1 de octubre de 2020].
- Montalba, R. y Carrasco, N.** 2003: "Modelo forestal chileno y conflicto indígena ¿ecologismo cultural mapuche?". *Ecología política*, 26, 63-78.
- Montalba, R. y Carrasco, N.** 2005: "¿Desarrollo sostenible o ecotnocidio? El proceso de expansión forestal en territorio Mapuche-nalche de Chile". *Ager*, 4, 101-133.
- Naciones Unidas (UN) 2014: *El derecho humano al agua y al saneamiento*. [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml). [Consulta realizada el 9 de septiembre de 2020].
- Rumián, S.** 2019: *Empresas forestales en San Juan de la Costa: la punta de lanza del neoliberalismo extractivista en territorio mapuche williche*. <http://futawillimapu.org/2019/01/06/empresas-forestales-en-san-juan-de-la-costa-la-punta-de-lanza-del-neoliberalismo-extractivista-en-territorio-mapunche-williche/>. [Consulta realizada el 28 de octubre de 2020].
- Seoane, J.** 2013: "Modelo extractivo y acumulación por despojo", en Seoane J., Taddei E. y Algranati C., *Extractivismo, despojo y crisis climática*. Buenos Aires (Argentina), Herramienta, El Colectivo y GEAL, 21-41.
- Silva, D.** 2016: "Construcción de territorialidad desde las organizaciones campesinas en Colombia". *Polis*, 15 (43), 633-654. <http://doi.org/10.4067/S0718-65682016000100029>
- Stavenhagen, R.** 1992: "Los derechos de los indígenas: algunos problemas conceptuales". *Nueva Antropología*, 43 (XIII), 83-99.
- Sther, A., Aguayo, M., Link, O., Parra, O., Romero, F. & Alcayaga, H.** 2010: "Modelling the hydrologic response of a mesoscale Andean watershed to changes in land use patterns for environmental planning". *Hydrology and Earth System Sciences*, 14, 1963-1977. <https://doi.org/10.5194/hess-14-1963-2010>
- Swyngedouw, E.** 2005: "Dispossessing H2O: The Contested Terrain of Water Privatization". *Capitalism Nature Socialism*, 16 (1), 81-98. <http://doi.org/10.1080/1045575052000335384>
- Swyngedouw, E.** 2009: "The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle". *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 142, 56-60. <https://doi.org/10.1111/j.1936-704X.2009.00054.x>
- Torres, R., Azócar, G., Carrasco, N., Zambrano-Bigiarini, M., Costa, T. & Bolin, B.** 2016: "Forestry development, water scarcity, and the Mapuche protest for environmental justice in Chile". *Ambiente & Sociedade*, 41, 121-144. <http://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC150134R1V1912016>

- Torres, R., Azócar, G., Rojas, J., Montecinos, A. y Paredes, P.** 2015: "Vulnerability and resistance to neoliberal environmental changes: An assessment of agriculture and forestry in the Biobio region of Chile". *Geoforum*, 60, 107-122. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2014.12.013>
- Ulloa, A.** 2001: "Transformaciones en las investigaciones antropológicas sobre la naturaleza, ecología y medioambiente". *Revista colombiana de antropología*, 37, 188-232. <https://doi.org/10.22380/2539472X.1281>
- Vargas, J.** 2015: *El territorio mapuche de Mariküga frente al modelo forestal*. <https://www.mapuexpress.org/2015/08/25/el-territorio-mapuche-de-marikuga-frente-al-modelo-forestal/>. [Consulta realizada el 15 de noviembre de 2020].
- Vargas, R.** 2020: *Falta de suministros básicos pone en jaque a las comunas rurales frente al Covid-19*. [https://www.infraestructura-publica.cl/wp-content/uploads/2020/04/suministros\\_basicos.pdf](https://www.infraestructura-publica.cl/wp-content/uploads/2020/04/suministros_basicos.pdf). [Consulta realizada el 14 de abril d 2021].
- Vidal, A.** 2000: "Conocimiento antropológico sobre los mapuche de Chile. Efectos socioculturales y económicos de su integración forzada a la nación chilena", en Duran, T., Parada, E. y Carrasco, N. (Eds.), *Acercamientos metodológicos hacia Pueblos Indígenas. Una experiencia reflexionada desde la Araucanía*. Temuco (Chile), Centro de estudios socioculturales Universidad Católica de Temuco, 75-101.
- Yáñez, N. y Molina, R.** 2011: *Las aguas indígenas en Chile*. Santiago (Chile), LOM.
- Zibechi, R.** 2010: *Pan para hoy, incertidumbre mañana*. <http://www.alainet.org/es/active/41887>. [Consulta realizada el 4 de noviembre de 2020].





## Reuse of wastewater, treated by phytoremediation, for the irrigation of the Botanical Garden “le jardin Landon” (Biskra, Algeria). Sustainable solution for the preservation of a material heritage site

*Reutilización de aguas residuales, tratadas por fitopurificación, para el riego del Jardín Botánico “le jardin Landon” (Biskra, Algeria). Solución sostenible para la preservación de un sitio de patrimonio material*

### Mahmoud Debabeche

University of Biskra, Larghyde Laboratory  
Biskra, Algeria  
mahmoud.debabeche@univ-biskra.dz

 ORCID: 0000-0002-8764-5105


### Ayoub Barkat

University of Debrecen  
Debrecen, Hungary  
ayoub.barkat@science.unideb.hu

 ORCID: 0000-0003-0627-9033

### Mohamed Ali Boukebous

University of Biskra, Larghyde Laboratory  
Biskra, Algeria  
boukebousa@gmail.com

 ORCID: 0000-0002-5528-7892

### Información del artículo

**Recibido:** 19 febrero 2020

**Revisado:** 18 agosto 2020

**Aceptado:** 28 febrero 2021

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.20.5270

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).  
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

### ABSTRACT

The green spaces of the city of Biskra (Algeria) resist the arid climate of the summer season and therefore suffer from water scarcity caused mainly by evaporation and transpiration of the plants. To remedy this problem, the study suggests to reuse the sewage for irrigation after being purified, using constructed wetlands with improved capacity by phytoremediation. As an example of a sustainable solution, it is proposed to apply this technique to the botanical garden of the city of Biskra (Algeria), «le jardin Landon». The design of a Constructed Wetland system is proposed. The Landon Garden was created in 1870 by Count Landon of Longueville, decorated with a variety of flora from the tropics and the Equatorial countries. It is currently considered as national material heritage.

**KEYWORDS:** Sustainable solution, Phytoremediation, Constructed wetlands, Irrigation, Material heritage.

### RESUMEN

Los espacios verdes de la ciudad de Biskra resisten el clima árido de la temporada de verano y, por lo tanto, sufren de escasez de agua, causada principalmente por la evaporación y transpiración de las plantas. Para remediar este problema, el estudio sugiere reutilizar las aguas residuales para el riego después de ser purificadas, utilizando humedales construidos con capacidad mejorada por fitorremediación. Como ejemplo de una solución sostenible, se propone aplicar esta técnica al jardín botánico de la ciudad de Biskra (Algeria), «le jardin Landon». Se propone el diseño de un sistema de humedales construidos. El Landon Garden fue creado en 1870 por el conde Landon de Longueville, decorado con una variedad de flora de los trópicos y los países ecuatoriales. Actualmente se considera patrimonio material nacional.

**PALABRAS CLAVE:** Solución sostenible, Fitorremediación, Humedales construidos, Irrigación, Patrimonio material.

*Reaproveitamento de águas residuais, tratadas por fitopurificação, para a irrigação do jardim botânico “o jardim Landon” (Biskra, Argélia). Solução sustentável para preservação de patrimônio material*

## RESUMO

Os espaços verdes da cidade de Biskra (Argélia) resistem ao clima árido do verão e por isso sofrem com a escassez de água causada principalmente pela evaporação e transpiração das plantas. Para remediar esse problema, o estudo sugere o reaproveitamento do esgoto para irrigação após purificação, utilizando alagados construídos com capacidade melhorada por fitorremediação. Como exemplo de solução sustentável, propõe-se a aplicação desta técnica ao jardim botânico da cidade de Biskra (Argélia) «le jardin Landon». O projeto de um sistema de Wetland Construído é proposto. O Jardim Landon foi criado em 1870 pelo conde Landon de Longueville, decorado com uma variedade de flora dos trópicos e dos países equatoriais. Atualmente é considerado patrimônio material nacional.

---

**PALAVRAS-CHAVE:** Solução sustentável, Fitorremediação, Alagados construídos, Irrigação, Patrimônio material.

---

*Réutilisation des eaux usées, traitées par phytopurification, pour l'irrigation du jardin botanique «le jardin Landon» (Biskra, Algérie). Solution durable pour la préservation d'un site patrimonial matériel*

## RÉSUMÉ

Les espaces verts de la ville de Biskra (Algérie) résistent au climat aride de la saison estivale et souffrent donc d'une pénurie d'eau causée principalement par l'évaporation et la transpiration des plantes. Pour remédier à ce problème, l'étude propose de réutiliser les eaux usées pour l'irrigation après avoir été épurées, en utilisant des zones humides construites avec une capacité améliorée par phytoremédiation. A titre d'exemple de solution durable, il est proposé d'appliquer cette technique au jardin botanique de la ville de Biskra (Algérie), «le jardin Landon». La conception d'un système de zones humides construites est proposée. Le jardin Landon a été créé en 1870 par le comte Landon de Longueville, décoré d'une flore variée des tropiques et des pays équatoriaux. Il est actuellement considéré comme patrimoine matériel national.

---

**MOTS-CLÉS:** Solution durable, Phytoremédiation, Zones humides construites, Irrigation, Patrimoine matériel.

---

*Riutilizzo delle acque reflue, trattate mediante fitopurificazione, per l'irrigazione del giardino botânico “Giardino Landon” (Biskra, Algeria). Soluzione sostenibile per la conservazione di un sito del patrimonio materiale*

## SOMMARIO

Gli spazi verdi della città di Biskra (Algeria) resistono al clima arido della stagione estiva e soffrono quindi della scarsità d'acqua causata principalmente dall'evaporazione e dalla traspirazione delle piante. Per ovviare a questo problema, lo studio suggerisce di riutilizzare le acque reflue per l'irrigazione dopo essere state purificate, utilizzando zone umide costruite con capacità migliorata mediante fitodepurazione. Come esempio di una soluzione sostenibile, si propone di applicare questa tecnica al giardino botânico della città di Biskra (Algeria) «le jardin Landon». Viene proposto il progetto di un sistema Constructed Wetland. Il giardino Landon è stato creato nel 1870 dal conte Landon de Longueville, decorato con una varietà di flora dei tropici e dei paesi equatoriali. Attualmente è considerato patrimonio materiale nazionale.

---

**PAROLE CHIAVE:** Soluzione sostenibile, Fitorisanamento, Zone umide costruite, Irrigazione, Patrimonio materiale.

---

## Introduction

Thanks to physic-chemical reactions and biological interactions undertaken by microorganisms and plants in aquatic systems, a natural process of self-depuration takes place within them. This ecological feature can be used as an alternative form of wastewater treatment. The latter is defined by the term phytoremediation. In addition, constructed wetlands are ecosystems that are artificially created to treat a wide range of wastewater, including municipal, industrial and agricultural effluents<sup>1</sup>. Among the types of constructed wetlands that use phytoremediation, one can find: the sub-superficial flow system SSFS, in which the basin is partially submerged in water to be purified; the superficial flow system SFS, in which the basin is permanently submerged in water to be purified, and the floating system FS, where the plants are supported by suitable floating structures, with free roots across the water flow to be purified. This water purification system is also used for the design of bio-pools<sup>2</sup>.

The system of phytoremediation with sub-surface flow is considered to be the most developed. It is used in waterproof basins filled with a permeable and inert material (such as gravel), in which plants are planted. It can use horizontal or vertical flow. The act of purifying is carried out mainly by microorganisms that live in symbiosis with the plants. These microorganisms, either in aerobic or anaerobic form, sustain a series of chemical and physical reactions allowing the degradation of pollutants<sup>3</sup>. The efficiency of microorganisms in the process of purification is mainly related to the degree of aeration and the level of organic matter load<sup>4</sup>.

Particularly proliferating in wet environments, bacteria feed on waste materials and transform them into harmless molecules. The degradation of organic matter and denitrification of nitrogen in the root region of the plants, where treatment takes place, is due to microorganisms. The emission of oxygen by the roots of the macrophytes creates oxidized zones around the roots. Most of the organic wastewater decomposes into carbon dioxide<sup>5</sup>. Root tissues are probably niches more welcoming for microorganisms than inert mineral substrates. Several plants have been used in the process of phytoremediation, but the most widely used

species are those that support excess water conditions developing along riversides, such as: *Phragmites australis*, species of the genera *Typha* (*latifolia*, *angustifolia*, *domingensis*, *orientalis* and *glauca*) and *Scirpus* (e.g. *lacustris*, *validus*, *californicus* and *acutus*)<sup>6</sup>.

The technique of sewage treatment by plants appeared in Western Europe based on research by Seidel that began in the 1960's and by Kickuth in the late 1970's<sup>7</sup>. The successful use of this technology for the treatment of different types of domestic and urban effluents has been described by several researchers<sup>8</sup>. This technology is also in high demand in Central America, Eastern Europe and Asia. Artificial marshes were introduced in Quebec from the early 1990's. In Spain, the Center for New Water Technologies (CENTA) was created in 1994, focusing mainly on the technological support of wastewater treatment in small rural communities<sup>9</sup>.

Many studies have focused on the efficiency of this system to remove heavy metals contained in wastewater. Seghairi et al. (2014) studied the potential of *Tamarix* to purify industrial wastewater with concentrations of copper. The authors highlighted the potential of the genera *Tamarix* to purify the effluent of the industrial zone of Biskra (Algeria), with a reduction of copper of 75.96 % for a residence time of 15 days<sup>10</sup>. Gorelova & Frontasyeva (2017) investigated the possibility of using woody plants for biomonitoring and phytoremediation of environment anthropogenic pollution with heavy metals<sup>11</sup>. Other researchers<sup>12</sup> focused on the removal of pharmaceuticals by phytoremediation. They investigated the removal of 12 pharmaceuticals in a full scale constructed wetland processing hospital wastewaters in Eastern Ukraine. Their study observed an increase of removal efficiency for *androstenedione*, *carbamazepine*, *caffeine*, *diclofenac*, *estrone*, *ibuprofen*, *paracetamol*, *propranolol* and *triclosan*.

As an example of a sustainable development solution, this paper aims to study the reuse of wastewater, purified by phytoremediation, for the irrigation of the botanical garden "Le jardin Landon" of the city of Biskra (Algeria). Two main advantages are expected through the use of this technique: the first one is to purify the wastewater of the neighbourhood, and the second one is to ensure the permanent irrigation of the green areas while integrating with the landscape.

<sup>6</sup> Vymazal, 2011.

<sup>7</sup> EPA, 1993, 2-1.

<sup>8</sup> EPA, 1999; Vymazal, 2010; Healy, 2007; Brix & Arias, 2005.

<sup>9</sup> García et al., 2013, 1.

<sup>10</sup> Seghairi et al., 2014.

<sup>11</sup> Gorelova & Frontasyeva, 2017.

<sup>12</sup> Vystavna et al., 2017.

<sup>1</sup> Hammer, 1989, 856.

<sup>2</sup> Lajo & Luther, 2007, 234.

<sup>3</sup> Brix & Arias, 2005.

<sup>4</sup> Adrados et al., 2014; Butterworth et al., 2016.

<sup>5</sup> Brix, 1987.

## Brief overview of the Landon garden (“Le jardin Landon”)

The Landon garden (Figure 1) was created in 1872 by Count Landon of Longueville.

This garden, called Garden of Allah by the English novelist Robert Hitchens, is a haven of peace and a place of daydreams for the artists and writers who visited this place, such as *Karl Marx*, *André Gide*, *Francis James*, etc.

The Landon garden or Villa Benevent encompasses a large number of tropical species, high-priced trees as well as a set of palm trees, which are ornamental ones for the most part. In fact, many plant species that are implanted there have been imported from all over the world and acclimated to the climate of the region. It occupies an area of around 4 hectares. At the beginning of its creation, it contained more than 200 species, but currently it remains about 54 species. The water requirements of the plants, as well as their irrigation regime, are evaluated based on the phenomenon of evapotranspiration.

Figure 1. The Landon garden



Source: Google maps.

## Material and method

Based on mathematical models designed with data of existing stations, researchers have developed several possibilities for sizing constructed wetlands. We will discuss in the following the equations adopted for this purpose.

As mentioned above, the process of wastewater treatment, mediated by phytoremediation, is carried out according to a set of physic-chemical and biological reactions performed by micro-organisms and plants on the pollutants present in these waters.

According to the bibliography, there are different possibilities for the sizing of constructed wetlands. The sizing is based essentially on the elimination of a maximum of polluting load, to obtain at the end effluents of optimal quality. Mathematical models have been established, based on the kinetics of elimination of major pollutants, using semi-empirical coefficients, with data from existing stations.

For the size of the horizontal sub-surface flow basin, three parameters were considered for the biological elimination of pollutants: BOD5, ammoniacal nitrogen and nitric nitrogen<sup>13</sup>. The proposed equations are as follows:

$$\ln(C_i | C_o) = tK_T \quad (1)$$

$$\text{with } t = A_s ny / Q \quad (2)$$

$$\text{and } K_T = K_R \theta_R^{(T_w - T_R)} \quad (3)$$

$C_i$ : concentration of pollution at the entrance of the station (after any possible primary treatment (in mg/l).

$C_o$ : fixed effluent concentration, according to the desired purification objective (in mg/l).

$t$ : hydraulic retention time (in days).

$K_T$ : kinetic constant at temperature  $T_w$  (in days<sup>-1</sup>).

$A_s$ : filtering basin surface (m<sup>2</sup>).

$n$ : medium porosity (in %).

$y$ : depth in the middle of the wetland (m).

$Q$ : average daily hydraulic flow (in m<sup>3</sup>/days).

$T_w$ : reference temperature in the wet zone (in °C).

$T_R$ : reference temperature (in °C).

The sizing of horizontal filtering basin is based on the determination of the surface area as follows<sup>14</sup>:

$$A_s = Q \ln(C_i | C_o) / (ynK | K_T) \quad (4)$$

<sup>13</sup>. Reed, Middlebrooks & Crites, 1988; Reed & Brown, 1995.

<sup>14</sup>. Reed, Middlebrooks & Crites, 1988; Reed & Brown, 1995.

The authors propose the values of Table 1 for the considered coefficients, according to the degree of pollution of the discharge considered.

The shape of a horizontal sub-surface flow system can be rectangular, while the slope of the bottom of the bed can vary from 1 to 5 %. The transverse area can be calculated using the Darcy relation, as follows:

$$Q = AK \left[ dh / dL \right] \tag{5}$$

A (m<sup>2</sup>) = l h: The cross-sectional area of the basin with h the water height and l the basin width.

Q (m<sup>3</sup>/d): average daily discharge rate.

K (m/d): hydraulic conductivity of the saturated material.

Dh/dL: hydraulic gradient corresponding to the slope of the water line to be obtained in operation from the inlet level filter surface to about 10 cm from the total height of the outlet (in m/m).

The ratio L / l must vary in the range 0.5 to 3<sup>15</sup>.

Furthermore, for the design of vertical basins, the oxygen demand is calculated on the basis of 1 kg of O<sub>2</sub> per kg of BOD<sub>5</sub> to be removed, and of 4.3 kg of O<sub>2</sub> per kg of NH<sub>3</sub> to be oxidized<sup>16</sup>. The vertical bed is dimensioned by considering a surface aeration coefficient of Ka = 30 grams of O<sub>2</sub> per m<sup>2</sup> of surface area per day, and its height is taken equal to 0.9 m. The area obtained is increased by 25 %:

$$A = 1.25 \left[ DO / Ka \right] \tag{6}$$

$$DO = C_{BOD5} Q$$

where:

DO = oxygen demand (in Kg / d).

Ka = surface aeration coefficient.

C<sub>BOD5</sub> = Concentration in Biochemical Oxygen Demand (BOD) in 5 days (in Kg/m<sup>3</sup>).

Q = average flow of wastewater.

## Sizing of the constructed wetlands

The sizing of the constructed wetlands is mainly based on the concentration of pollutants present in wastewater. Different processing steps are considered, namely: pre-treatment, finishing filter and flow filtering basins.

For raw water, pretreatment consists of: screening, deoiling, grit removal and decanting. The decanting system can be a simple settling basin, a decanter / digester, an all-water septic tank or an Imhoff basin.

A septic tank is used for the collection, partial liquefaction of pollutants contained in wastewater and the retention of solids and floating waste. It receives all domestic wastewater. All the water in the pit must clear the effluent. It must also liquefy these retained materials by decanting and flotation.

**Table 1. Reference parameters for the horizontal flow filtering basin**

Parameter	BOD5	NH4-N	N03-N	FC
1 < T <sub>w</sub> < 10				
T <sub>R</sub>	20	10	10	20
C residue	6	0.2	0.2	-
K <sub>R</sub>	1.104	K10	1.0	2.6
θ	1.06	1.15	1.15	1.15
T <sub>w</sub> > 10				
T <sub>R</sub>	20	20	20	20
C residue	6	0.2	0.2	-
K <sub>R</sub>	1.104	K <sub>NH</sub>	1.0	-
θ	1.06	1.048	1.15	1.19

Source: Reed & Brown, 1995.

<sup>15</sup>. EPA, 1999.

<sup>16</sup>. Bulc, 2006.

For the macrophyte planted system, pretreatment requires an all-water septic tank for the purpose of decanting the coarse material with a retention time of 0.5 days.

- The useful volume of the pit, for an inlet flow rate  $Q = 105.15 \text{ l/s}$ , is  $V = Q \cdot t_s = 52.58 \text{ m}^3$ . With:  $V$  = useful volume of the pit (in  $\text{m}^3$ ),  $t_s$  = residence time (in days) and  $Q$  = average volume flow rate (in  $\text{m}^3/\text{d}$ ).
- For a depth of  $h = 1.5 \text{ m}$ , the surface will be  $35.05 \text{ m}^2$  ( $2 \times 17 \text{ m}^2$ ) with a length  $L = 6 \text{ m}$  and a width  $l = 3 \text{ m}$ .

Related to the second step, a box (or sewer manhole) with finishing filters (Figure 2) is placed immediately downstream of the all-water tank in order to trap all the fine particles that can be contained in the water coming from the septic tank. This device is generally used only in the case of a horizontal flow system.

Related to physic-chemical characteristics of district wastewater, the choice of the planted filter with horizontal or vertical flow is made according to the

quantity of Biochemical Oxygen Demand (BOD5) or ammoniacal nitrogen  $\text{NH}_4^+$  contained in wastewater. Wastewater analyzes show that both BOD5 ( $95 \text{ mg/l}$ ) and  $\text{NH}_4^+$  ( $25.68 \text{ mg/l}$ ) are at the limit of poor quality. However, 12 % of the amount of  $\text{NH}_4^+$  can be removed at the pretreatment stage.

Lastly, with regard to the concentrations of BOD ( $95 \text{ mg/l}$ ), COD ( $121.6 \text{ mg/l}$ ) and DO ( $0.8 \text{ kg/d}$ ), we opted for a hybrid system, composed of vertical water flow filtering basins followed by a set of horizontal water flow filtering basins (Table 2). The use of vertical filtering system allows a gain in surface area as well.

The water flow filtering basins will be buried, for ease of handling, gain of energy and integration into the landscape.

In order to ensure an integration of the purification system on the medium of the Landon Garden, a form has been adopted for the filtration basins that adapts to the flora of the environment (Figure 3).

Figure 2. Photographs showing the finishing filter, consisting of a filter holder and a sponge, before and after use



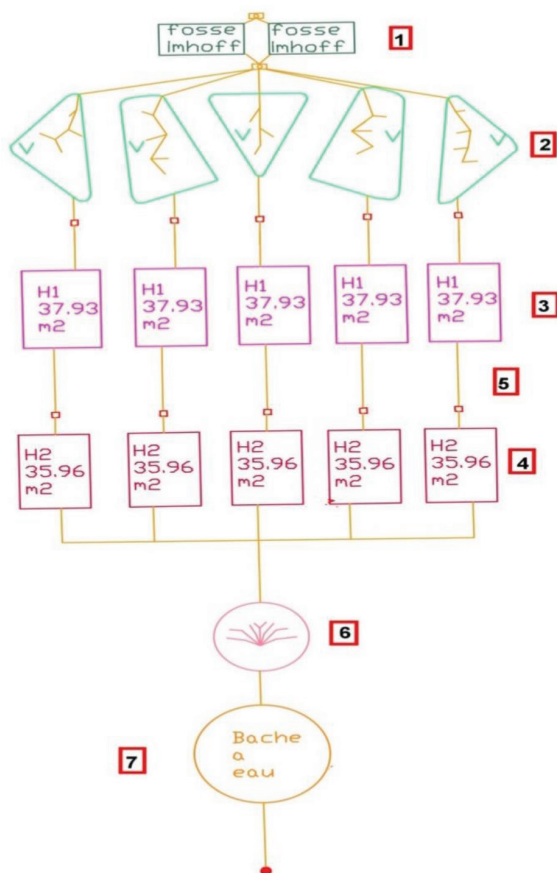
Source: authors.

Table 2. Sizing of the water flow filtering basins

	5 vertical water flow filtering basins (1 <sup>st</sup> row)	5 Horizontal water flow filtering basins (2 <sup>nd</sup> row)	5 Horizontal water flow filtering basins (3 <sup>rd</sup> row)
Surface ( $\text{m}^2$ )	33.33 $\text{m}^2$ (1basin)	37.93 $\text{m}^2$ (1basin)	35.96 $\text{m}^2$ (1basin)
Retention time (day)	12 hours (1basin)	12 hours (1basin)	12 hours (1basin)
Length (m)	8.33 m (1 basin)	10.02 m (1 basin)	10.02 m (1 basin)
Width (m)	4 m (1 basin)	3.79 m (1 basin)	3.59 m (1 basin)

Source: authors' own elaboration.

Figure 3. Simplified diagram of phyto-purification installation.



Source: authors' own elaboration.

## Conclusion

As an example of a sustainable development solution, the study aimed to design a constructed wetland system in a botanical garden of the city of Biskra (Algeria). The wastewater purified by phytoremediation will be used for the irrigation of a variety of tropical trees, existing in this garden since 1870.

A design of the wastewater circuit is carried out, namely: pretreatment, purification, accumulation and distribution. A septic tank was selected as a pretreatment process. Considering the concentrations of BOD and COD, a hybrid system was adopted, composed of vertical and horizontal water flow filtering basins. A form that adapts to the flora of the environment has been adopted for the filtration basins, in order to ensure an integration of the purification system on the medium of the Garden.

This system is mainly designed to purify the wastewaters of the district as well as to ensure the permanent irrigation of the green areas that suffer from water shortage, especially in summer season.

## REFERENCES

- Adrados, B., Sánchez, O., Arias, C. A., Becares, E., Garrido, L., Mas, J., Brix, H. & Morató, J. 2014: "Microbial communities from different types of natural wastewater treatment systems: Vertical and horizontal flow constructed wetlands and biofilters". *Water Research*, (55), 304-312. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.02.011>
- Brix, H. 1987: "Treatment of wastewater in the rhizosphere of wetland plants the root-zone method". *Water Science and Technology*, 19 (1-2), 107-118. <https://doi.org/10.2166/wst.1987.0193>
- Brix, H. & Arias, C. A. 2005: "The use of vertical flow constructed wetlands for on-site treatment of domestic wastewater: New Danish guidelines". *Ecological Engineering*, (25), 491-500. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.07.009>
- Bulc, T. G. 2006: "Long term performance of a constructed wetland for landfill leachate treatment". *Ecological Engineering*, 26 (4), 365-374. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.01.003>
- Butterwortha, E., Richards, A., Jones, M., Brix, H., Dotroa, G. & Jefferson, B. 2016: "Impact of aeration on macrophyte establishment in sub-surface constructed wetlands used for tertiary treatment of sewage". *Ecological Engineering*, (91), 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.017>
- EPA, 1993: *Subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment*. United States Environmental Protection Agency, Office of Water (USA).
- EPA, 1999: *Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*. National Risk Management, Research Laboratory, Office of Research and Development U.S., Ohio 45268 (USA), Environmental Protection Agency Cincinnati.
- García, J., Salas, J. J., Martín, I. & Vymazal, J. 2013: "Research and innovation on ecotechnologies applied to improve wastewater treatment efficiency". *Ecological Engineering*, (50), 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.09.003>
- Gorelova, S. V. & Frontasyeva, M. V. 2017: "The use of higher plants in biomonitoring and environmental bioremediation", in Ansari, A. A., Gill, S. S., Lanza, G. R. & Newman, L. (Eds.), *Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants*. Volume 5. Cham (Switzerland), Springer, 103-155. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-52381-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-52381-1_5)
- Hammer, D. A. (Ed.). 1989: *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: Municipal, Industrial and Agricultural*. Florida (USA), Lewis Publishers, CRC Press Company.
- Healy, M. G., Rodgers, M. & Mulqueen, J. 2007: "Treatment of dairy wastewater using constructed wetlands and Intermittent sand filters". *Bioresource Technology*, (98), 2268-2281. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.036>
- Lajo, M. e Luther, P. 2007: *Biopiscine – Progettazione ed Esecuzione. Tecniche e Normativa*. Napoli (Italia), Esse libri.

- Reed, S. C. & Brown, D.** 1995: "Subsurface Flow Wetlands – A performance evolution". *Water Environment Research*, 67 (2), 244-248. <https://doi.org/10.2175/106143095X131420>
- Reed, S. C., Middlebrooks, E. J. & Crites, R. W.** 1988: *Natural Systems for Waste Management and Treatment*. New York (USA), McGraw-Hill Book Co.
- Seghairi, N., Mimeche, L., Debabeche, M. et Hamzaoui, A.** 2014: "Elimination du Cuivre Present Dans les Eaux Usees Industrielles Sur un Filtre Planté de Tamarix". *Courrier du Savoir*, (15), 53-57.
- Vymazal, J.** 2010: "Constructed Wetlands for Wastewater Treatment Sciences". *Water*, (2), 530-549. <https://doi.org/10.3390/w2030530>
- Vymazal, J.** 2011: "Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow: a review". *Hydrobiologia*, 674 (1), 133-156. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0738-9>
- Vystavna, Y., Frkova, Z., Marchand, L., Vergeles, Y. & Stolberg, F.** 2017: "Removal efficiency of pharmaceuticals in a full scale constructed wetland in East Ukraine". *Ecological Engineering*, (108), 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.08.009>



## Mobilisation des eaux de surface: Commentaires généraux sur les barrages en Algérie dans le passé, le présent et le futur

*Surface water mobilization: General comments on dams in Algeria in the past, present and future*


### Ahmed Ouamane

Laboratory of Hydraulic Plannings and Environment  
Université de Biskra  
Biskra, Algeria  
a.ouamane@univ-biskra.dz

 ORCID: 0000-0001-9049-0864


### Ilyese Sekkour

Laboratory of Hydraulic Plannings and Environment  
Université de Biskra  
Biskra, Algeria  
sekkour.ilyese@univ-biskra.dz

 ORCID: 0000-0001-9225-8006

### Bassem Athmani

Laboratory of Hydraulic Plannings and Environment  
Université de Biskra  
Biskra, Algeria  
athmani.bassem@univ-biskra.dz

 ORCID: 0000-0003-4535-1528

### Información del artículo

**Recibido:** 01 marzo 2020

**Revisado:** 22 septiembre 2020

**Aceptado:** 29 marzo 2021

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.20.5298

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).  
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

### RÉSUMÉ

L'Algérie est dans une région à climat aride, ceci nécessite une gestion rationnelle de la ressource en eau. Selon l'état des connaissances actuelles, la mobilisation des eaux par le biais des barrages a commencé par des ouvrages de dérivation avant l'époque coloniale. Pendant cette période (1830–1962), on compte l'édification de seize barrages d'une capacité totale d'un milliard de m<sup>3</sup>. Après l'indépendance, des grands barrages ont été érigés pour atteindre une capacité d'environ neuf milliards de m<sup>3</sup> en 2020. La préservation de ces ouvrages est l'une des priorités actuelles et futur. Le phénomène d'envasement risque de compromettre le développement en matière de mobilisation des eaux. Actuellement, la capacité de stockage perdue par envasement est de 11 %. Pour y remédier, des études ont été réalisées à l'université de Biskra (Algérie) avec Hydrocoop-France, qui ont permis de définir de nouvelles techniques d'accroissement de la capacité de stockage.

**MOTS-CLÉS:** Algérie, Barrages, Aride et semi-aride, Envasement, Déversoir.

### ABSTRACT

Algeria is located in a region with an arid climate, which requires rational management of water resources. According to the current state of knowledge, the mobilisation of water through dams started with diversion works before the colonial period. During the colonial period (1830–1962), sixteen dams with a total capacity of one billion m<sup>3</sup> were built. It was only after independence that large dams were erected to reach a capacity of about nine billion m<sup>3</sup> in 2020. The preservation of these structures is one of the current and future priorities. The phenomenon of silting risks compromising development in terms of water mobilisation. Currently, the storage capacity lost through silting is 11 %. To remedy this phenomenon, studies have been carried out at the University of Biskra (Algeria) with Hydrocoop-France which have made it possible to define new techniques for increasing storage capacity.

**KEYWORDS:** Algeria, Dams, Arid and semi-arid, Siltation, Spillways.

## *Mobilización de las aguas de superficie: Comentarios generales sobre represas en Argelia en el pasado, presente y futuro*

### RESUMEN

Argelia se encuentra en una región de clima árido, que exige una gestión racional de los recursos hídricos. Según los conocimientos actuales, la movilización del agua con presas comenzó con las obras de desviación antes del periodo colonial. Durante este periodo (1830-1962) se construyeron dieciséis presas con una capacidad total de mil millones de m<sup>3</sup>. Después de la independencia, se construyeron grandes presas para alcanzar una capacidad de unos nueve mil millones m<sup>3</sup> en 2020. La conservación de estas estructuras es una de las prioridades actuales y futuras. El fenómeno del encenagamiento corre el riesgo de comprometer el desarrollo en términos de movilización del agua. Actualmente, la capacidad de almacenamiento que se pierde por sedimentación es del 11 %. Para remediarlo, se han realizado estudios en la Universidad de Biskra (Argelia) con Hydrocoop-Francia, que han permitido definir nuevas técnicas para aumentar la capacidad de almacenamiento.

---

**PALABRAS CLAVE:** Argelia, Presas, Árido y semiárido, Sedimentación, Vertedero.

---

## *Mobilizzazione delle acque di superficie: commenti generali sulle dighe in Algeria nel passato, presente e futuro*

### SOMMARIO

L'Algeria si trova in una regione dal clima arido, che richiede una gestione razionale delle risorse idriche. Secondo lo stato attuale delle conoscenze, la mobilitazione dell'acqua attraverso le dighe è iniziata con opere di deviazione prima del periodo coloniale. Durante il periodo coloniale (1830 - 1962), furono costruite sedici dighe con una capacità totale di un miliardo di m<sup>3</sup>. Solo dopo l'indipendenza sono state erette grandi dighe per raggiungere una capacità di circa nove miliardi di m<sup>3</sup> nel 2020. La conservazione di queste strutture è una delle priorità attuali e future. Il fenomeno dell'insabbiamento rischia di compromettere lo sviluppo in termini di mobilitazione dell'acqua. Attualmente, la capacità di stoccaggio persa a causa dell'insabbiamento è dell'11 %. Per rimediare a questo fenomeno, sono stati condotti studi all'Università di Biskra (Algeria) con Hydrocoop-France che hanno permesso di definire nuove tecniche per aumentare la capacità di stoccaggio.

---

**PAROLE CHIAVE:** Algeria, Dighe, Arido e semi-arido, Insabbiamento, Stramazzo.

---

## *Mobilização de Águas Superficiais: Comentários Gerais sobre Barragens na Argélia no Passado, Presente e Futuro*

### RESUMO

A Argélia está situada numa região de clima árido, o que requer uma gestão racional dos recursos hídricos. De acordo com o estado actual dos conhecimentos, a mobilização da água através de barragens começou com obras de desvio antes do período colonial. Durante este tempo (1830-1962), foram construídas dezasseis barragens com uma capacidade total de um bilião de m<sup>3</sup>. Após a independência grandes barragens foram erguidas para atingir uma capacidade de cerca de nove mil milhões de m<sup>3</sup> em 2020. A preservação destas estruturas é uma das prioridades actuais e futuras. O fenómeno do assoreamento corre o risco de comprometer o desenvolvimento em termos de mobilização de água. Actualmente, a capacidade de armazenamento perdida através do assoreamento é de 11 %. Para remediar, foram realizados estudos na Universidade de Biskra (Argélia) com Hydrocoop-France que permitiram definir novas técnicas para aumentar a capacidade de armazenamento.

---

**PALAVRAS-CHAVE:** Argélia, Barragens, Áridos e semi-áridos, Assoreamento, Vertedouro.

---

## Introduction

La construction des barrages à travers les cours d'eau, dans le but de réguler l'écoulement ou de stocker de l'eau est l'une des activités les plus anciennes de l'humanité.

Depuis toujours, l'homme cherche à emmagasiner l'eau dans des buts multiples selon ses besoins domestiques, agricoles énergétiques ou industriels. D'après la littérature, les premiers barrages de stockage d'eau ont été érigés dans des régions à climat aride et semi-aride, essentiellement au Moyen Orient (Iraq, Égypte, Yémen, etc.).

L'Algérie qui se situe dans l'extrême nord de l'Afrique, correspond au pays le plus étendu du continent, mais aussi du pourtour méditerranéen, sa superficie est de 2,38 millions km<sup>2</sup>, plus de 87,5 % de celle-ci se situe dans une région désertique. Ce pays représente le cas type d'une région aride à semi-aride. Ainsi, depuis des millénaires, les habitants de ce pays tentent de mobiliser les eaux de surface et souterraine par des différents moyens pour subvenir à leurs besoins en eau.

Le système millénaire des foggaras constitué essentiellement par des galeries souterraines, les Ceds où petits barrages de dérivation, les puits artésiens ou non et les Ghouts qui sont des cuvettes de surcreusement pour l'exploitation racinaire des nappes phréatiques dunaires constituent les principaux ouvrages de mobilisation depuis des millénaires<sup>1</sup>.

La mobilisation des eaux en Algérie peut être scindée en trois périodes: précoloniale (avant 1830), Coloniale (1830-1962) et après l'indépendance du pays du colonialisme Français (1962-2019).

Avant l'époque coloniale (avant 1830), la construction des barrages a concerné le stockage temporaire tel que le barrage Turc dans la région du Sig<sup>2</sup> à l'Ouest de l'Algérie et le barrage Bou-Melek<sup>3</sup> dans la région de Skikda à l'Est et les épandages de crues, fréquents dans les régions steppiques et le sud de l'Atlas Saharien: la technique consiste à dériver les eaux d'un oued au moyen d'un barrage en terre et en branchages ou en pierres et à répartir l'eau le plus loin possible par un dispositif de séguias.

À partir de la quatrième décennie du dix-neuvième siècle des barrages de petite et moyenne capacité ont commencé à être édifiés. À l'indépendance (1962), l'Algérie compte une quinzaine de barrages d'une capacité totale qui s'approche d'un milliard de m<sup>3</sup>. Alors,

qu'aujourd'hui, le nombre de barrages est de 81 barrages de capacité d'environ neuf milliards de m<sup>3</sup>. La problématique qui se pose comment peut-on conserver ces ouvrages qui sont exposés d'une part à un envasement rapide et par conséquent une perte de la capacité de stockage et d'autre part à une rareté des ressources?

Cette étude donne un état général sur la ressource en eau de surface en Algérie et l'évolution du parc des barrages dans le passé, le présent et le futur et essaye de cerner les problèmes qui affectent les barrages en Algérie.

## État des connaissances sur le potentiel en eaux de surface en Algérie

Le territoire Algérien se subdivise en trois régions géographiques, séparées par les chaînes montagneuses de l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien (Figure 1).

1. Le Tell: constitué par les plaines littorales et les chaînes côtières situées dans le Nord du pays et le long du littoral méditerranéen qui s'étend sur environ 1600 km, large de 80 à 190 km. Cette région est formée de petites chaînes de montagnes qui constituent la partie la plus septentrionale de l'Atlas tellien. Les montagnes sont séparées par des vallées, riches par leur flore et leur faune, arrosées par des cours d'eau dont les principaux sont la Tafna, le Chellif, la Soummam, le Rhumel, le Kebir et le Seybouse. La pluviométrie moyenne annuelle varie de l'Ouest à l'Est de 300 à 1600 mm<sup>4</sup>.

Figure 1. Carte géographique de l'Algérie (01-Le Tell, 02-Les hauts Plateaux, 03-Le Sahara)



4. Conseil National Économique et Social (ci-après CNES), 2000.

1. Potin, 2012.

2. Encyclopédie de l'AFN, 2008.

3. Leynadier & Clausel, 1848, 291.

2. Les hauts Plateaux: entre le Tell et le Sahara, s'élèvent les deux chaînes montagneuses, l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien, qui sont parallèles entre eux et orientés Sud-Ouest/Nord-Est, se rapprochant à leur extrémité est, entre lesquels s'étendent des plaines et hauts plateaux. Cette région est caractérisée par un climat semi-aride. La pluviométrie moyenne annuelle varie de l'Ouest à l'Est de 300 à 450 mm.

3. Le Sahara: la partie saharienne représente plus de 87,5 % de la superficie de l'Algérie (environ deux millions de kilomètres carrés); les principales formes de relief sont les regs (étendues pierreuses) et les ergs (dunes), avec au sud le massif du Hoggar et le plateau du Tassili. L'aridité ne laisse la place qu'à quelques Oasis. La pluviométrie moyenne annuelle varie de l'Ouest à l'Est de 120 à 10 mm.

De point de vue hydrographique, le territoire Algérien est subdivisé en cinq régions. Ce découpage est basé sur les complémentarités de l'eau soient posées à l'échelle de territoires physiques au sein desquels la relation ressources/besoins est établie. À leur tour, ces cinq régions sont fractionnées en dix-sept bassins hydrographiques (Figure 2):

- Les bassins tributaires de Méditerranée, ceux qui alimentent les cours d'eau qui se jettent dans Méditerranée (02, 03, 04, 09, 10, 11, 14, 15, 16).

- Les bassins dits endoréiques et les bassins des hautes plaines (01, 05, 07, 08, 12, 17).
- Les bassins sahariens (06, 13).

Du fait que l'Algérie se situe dans une zone aride à semi-aride, le régime hydrologique se caractérise par:

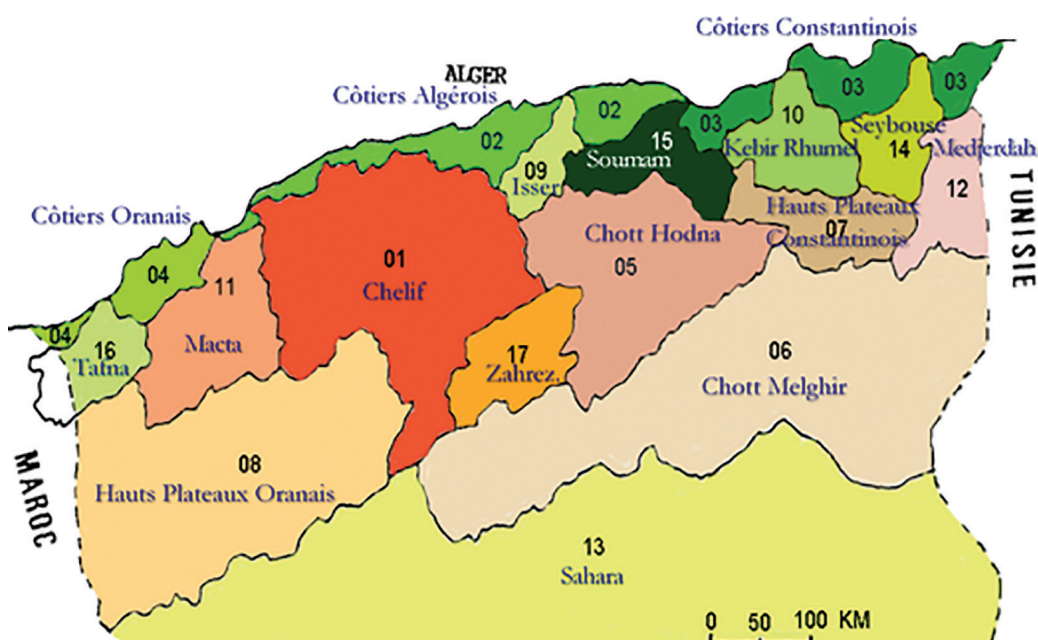
- une irrégularité extrême des apports.
- des crues rapides et violentes.
- un transport solide important.

Les apports en eau sont irréguliers dans l'année avec des étiages souvent nuls et des crues violentes de courtes périodes, causant une érosion à l'amont et des inondations à l'aval<sup>5</sup>.

Les potentialités en eau du pays sont estimées à vingt milliards de m<sup>3</sup>/an, dont 75 % seulement sont renouvelables (60 % pour les eaux de surface et 15 % pour les eaux souterraines). Les ressources non renouvelables concernent les nappes du Sahara septentrional qui seraient exploitées comme un gisement et qui se traduisent donc par un abattement continu du niveau de ces nappes.

Les ressources en eau de surface dépendent du climat qui est dans le cas de l'Algérie aride à semi-aride. Elles sont donc peu abondantes et correspondent globalement à 12,45 milliards de m<sup>3</sup>/an pour les eaux de surface et 8,0 milliards de m<sup>3</sup>/ans d'eaux souterraines (Tableau 1)<sup>6</sup>.

Figure 2. Carte des bassins hydrographiques de l'Algérie



<sup>5</sup>. Ouamane, 2009.

<sup>6</sup>. CNES, 2000.

Tableau 1. Répartition spatiale des eaux de surface

Bassin hydrographique	Oranie Chott Chergui	Chélif Zahrez	Algérois Soumam Hodna	Constantinois Seybouse Mellègue	Sud	Total
Ressources pot. (Hm <sup>3</sup> /an)	1.025	1.840	4.380	4.500	700	12,45
Pourcentage (%)	8,7	15,7	37,3	38,3	0,56	100,0

## Historique de la mobilisation des eaux en Algérie

L'homme a toujours essayé d'approprier l'eau en la retenant, la dérivant, ou s'en protéger pour son plus grand intérêt. Cette activité a commencé avant même la naissance des civilisations, à des périodes très reculées, dans des zones très éloignées les unes des autres, avec ou sans transfert de connaissances entre les différentes concentrations humaines.

L'histoire nous apprend que le climat en Algérie n'était pas clément, il se caractérise par une rareté des eaux surtout dans la région saharienne et une abondance dans les hauts plateaux et la bande côtière. Cette disparité a incité l'homme de cette région à développer

des techniques qui permettent de domestiquer et gérer d'une manière rationnelle la ressource en eau.

L'archéologie atteste des travaux et d'ouvrages hydrauliques importants tels que les aqueducs, les retenues et les petits barrages qui datent de l'époque romano-numide (Figure 3). Ceux-ci étaient principalement destinés à l'alimentation en eau potable des villes, aux thermes et à l'irrigation des vergers et des jardins périphériques des zones urbaines. Les romanos-numides pratiquaient aussi l'épandage des crues dans les zones intérieures comme en témoignent les restes de barrages de dérivation, d'impluvium collecteurs et de seguias dans les zones de Chemora, sur l'oued Djellal, et Chechar, sur l'oued Mellagou<sup>7</sup>.

Figure 3. Ouvrage de dérivation en rivière



<sup>7</sup> Potin, 2012.

L'hydraulique arabo-musulmane allait compléter l'héritage de l'hydraulique romano-numide en lui apportant sa science et son art spécifique en la matière à travers l'expansion géopolitique de l'Islam au Moyen-Orient et en Asie. L'hydraulique arabo-andalouse fut ainsi un point focal d'accumulation et de valorisation des techniques de mobilisation des eaux<sup>8</sup>. À l'époque Ottoman plusieurs petits barrages ont été construits à travers les trois beyliks qui constituent l'Algérie de l'époque, on peut citer le barrage de Sig dans le Beylik de l'Ouest.

## Les barrages construits pendant l'ère coloniale (1830-1962)

L'implantation d'une population Européenne en Algérie était le premier objectif pour le gouvernement Français lors de la colonisation de l'Algérie. Les premiers colons, à qui l'on a promis l'Eldorado étaient si nombreux à repartir qu'il fallut faire appel aux grands investisseurs capitalistes. L'administration se lança dans la construction d'infrastructures hydrauliques pour rendre la vie des colons plus facile<sup>9</sup>.

Environ 230 villages étaient créés en Algérie en 1870, permettant d'implanter quelque 210.000 immigrants européens sur 70.000 ha. Mais il fallait leur assurer entre 100 et 150 litres d'eau par jour et par habitant. La période de 1870 à 1900 a vu la deuxième vague de peuplement, et la plus importante car près de 700.000 ha sont ajoutées à la colonie, permettant d'installer 365.000 immigrants nouveaux. La concentration de la population européenne, vivant aux deux tiers dans des petites villes autour des garnisons, tenait en grande partie à des soucis de sécurité<sup>10</sup>.

La mainmise coloniale progressive sur les terres des Algériens s'est faite par la force des armes et par l'expropriation administrative de leurs terres, sous les coups de lois visant la déstructuration de l'ordre économique traditionnel<sup>11</sup>. La restructuration de l'économie agraire selon le modèle capitaliste, que les Algériens ne connaissaient pas, a permis aux colons de s'approprier des biens fonciers en usant de leur citoyenneté française face aux Algériens<sup>12</sup>.

Cette restructuration de l'économie agraire qui se base sur l'agriculture des périmètres irrigués à gran-

de échelle ne peut être rentable qu'en mobilisant de grandes quantités d'eau. À cet effet, des procédures juridiques ont été établies pour assurer les contrôles des ressources en eau, puis de fournir de l'eau pour l'irrigation et l'eau potable pour les nouveaux villages coloniaux<sup>13</sup> sans tenir compte des besoins en eau de la population indigène. Et enfin d'établir une politique des grands ouvrages de mobilisation des eaux.

Autrement dit, les premières tentatives de mobilisation de l'eau pendant la période coloniale datent de la mise en place des villages de colonisation en Algérie, dans un souci de créer les conditions d'une colonisation de peuplement.

Les premières tentatives de réalisation de grandes retenues sur les cours d'eau se sont soldées par plusieurs échecs et ce pour deux raisons: une connaissance encore insuffisante du régime d'écoulement si particulier des oueds Algériens, et une mauvaise maîtrise des techniques de construction des barrages<sup>14</sup>.

Le premier barrage construit à cette époque coloniale est celui de Saint-Denis du Sig en 1846 sur l'oued Mekkera qui a été construit dans le but d'assurer l'irrigation du périmètre de la plaine du Sig, suivi du barrage Meurad construit en 1859 qui est aussi destiné à l'irrigation. Cependant, le barrage Saint-Lucien Tlelat avait un but multiple, l'alimentation en eau potable du village colonial Sainte-Barbe-du-Tlelat et l'irrigation d'un périmètre couvrant 350 ha<sup>15</sup>.

Plus de neuf barrages de faible capacité de stockage ont été construits durant la période 1846-1910 dont plusieurs ont connu des problèmes de rupture en raison des conditions hydrologiques qui n'étaient pas bien connues et des techniques de réalisation qui n'étaient pas encore maîtrisées<sup>16</sup>. La capacité totale de ces barrages avoisine les 40 Millions de m<sup>3</sup> en 1910. La quasi-totalité de ces barrages est destinée à l'alimentation en eau potable des centres urbains coloniaux et à l'irrigation des terres agricoles des colons. Actuellement, seul le barrage Hamiz (Figure 4) qui date de cette époque (1846-1910) est encore en exploitation.

La période 1845-1910 soit 65 ans environ, a permis aux ingénieurs des barrages d'acquérir une expérience dans le domaine de construction des barrages et d'avoir plus d'informations sur les écoulements et les crues dans les oueds et de mieux connaître la topographie du terrain Algérien.

<sup>8</sup>. Potin, 2012.

<sup>9</sup>. Dris, 2005.

<sup>10</sup>. Dris, 2005.

<sup>11</sup>. Koudri, 2014.

<sup>12</sup>. Dris, 2005.

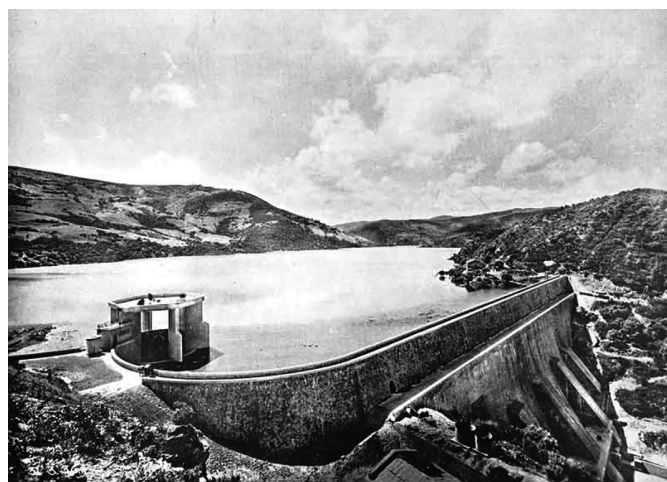
<sup>13</sup>. Koudri, 2014.

<sup>14</sup>. Pérennes, 1990.

<sup>15</sup>. Encyclopédie de l'AFN. 2005.

<sup>16</sup>. CNES, 2000.

Figure 4. Barrage Hamiz (W. Boumerdes) construit en 1879



LE BARRAGE DU HAMIZ  
La digue. Le vannage de tête du déversoir en puits.

Source: Encyclopédie de l'AFN, 2013.

Sur la base des connaissances acquises des points de vue hydrologiques, topographiques, géologiques et de retour d'expérience dans la construction des barrages, treize barrages de grande et moyenne capacité ont été construits à partir de l'année 1932. On peut citer les barrages Oued Fodda (225 millions m<sup>3</sup>), Ghrib (280 millions m<sup>3</sup>), Ighil-Emda (100 millions m<sup>3</sup>) et le barrage Erraguene (220 millions m<sup>3</sup>).

Le Barrage mixte de Bakhadda qui se situe dans le département de Tiaret faisait partie du programme dit «le programme de 1920» avec les barrages des Beni-Bahdel, de Bou-Hanifia, de l'Oued-Fodda, du Ghrib, du Ksob, des Zardézas et de Fom-el-Gherza qui formaient un ensemble remarquable, qui a augmenté d'une manière significative le potentiel économique de l'Algérie coloniale grâce à la législation spéciale sur l'exploitation en vue de l'irrigation<sup>17</sup>.

Il convient de noter qu'en 1962 les seize barrages réalisés pendant la période coloniale 1830-1962 totalisent une capacité de stockage de l'ordre d'un milliard m<sup>3</sup>, dont 20 % perdues par envasement, soit environ 200 millions de m<sup>3</sup>.

## Les barrages construits après l'indépendance (1962-2019)

À l'indépendance la population Algérienne comptée dix millions d'habitants dont la majorité n'a pas d'accès à l'eau potable. Par conséquent, l'État Algérien s'est re-

trouvée à confronter à des besoins en eau excessifs, les infrastructures hydrauliques pour l'alimentation en eau potable ne couvrent que les régions qui étaient occupées par les colons, tandis que la plupart des quartiers et villages des Algériens sont desservis par des fontaines publics ou des *seguias*, les réseaux d'assainissement sont absents et dans les meilleurs des cas on ne trouve que des fosses septiques comme rejets des eaux usées. Les infrastructures hydrauliques installées pour l'irrigation sont dans la plupart des cas concentrés dans les régions d'exploitation des terres des colons. Ceci a fait que des régions entières n'ont pas un accès suffisant à la ressource en eau.

De plus, au lendemain de l'indépendance, l'économie algérienne a connu une énorme désorganisation. Cette dernière, résultait essentiellement du départ massif des Européens d'Algérie qui tenaient l'essentiel de l'encadrement administratif, économique et technique du pays. L'Algérie hérita ainsi une base d'infrastructures hydrauliques faiblement encadrée par des techniciens et gestionnaires.

Avec l'émergence d'«espaces nations», le nouvel état, à travers des instances centralisées a pris en charge la gestion de la ressource en construisant toute une série de grands aménagements pour mobiliser, transférer et allouer la ressource en eau en fonction des choix stratégiques multiples et raisonnés sur des équilibres nationaux.

Dans un premier temps, et pour éviter une rupture qui conduit à une désorganisation dans le secteur de l'eau, pendant les premières années de l'indépendance, la politique de l'eau a été une sorte de continuité de ce qui avait prévalu avant l'indépendance, ainsi, seuls deux barrages ont été construits pendant les huit premières années, le barrage Cheffia (172 millions) en 1965 et le barrage Djorf-Torba (350 millions de m<sup>3</sup>) en 1969.

À partir de l'année 1970, de nouveaux objectifs ont été définis par les pouvoirs publics. Ces objectifs sont contenus dans les différents plans de développement depuis le premier plan quadriennal 1970-1973 jusqu'au plan quinquennal 2015-2019.

Lors des trois premiers plans quinquennaux (1970-1984) qui sont marqués par la restructuration du secteur agricole, cinq barrages de capacité globale 512 millions de m<sup>3</sup> ont été construits dont l'objectif, d'accroître la superficie des terres irriguées.

Le stress hydrique enregistré au début des années quatre-vingt-dix a accéléré l'édification d'un grand nom-

<sup>17</sup>. Popodoran, 2013.

bre de barrage, c'est ainsi que pendant les trois plans quinquennaux (1985-1989, 1990-1994 et 1995-1999), vingt-trois barrages ont été érigés avec une capacité totale de 2,86 milliards de m<sup>3</sup>.

Une redéfinition de la politique de l'eau en Algérie est survenue après l'année hydrologique 2001-2002 où le potentiel stratégique des réserves en eau a atteint son niveau le plus faible. Pour pallier cette situation, la politique algérienne de gestion des ressources en eau a été depuis axée sur:

- l'intensification de la mobilisation et le transfert des eaux d'une région à une autre pour combler le déficit en eau dans certaines régions.
- le recours à de nouvelles ressources non conventionnelles.
- la recherche d'une meilleure utilisation des ressources en eau.

Étant donné que cet article est réservé à la mobilisation des eaux de surface par le biais des barrages, on ne s'intéresse qu'à cet aspect de développement des ressources en eau.

Dans ce sens, des grands projets de construction de barrages et des travaux de transfert ont été lancés à partir du plan quinquennal 2000-2004 jusqu'au plan 2015-2019. Pendant cette période (2000-2019), trente barrages d'une capacité totale de 4.14 milliards de m<sup>3</sup> ont été construits (Figure 5).

Depuis 1962, plus de 60 barrages de capacité supérieure à 10 millions de m<sup>3</sup> ont été réalisés, ceci a fait passer la capacité de stockage d'un milliard de m<sup>3</sup> en 1962 à plus de neuf milliards m<sup>3</sup> en 2019, soit neuf fois la capacité disponible en 1962.

Le Graphique 1, obtenue des statistiques sur les barrages en Algérie montre qu'avant 1932, la capacité de stockage totale n'était que d'environ 34 millions de m<sup>3</sup>. Ce n'est qu'en l'année 1962 que cette dernière a atteint un milliard deux cents mille m<sup>3</sup> avec 200 millions de m<sup>3</sup> de vase, soit une capacité réelle d'un milliard de m<sup>3</sup>. Cependant, quelques années après l'indépendance, le rythme de construction des barrages a augmenté et a atteint son maximum pendant la période 1984-1988 (4,08 milliards de m<sup>3</sup>). Le Tableau 2, montre l'accroissement de la capacité de stockage pour les périodes entre 1830 et 2019. On peut remarquer à partir de Graphique 1 et du Tableau 2, que la période (1984-2019) a connu une intensification de construction des barrages et par conséquent un remarquable saut de la capacité de stockage. Cette dernière est passée de 1,07 milliards de m<sup>3</sup> à 9,04 milliards de m<sup>3</sup>.

Il est constaté du Graphique 2 que la capacité totale initiale (à la mise en eau des retenues) qui est de l'ordre de 9,0 milliards de m<sup>3</sup> a été réduite à 8,03 milliards de m<sup>3</sup>. Cette réduction de la capacité de stockage d'environ un milliard de m<sup>3</sup> correspond au volume perdu par l'accumulation de la vase dans les retenues des barrages pendant la période d'exploitation. Cette perte représente un taux de 11,2 % de la capacité initiale.

Figure 5. Barrage Kramis construit en 2005





Graphique 1. Évolution du nombre de barrages et de la capacité de stockage pour période 1830-2019

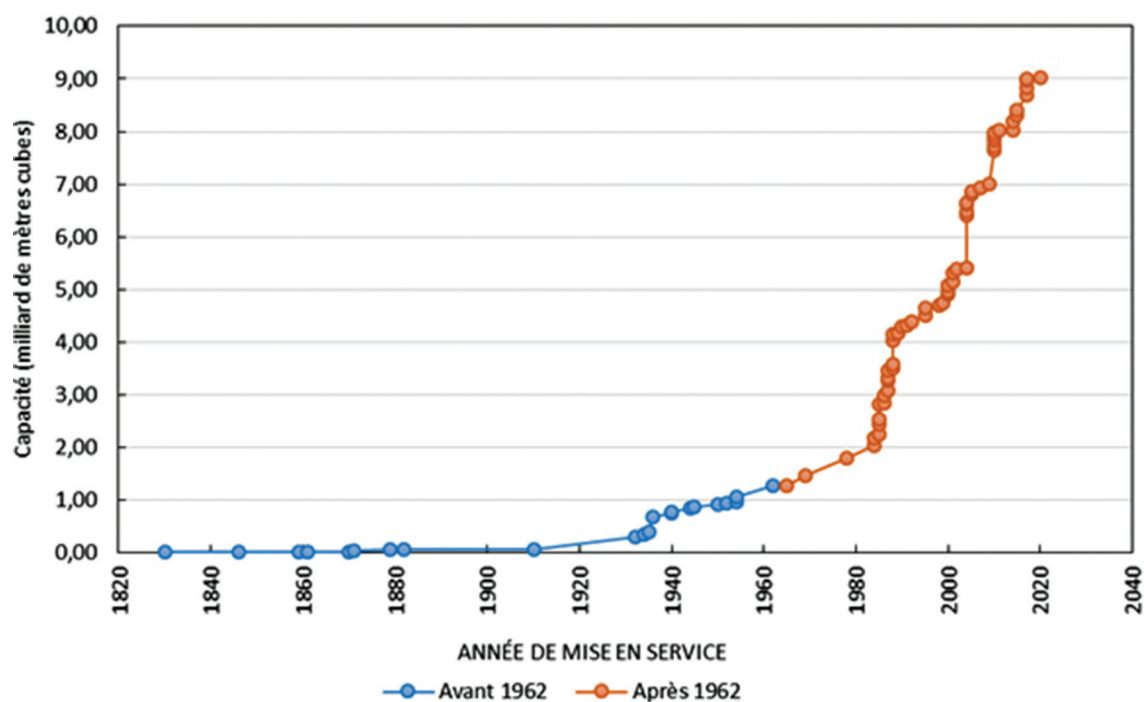
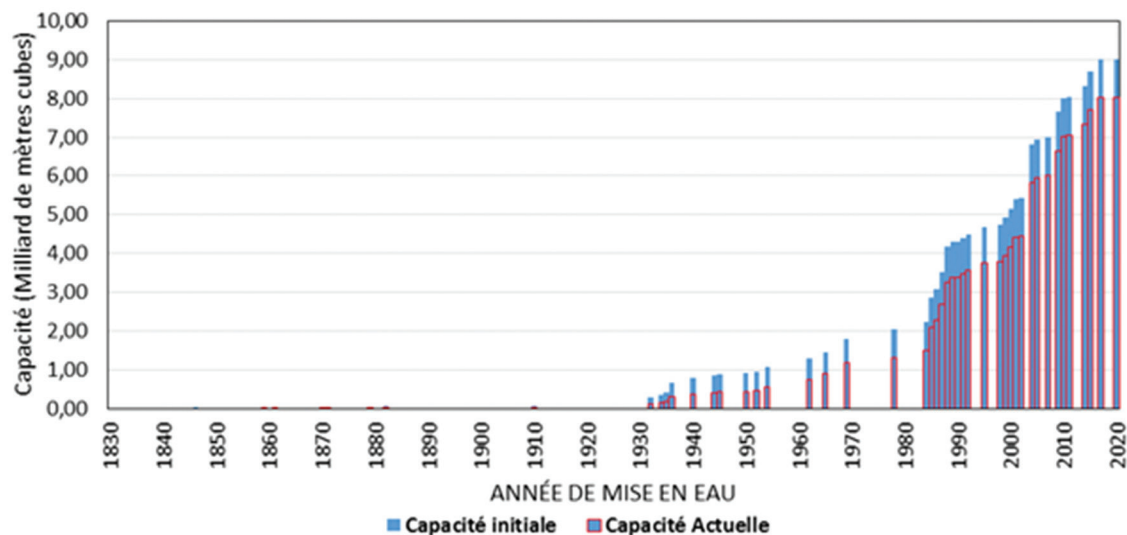


Tableau 2. Accroissement moyen annuel de la capacité de stockage (Millions de m<sup>3</sup>)

Période	1830-1932	1933-1962	1963-1969	1970-1984	1985-1988	1989-2002	2003-2019
Nbre d'années	102	30	7	15	4	14	17
Volume moyen annuel (millions de m <sup>3</sup> )	2,54	33,00	74,57	34,1	525,75	89,68	214,0

Graphique 2. Évolution de la capacité de stockage initiale et actuelle pour période 1930 - 2019



Indépendamment du changement climatique, l'envasement des retenues des barrages reste le souci majeur pour leur conservation. Ce phénomène est bien sûr pris en compte lors de la conception du barrage. Une tranche dite morte qui vient en plus de la capacité utile nécessaire à la régularisation interannuelle est prévue pour 30 à 50 ans d'exploitation. Il n'en demeure pas moins qu'à long terme se pose le problème de conservation des retenues de stockage de la ressource en eau.

La population à l'indépendance était de 10 millions pour une mobilisation de la ressource en eau de surface d'un milliard de m<sup>3</sup>, tandis qu'en 2020, elle est de l'ordre de 44 millions d'habitants contre une mobilisation des eaux de surface de neuf milliards de m<sup>3</sup>. Cette comparaison fait apparaître l'effort déployé par le gouvernement Algérien pour combler le déficit en eau enregistré ces dernières années et d'améliorer le mode de vie des citoyens.

## Tendances futures

La politique nationale en matière de développement des infrastructures hydrauliques décidée pour les années à venir, vise à accroître la mobilisation et le transfert de la ressource en eau sous ses formes conventionnelles et non conventionnelles. Ceci dans l'objectif de satisfaire la forte demande en eau des différents secteurs et éviter un stress hydrique.

Cette nouvelle politique de l'eau est basée sur des principes nouveaux, d'unicité de la ressource, de gestion intégrée à l'échelle du bassin hydrographique et de gestion concertée, économique et environnementale.

Les grands objectifs de cette politique peuvent se résumer comme suit:

- Protection des ressources existantes: prise en charge de l'assainissement, réhabilitation des stations d'épuration, la réalisation des systèmes d'épuration, le lagunage.
- Développement des outils de planification et de gestion dynamique à travers le Plan National de l'eau.
- Utilisation des ressources non conventionnelles, par l'utilisation des eaux usées après épuration pour l'agriculture et l'industrie, le dessalement des eaux saumâtres et de l'eau de mer.

En outre, il est à signaler que du fait de la pérennité de l'eau de mer, et de sa disponibilité à proximité des grandes villes et centres industriels, cette option reste

incontournable pour le moyen et long terme, notamment pour la région Ouest du pays, touchée sévèrement par le phénomène de sécheresse.

- Réformes institutionnelles juridiques et organisationnelles en prenant compte des différents axes constitutifs du secteur des ressources en eau à savoir: la connaissance de la ressource, la mobilisation, la distribution de l'eau potable et industrielle, la distribution de l'eau d'irrigation, l'assainissement et le recyclage des eaux usées, la gestion intégrée à l'échelle du Bassin Hydrographique.
- Mobilisation du maximum de ressources possible et protection des infrastructures hydrauliques;

Pour assurer une mobilisation maximale des ressources en eau superficielles, l'Algérie compte atteindre un total de 120 grands barrages pour aboutir d'ici 2030 à mobiliser un volume d'eau estimé à 12,5 milliards de m<sup>3</sup>. Actuellement, le nombre s'élève à 81 barrages de capacité totale de plus de neuf milliards de m<sup>3</sup> dont 11 % de ce volume est perdue par envasement<sup>18</sup>.

La problématique d'envasement des barrages en Algérie représente l'inconvénient principal pour l'exploitation et la conservation de ces ouvrages. De plus, 50 % des barrages ont dépassé la durée de vie qui varie de 30 à 50 ans. Ainsi, il est temps de chercher des solutions faisables qui atténueront le phénomène d'envasement pour conserver la capacité de stockage des retenues des barrages en exploitation.

## Solutions possibles pour la conservation des barrages

Les barrages réservoirs sont conçus pour stocker un volume d'eau limité tout en assurant le passage des crues extrêmes prévues. Cependant, l'expérience acquise dans le domaine de la gestion des barrages a montré d'une part que la plupart des barrages ont été affectés par un envasement précoce de leurs retenues et d'autre part, l'effet du changement climatique a engendré des crues importantes que celles prévues, ceci a affecté la capacité des évacuateurs de crues d'un grand nombre de barrages qui est devenue insuffisante. Ces deux problèmes engendrent simultanément une réduction de la capacité de stockage et condamnent la sécurité du barrage.

<sup>18</sup>. Agence Nationale des Barrages et Transfert (ANBT), 2019.

Il est possible de trouver des alternatives qui permettent de compenser la capacité de stockage perdue et d'augmenter le degré de sécurité des barrages existants.

L'une des solutions possibles correspond au réaménagement de l'évacuateur de crues en faisant surélever le seuil du déversoir pour augmenter la capacité de stockage et allonger la longueur de sa crête pour augmenter la capacité d'évacuation des crues tout en maintenant le même niveau maximum de la retenue.

Des études théoriques et essais sur modèles réduits ont été engagés à l'université de Biskra en collaboration avec Hydrocoop-France depuis vingt ans pour définir de nouveaux types de déversoir qui permettent la surélévation du seuil de l'évacuateur de crues afin d'atténuer l'effet de l'envasement sur la capacité des retenues des barrages et par conséquent, allonger leur durée de vie, tout en assurant le passage des crues dans des bonnes conditions de sécurité. Ainsi, trois types de déversoirs ont été développés:

1. Déversoir en touches de piano (PK-weir):

Le déversoir en touches de piano ou PK-Weir (Figure 6) développé en 2003 par A. Ouamane et F. Lempérière peut être utilisé pour les nouveaux barrages ou pour les barrages existants qui nécessitent une augmentation de la capacité du déversoir et/ou la capacité de stockage de la retenue. Il peut être placé sur des sections réduites de barrages poids existants ou nouveaux, permet

l'évacuation des débits spécifiques jusqu'à 100 m<sup>3</sup>/s/m et multiplie au moins par trois le débit d'un déversoir Creager.

Ce nouveau type de déversoir (PK-Weir) multiplie le débit d'un déversoir Creager par 3,5 ou 4 pour  $h^* = 0,3 H$  et par deux pour  $h^* = H$ . Le gain en profondeur de réservoir (ou en hauteur du barrage) est proche de 0,5 H et le gain de débit spécifique est proche de 2 H<sup>1,5</sup>.  $h^*$  désigne la charge totale sur le PK-Weir et H la hauteur maximale des murs latéraux<sup>19</sup>. Le débit spécifique du PK-Weir (Type A) peut être estimé par la relation suivante:

$$q = 4h^{\wedge}\sqrt{H}$$

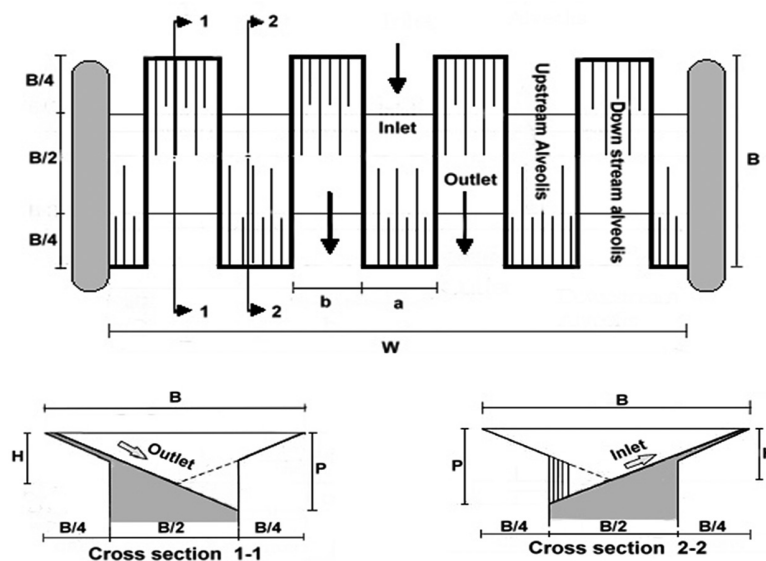
- Accroissement de la capacité des retenues des barrages:

Si la profondeur de la nappe pour la crue de conception est h, il sera possible d'augmenter le niveau d'exploitation de 0,6 H en baissant le seuil de 0.9 H et plaçant le PK-Weir dont la hauteur P sera 1,5 H.

L'augmentation du niveau d'exploitation d'un mètre exigera par mètre de longueur de déversoir 2 à 3 m<sup>3</sup> de béton armé et 1,5 à 2 m<sup>3</sup> de béton ordinaire pour la plupart des déversoirs.

Le rapport entre la surface de la retenue S (en m<sup>2</sup>) et la longueur de déversoir L (en m) varie souvent entre 10.000 et 20.000. L'utilisation de 2m<sup>3</sup> de béton permet de récupérer 10.000 à 20.000 m<sup>3</sup> de stockage d'eau.

Figure 6. Déversoir en Touches de Piano (PK-weir)



Source: Lempérière & Ouamane., 2003.

<sup>19</sup>. Lempérière et Ouamane, 2003.

- Accroissement de la capacité des évacuateurs de crues:

Il est souvent demandé d'augmenter la capacité d'évacuation d'un évacuateur de crues à écoulement libre de 1,5 ou 2. Le PK-Weir peut être une solution avantageuse. Par exemple si la charge de conception est  $H$ , baissant le seuil d'une hauteur égale à  $H$  et plaçant un PK-Weir pour maintenir le même niveau d'exploitation ceci augmentera le débit d'environ 70 %, exigeant ainsi pour chaque  $m^3/s$  de débit supplémentaire un volume de béton armé de  $0.5m^3$  et  $0.35 m^3$ .

- Augmentation du stockage et de la sécurité:

Pour augmenter à la fois la capacité d'évacuation du déversoir et la capacité de stockage de la retenue. Il est possible d'adopter la solution du PK-Weir pour augmenter le stockage de 30 % de la profondeur de la nappe actuelle et augmenter la capacité d'évacuation de 50 %.

2. Le déversoir en blocs fusibles:

Les blocs fusibles sont de simples blocs massifs en béton placés les uns à côté des autres sur le seuil d'un déversoir (Figure 7). Ils sont simplement posés et restent stables jusqu'à ce que l'eau de la retenue atteigne un certain niveau et ils basculent lorsque ce niveau est dépassé. Ils représentent un moyen économique

pour l'accroissement de la capacité des retenues des barrages<sup>20</sup>.

Pour s'assurer que l'ampleur de la pression de soulèvement à chaque bloc se développe comme prévu, une zone creuse est prévue sous chaque bloc qui est largement ouvert sur le côté amont et complètement fermé et étanche sur le côté aval. Les blocs sont placés sur le même seuil et peuvent avoir la même hauteur  $P$ , mais de largeur différente  $E$ , afin qu'ils basculent à différents niveaux d'eau dans la mesure nécessaire selon augmentation de débit des crues.

Une formule simplifiée pour une conception préliminaire avant l'essai de modèle peut être utilisée pour un bloc fusible conçu comme dans la figure 3 où  $ht$  est la charge de l'eau correspondant au basculement:  $ht = E - 0,4 P$ .

Pour une profondeur de nappe amont  $ht$  égale à la hauteur du bloc  $P$ , la largeur du bloc  $E$  est donc d'environ  $1,4 P$  et le débit après basculement sera  $x 2.15 x 2h \sqrt{2h} = 6,1 h \sqrt{h}$  soit environ trois fois le débit avant le basculement. Une telle conception apparaît comme une utilisation plutôt logique des blocs fusibles lorsqu'elle est utilisée sans association avec d'autres dispositifs parce qu'elle correspond à un premier basculement pas avant la crue qui atteint le tiers de la crue extrême, à savoir, dans les cas habituels, pas avant la crue de probabilité 1/100 qui peut être considéré comme acceptable par la plupart des propriétaires (Figure 8)<sup>21</sup>.

Figure 7. Déversoir en blocs fusibles construit au Burkina Faso

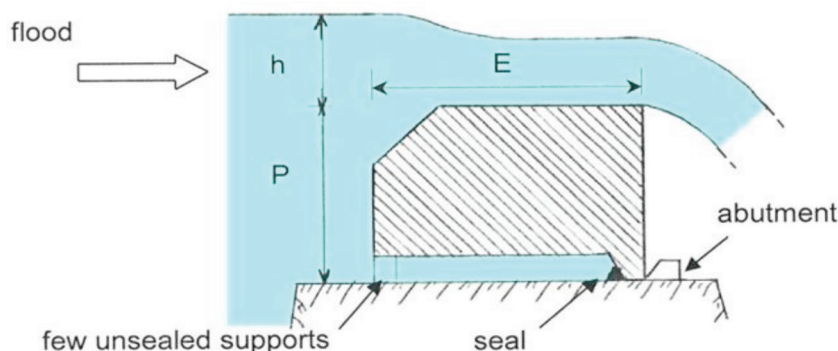


Source: Lempérière, Vigny & Ouamane, 2015.

<sup>20</sup>. Lempérière, Vigny & Ouamane, 2015.

<sup>21</sup>. Ouamane et Lempérière, 2006.

Figure 8. Blocs fusibles en béton submerge par la crue



Source: Lempérière, Vigny & Ouamane, 2015.

Accroître la hauteur du bloc au-dessus de cette limite serait évidemment d'augmenter le débit après le basculement (par exemple une hauteur de bloc  $P = 3ht$  permettrait le passage d'un débit après basculement de tous les blocs de huit fois le débit avant le premier basculement), mais il semble que dans la plupart des cas il n'y a pas l'utilité de le faire: si la crue extrême est d'environ trois fois la crue de probabilité 1/100 et si les blocs sont conçus pour évacuer la crue de probabilité 1/100 avant le premier basculement, alors il n'y a aucun besoin d'évacuer plus que trois fois le débit évacué avant le premier basculement.

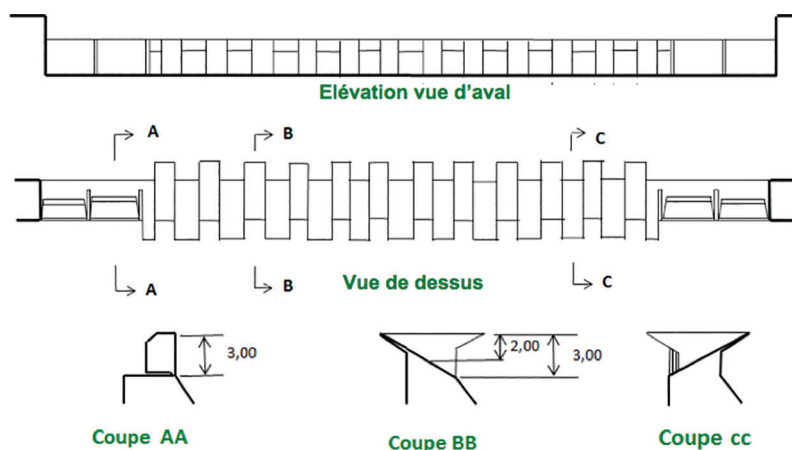
### 3. Déversoirs Innovatifs Associés (Figure 9):

Développés en 2015 par F. Lempérière, J. P. Vigny et A. Ouamane, les Déversoirs Innovatifs Associés sont constitués par une série d'éléments de PK-weir associée à des blocs fusibles. Ils permettent de bénéficier des avantages de chacun des deux systèmes: ceux des PK-weir pour les débits usuels et ceux des blocs fusibles pour les débits exceptionnels<sup>22</sup>.

Les schémas ci-dessus représentent les dispositions d'ensemble correspondant des Déversoirs Innovatifs Associés.

Consacrer une partie de la longueur du déversoir au PK-weirs et une partie aux blocs fusibles en béton permet de bénéficier des avantages spécifiques des deux dispositifs: un débit supérieur de PK-weirs avant le basculement des blocs fusibles et un débit plus élevé après le basculement des blocs fusibles.

Figure 9. Schéma du Déversoir Innovatifs Associés



Source: Lempérière, Vigny & Ouamane, 2015.

<sup>22</sup> Lempérière, Vigny & Ouamane, 2015.

## Conclusion

Un retour sur le passé montre que l'Algérie n'était pas dépourvue de traditions et de savoir-faire dans le domaine de mobilisation et gestion des ressources en eaux. L'irrégularité typique du climat aride à semi-aride contraint, en effet, à réaliser des barrages, à la fois pour l'épandage des crues, le stockage de l'eau et la lutte contre les inondations. L'état des connaissances révèle une grande diversité de solutions, à l'image de la variété des écosystèmes. Le savoir-faire dans le domaine de la mobilisation des eaux a des origines variées: Numide, Romaine, Arabe, Andalouse, Turc et Française. Même si bon nombre d'aménagements anciens sont aujourd'hui fort dégradés, ils témoignent de l'ancienneté des techniques d'aménagement hydraulique. Les chercheurs Algériens commencent à s'intéresser depuis quelques années à l'inventaire du patrimoine hydraulique.

Les barrages qui représentent les aménagements hydrauliques les plus importants ont commencé à être érigés depuis plusieurs siècles. L'évolution du secteur des barrages peut être scindée en trois périodes: avant 1830, date de l'occupation de l'Algérie par la France, entre 1830 et 1962, période de la colonisation et la période post-coloniale qui s'étend de 1962 à ce jour.

Il est remarqué qu'en Algérie les premiers barrages ont été utilisés essentiellement pour la dérivation des eaux des oueds (épandage). Selon l'état des connaissances actuelles, ce n'est qu'en 1845 que les barrages réservoirs ont commencé à être érigés. Avant l'année 1910, plusieurs barrages ont connu des problèmes de conception en raison des techniques de réalisation qui n'étaient pas encore maîtrisées. À partir de 1932, des barrages de plus grandes capacités ont été édifiés. À l'indépendance (1962), l'Algérie compte 16 barrages d'une capacité totale d'un milliard de m<sup>3</sup>, ce n'est qu'après cette date que les grands barrages ont commencé à être réalisés pour atteindre en 2019 une capacité totale de plus de neuf milliards de m<sup>3</sup>.

À la lumière des éléments du constat de l'état actuel des ressources en eau et afin de parvenir à une sécurité alimentaire satisfaisante, il faudra mobiliser entre 15 et

20 milliards de m<sup>3</sup>/ans. Il est à préciser que les potentialités hydriques de l'Algérie sont de 05 milliards en eau souterraine et ne sont que de 12,5 milliards de m<sup>3</sup>/ans en eau de surface, comme indiqué, la capacité de mobilisation actuelle n'est que de neuf milliards de m<sup>3</sup>/ans correspondant aux 81 barrages existants.

Pour atteindre l'objectif de mobilisation de 15 à 20 milliards de m<sup>3</sup>, il est nécessaire d'augmenter la capacité de stockage d'au moins 03 milliards de m<sup>3</sup> par la construction de nouveaux barrages et de poursuite de la mobilisation de nouvelles ressources en eaux conventionnelles et non conventionnelles.

Cependant la préservation des infrastructures hydrauliques est l'une des priorités actuelles et futures. Le phénomène d'envasement risque de compromettre le développement en matière de mobilisation des eaux de surface. Actuellement, la capacité de stockage perdue par envasement est de l'ordre de 11 % de la capacité totale de stockage des barrages.

Pour lutter contre l'envasement, plusieurs solutions sont possibles. L'une des solutions possibles correspond au réaménagement de l'évacuateur de crues en faisant surélever le seuil du déversoir et allonger la longueur de sa crête tout en maintenant le même niveau maximum de la retenue. Ces deux modifications du déversoir permettent d'augmenter le stockage de la retenue et d'accroître le débit évacué par le déversoir existant.

Les études théoriques et expérimentales réalisées à l'université de Biskra en collaboration avec Hydrocoop-France depuis vingt ans ont permis de définir de nouveaux types de déversoirs qui permettent la surélévation du seuil de l'évacuateur de crues afin de réduire l'effet de l'envasement sur la capacité des retenues des barrages et par conséquent, allonger leur durée de vie, en assurant en même temps le passage des crues dans des bonnes conditions de sécurité. Cette technique permettra la récupération d'au moins 70 % de la capacité perdue par envasement. Malgré les aléas climatiques l'Algérie peut éviter un stress hydraulique sévère en assurant une gestion rationnelle des ressources en eaux conventionnelles et non conventionnelles.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agence Nationale des Barrages et Transfert (ANBT). 2019: Fiche technique des barrages en exploitation (document non publié). <http://197.112.0.211/soudoud-dzair/>. [Consultation réalisée le 7 décembre 2020].
- Conseil National Économique et Social. 2000: "L'eau en Algérie: le grand défi de demain". Projet de rapport du Conseil National Économique et Social, 15<sup>ème</sup> session plénière.
- Dris, A.** 2005: *L'eau matière stratégique et enjeu de sécurité au 21ème siècle*, Mémoire DEA Sciences Politiques, Université Paris 10, Paris (France).
- Encyclopédie de l'AFN. 2005: *Barrage – Saint-Lucien*. [http://encyclopedie-afn.org/Barrage\\_-\\_Saint-Lucien](http://encyclopedie-afn.org/Barrage_-_Saint-Lucien). [Consultation réalisée le 8 décembre 2020].
- Encyclopédie de l'AFN. 2008: *Barrage – Sig*. [http://encyclopedie-afn.org/Barrage\\_-\\_Sig](http://encyclopedie-afn.org/Barrage_-_Sig). [Consultation réalisée le 8 décembre 2020].
- Encyclopédie de l'AFN, 2013: *Barrage – Hamiz*. [http://encyclopedie-afn.org/Barrage\\_-\\_Hamiz](http://encyclopedie-afn.org/Barrage_-_Hamiz). [Consultation réalisée le 8 décembre 2020].
- Kouidri, M.** 2014: "Colonisation, indépendance et développement humain en Algérie: quel bilan?". *Insaniyat, Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales*, (65-66), 159-185. <https://doi.org/10.4000/insaniyat.14852>
- Lempérière, F., Ouamane, A.** 2003: "The Piano Keys Weir: a new cost-effective solution for spillways". *The International Journal on Hydropower & Dams*, 10 (5), 144-149.
- Lempérière, F., Vigny, J. P., Ouamane, A.** 2015: "Increasing the discharge capacity of free-flow spillways fivefold". *The International Journal on Hydropower & dams*, 22 (6), 80-83.
- Leynadier, C.** et Clausel, B. 1848: *Histoire de l'Algérie Française*. Paris (France), Editeur H. Morel.
- Ouamane, A.** 2009: "Dam engineering in Algeria: progress, needs and prospects". *The International Journal on Hydropower & Dams*, 16 (6), 75-79.
- Ouamane, A. et Lempérière F.** 2006: "Nouvelle conception de déversoir pour l'accroissement de la capacité des retenues des barrages". *Colloque International sur la protection et la préservation des ressources en eau*. Blida (Algérie).
- Pérennes, J. J.** 1990: "Les politiques de l'eau au Maghreb: D'une hydraulique minière a une gestion sociale de la rareté", *Revue de Géographie de Lyon*, 65 (1), 11-20. <https://doi.org/10.3406/geoca.1990.5706>
- Popodoran.** 2013: *Barrage de Bakhadda*. <http://popodoran.canalblog.com/archives/2013/03/16/26666352.html>. [Consultation réalisée le 6 décembre 2020].
- Potin, C.** 2012: *Cadrage historique de l'irrigation en Algérie - Christian Potin. Consultant International Indépendant, 2007*. <http://christianpotin.canalblog.com/archives/2012/07/26/24577041.html>. [Consultation réalisée le 28 novembre 2019].





**MATÉS BARCO, Juan Manuel y  
ROJAS-RAMÍREZ, José Juan Pablo  
(eds.). 2018: *Agua y servicios  
públicos en España y México*, Jaén,  
UJA Editorial & Universidad de  
Guadalajara (México), 293 págs.  
ISBN: 978-84-9159-125-2.  
EAN: 9788491591252.**

Desde la estructuración del Estado moderno, el manejo del agua ha representado un tema de gran envergadura. En la actualidad, ante una crisis hídrica derivada del uso excesivo y de la gestión ineficiente, el debate que se presenta en esta obra resulta en un dilema necesario de ser abordado: cómo construir una gestión democrática, equitativa y sustentable no sólo para nuestra generación, sino para el futuro de la vida en el planeta.

El conjunto de trabajos que nos presenta el libro *Agua y Servicios Públicos en España y México*, coordinados por Juan Manuel Matés-Barco de la Universidad de Jaén, España y José Juan Pablo Rojas-Ramírez de la Universidad de Guadalajara, México y publicado por la Editorial Universidad de Jaén en 2018, es una obra que resulta de gran interés para aquellos interesados en el tema de la gestión de los servicios públicos y fundamentalmente del debate acerca de si ésta debe ser pública o privada. Desde una perspectiva histórica, económica y social, se realiza un acercamiento al complejo mundo de los servicios públicos y, especialmente, a la gestión del abastecimiento de agua para consumo humano.

Para estructurar este debate, la presente obra se compone a partir de un conjunto de nueve trabajos que analizan el manejo del agua como parte de un servicio, ya sea prestado por instituciones del Estado o por organismos privados. En el primer texto “De la regulación a la privatización y viceversa: La gestión del agua en España y Reino Unido”, Juan Manuel Matés-Barco nos adentra al tema a partir de una exhaustiva revisión bibliográfica sobre la evolución de la gestión del agua en Estados Unidos de América y España, en donde se pone de manifiesto la importancia de la regulación en la gestión del recurso toda vez que ésta tiene características

específicas que requieren de una importante supervisión para su correcto funcionamiento.

Siguiendo con la anterior perspectiva, Alberto Ruiz-Villaverde nos presenta “Entendiendo la privatización del agua”, en donde a partir de un análisis de estudio de caso, nos va mostrando cómo se fueron dando las decisiones de estatización y reprivatización a partir de analizar las eficiencias y las capacidades financieras. A lo largo del capítulo analiza algunos factores que explican la decisión de los gobiernos que optaron (o no) por la contratación externa.

Por su parte, en el texto “Titularidad del proveedor y eficiencia en el servicio urbano de aguas” de Marta Suárez-Varela Maciá, encontramos una comparación entre la gestión público / privada a partir de distintos análisis de eficiencias realizados en múltiples países. Comparando esta literatura se obtiene que más trabajos abogan por una mejor eficiencia en los servicios públicos toda vez que su visión involucra equidad social, eficiencia económica y sostenibilidad ecológica. Por su parte, indica que los parámetros utilizados para medir eficiencia impiden el análisis de las empresas mixtas que -según la autora-, parecerían como bastante pertinentes a la hora de analizar una buena gestión del recurso.

“El abastecimiento de agua en Málaga (1860-1930): De negocio privado a servicio público” de Víctor Manuel Heredia-Flores analiza el caso de la ciudad de Málaga en España, en donde la industrialización convirtió al agua en un producto de la economía de mercado y desde entonces la evolución hacia un sistema de suministro universal domiciliario de agua potable ha presentado notables cambios desde varios puntos de vista: técnico, económico, político, jurídico y empresarial. Finalmente, da cuenta de la ausencia de controles sanitarios y de adecuados sistemas de saneamiento, que posibilitan que las aguas negras terminen por contaminar los pozos y los manantiales subterráneos.

“Del balneario a la mesa”: la industria del agua envasada en España, 1875-2016, escrito por Elvira Lindoso-Tato y Margarita Vilar-Rodríguez, es un repaso histórico de la industria de agua embotellada en España, los cambios de titularidad y la importante presencia de estas empresas al reconvertir el producto en agua embotellada para consumo humano. Con una perspectiva histórica, el texto muestra cómo España ha escalado posiciones en el subsector del agua envasada y se encuen-

tra, hoy en día, en los primeros puestos de países tanto en producción como en consumo de agua embotellada.

Más adelante, el libro transita hacia la experiencia mexicana, que abre su recuento con el capítulo titulado “La gestión del agua en las ciudades de México: Una retrospectiva en torno a la descentralización” de José Juan Pablo Rojas Ramírez, Alicia Torres Rodríguez y Alejandro Díaz Guzmán. En perspectiva histórica y con análisis documental, se relata el proceso de gestión del agua, desde el porfiriato pasando por la revolución mexicana y la centralización de la gestión, hasta la desconcentración en los ochenta.

Completando la visión anterior, “La ciudad y la falta de agua. Zacatecas en el siglo XIX” de Evelyn Alfaro Rodríguez nos muestra cómo se gestionó la falta de agua en Zacatecas con la iniciativa privada. Empresas que nunca llegaron a concluir los contratos establecidos y por tanto dejaban a la población sin líquido. Según la autora, agua había, pero faltaba un adecuado sistema de distribución y una mejor vigilancia y administración que dejara de lado los intereses particulares de la clase política zacatecana.

De igual forma, “El aguador y el abasto urbano en la ciudad de Zacatecas, México (1887-1910)” de José Raúl Reyes-Ibarra nos muestra la importante función de la participación de los aguadores quienes al igual que en la época colonial, durante el siglo XIX y principios del XX, realizaban la venta ambulante del líquido obtenido de arroyos, fuentes y pozos públicos para distribuirlo por las calles de la ciudad.

Finalmente, “Los efectos del desarrollo urbano e industrial de la ciudad de México sobre el municipio de Naucalpan de Juárez, Estado de México, 1890-1990” de Rebeca López Mora hace un recorrido histórico por este municipio, actualmente conurbado de la Ciudad de México, en donde se registra el deterioro de las fuentes de agua a medida que se da el crecimiento urbano e industrial en esta localidad, a partir de lo que la autora define como los cambios metabólicos.

A partir de la lectura de los artículos contenidos en esta obra, el lector puede adentrarse en la discusión actualizada, y por demás relevante, de la forma de organización que las comunidades humanas han encontrado para la gestión del agua y las dificultades que se han ido evidenciando, a lo largo de la historia, para el logro de una gestión cada vez más democrática, equitativa y sustentable. El reconocimiento de estas dificultades posibilita avanzar hacia la construcción de capacidades para encontrar mejores soluciones al basto problema que aquí se visualiza.

Siendo el agua un tema de vital importancia, y la gestión urbana de la misma una cuestión de la que depende la mayoría de las personas en el planeta, las discusiones sostenidas en este libro adquieren relevancia no sólo para lectores de los países involucrados, sino también para la academia en general.

Karina Kloster  
Universidad Autónoma de la Ciudad de México  
karina.kloster@uacm.edu.mx

**TORRES-RODRIGUEZ, Alicia y  
MORAL-PAJARES, Encarnación  
(coords.), 2018, *Agua y ecología  
política en España y México*,  
Jaén, UJA Editorial, 281 págs.  
ISBN 978-84-9159-126-9.**

El presente libro forma parte de una colección, editada en forma conjunta entre la Universidad de Jaén y la Universidad de Guadalajara, que tiene como propósito mostrar la interacción cultural, académica y científica en distintos aspectos de la gestión de los recursos hídricos. La obra presenta, desde la perspectiva teórica de la ecología política, los usos de los recursos bajo un debate teórico-metodológico, que permite analizar y explicar la explotación y sobreexplotación de éstos, tomando en cuenta cuáles son sus implicaciones económicas, políticas, sociales, sobre el medio ambiente en los espacios socio-territoriales.

El primer epígrafe está a cargo de Patricia Ávila-García titulado «El Estado y la cuestión del agua en el contexto de mundialización», donde pone énfasis en la dimensión social y política de la cuestión ambiental, a partir de las contradicciones y conflictos ecológicos-distributivos que genera el sistema económico dominante. Así pues, muestra los cambios en el sistema asociados a las políticas neoliberales, tales como la apertura comercial y la privatización de los recursos transformados en mercancías como es el caso del agua. La autora sostiene que el análisis de la acumulación por desposesión asociada con la privatización del agua brinda más poder económico y autonomía a las empresas, sobre todo a las transnacionales.

También señala que la neoliberalización del agua en Latinoamérica ha fragmentado el territorio, separando la matriz agua-subsuelo-bosque que forma parte de la cosmovisión prehispánica al incluirla en la lógica del mercado como una entidad independiente. Lo anterior ha implicado el despojo de los territorios habitados con población indígena y campesina, restringiendo el acceso y control de manantiales, ríos, lagos y humedales, por la vía de la privatización de la tierra y bajo la justificación del beneficio social y nacional. En este contexto,

los cambios en el modelo de apropiación y gestión del agua que beneficia al sector privado conllevan a nuevas formas de colonialismo del territorio, resistencia social y conflicto.

El segundo apartado «Ecología y servicios públicos: nuevas perspectivas y cambio de paradigma» a cargo de Juan Manuel Matés-Barco, analiza la relación entre empresa, sociedad y servicio público. Para lograrlo, el autor realiza un acercamiento a algunos de los máximos exponentes del Derecho Administrativo español, así como un minucioso análisis de la bibliografía reciente sobre el tema de servicios públicos. En este sentido, se examinan los cambios ocurridos en la gestión en este rubro en España, como resultado de una nueva conformación del territorio y la adopción de las políticas que derivan de los compromisos asumidos en el seno de la Unión Europea, que permiten un nuevo modelo de Estado y propician nuevas técnicas y cambios en la organización en los servicios públicos.

La regulación de la competencia, los organismos reguladores y la despublicación forman parte de los elementos esenciales del naciente arquetipo de servicios públicos que examina Matés-Barco. Otro elemento destacado es el importante papel de la regulación de los servicios esenciales a partir de la intervención del Estado, que debe buscar una mayor eficiencia y libertad.

El tercer capítulo recoge el trabajo realizado por Gregorio Núñez, donde aborda «La gestión de las aguas en España: fundamentos ecológicos, económicos y políticos del cambio institucional». Desde el enfoque de la ecología política y económica muestra cómo fueron gestionadas las aguas en España. Describe cómo la sociedad española del pasado se adaptó a las condiciones ambientales y cómo se ha buscado aumentar el volumen total de las aguas disponibles para riego, usos urbanos e industriales. El autor sostiene que la búsqueda de recursos hídricos y la diversificación de sus usos son los que determinan la oferta y la demanda del líquido, condicionados por la ecología y las instituciones. Además, muestra los mecanismos empleados en la gestión a corto plazo, así como las utilizadas a largo plazo, con una mayor presión de la demanda, donde se visibilizan los conflictos sociales y los acuerdos institucionales de alto nivel.

Leticia Gallego-Valero, Encarnación Moral-Pajares e Isabel Ma. Román-Sánchez abordan el capítulo referente a la «Tributación sobre aguas residuales en la Unión

Europea: el caso de España». En él se estudian las tasas e impuestos sobre las aguas residuales en la Unión Europea, centrandó su análisis en el caso de España, a través del estudio de la Directiva del Consejo Europeo de 21 de mayo de 1991, sobre tratamiento de las aguas residuales, y la Directiva Marco del Agua aprobada en 2000. Las autoras nos presentan la evolución del volumen de aguas residuales tratadas en España y examinan los distintos tipos de impuestos medioambientales que recaen sobre los efluentes, asociados al pago de externalidades negativas sobre el medio hídrico, que van a contribuir a la protección de la calidad de vida y permiten trasladar la responsabilidad a los agentes contaminantes haciendo efectivo el principio de «*quien contamina, paga*».

«Imaginación, innovación y ecología en la cultura del agua», escrito por Eloy Martos-Núñez y Aitana Martos-García muestran cómo el agua está vinculada a la historia y al patrimonio cultural y, a su vez, forman parte de los imaginarios sociales. En este artículo, los autores interrelacionan las distintas percepciones del recurso, presentando una aproximación crítica que da respuesta a la crisis ambiental. Se proponen desarrollar el conocimiento de este recurso como un bien cultural a proteger y compartir, vinculándolo con la sostenibilidad y la prevención de desastres ambientales. En este sentido, promueven la implementación de políticas públicas y el desarrollo de pautas educativas que contribuyan a una educación responsable de la sociedad.

Cecilia Lezama Escalante expone en su artículo «Las empresas trasnacionales en el proceso de privatización del agua en México» el incremento de empresas trasnacionales instaladas en el sector de los servicios de suministro de agua potable y saneamiento. Para ello se abordan los antecedentes de las principales compañías en el sector agua y su expansión en algunos países latinoamericanos. Dado que la privatización del agua se puede llevar a cabo por distintas vías, la autora hace referencia únicamente aquella donde «las empresas prácticamente se apropian de la infraestructura hidráulica de redes de distribución y fijan las tarifas del agua». Su interés está centrado en exponer las vías que conducen al proceso de privatización del agua a partir de la expansión de las empresas trasnacionales. En este sentido, se muestra cómo a partir del nuevo orden económico, el agua ha dejado de considerarse como un derecho universal, para convertirse en un bien económico, es decir, privatizado.

Por otro lado, Alicia Torres Rodríguez en su texto «Repensando las políticas de desarrollo regional: cambios económicos, sociales e hidroterritoriales en la

cuenca Lerma-Chapala-Santiago» analiza la diferenciación entre las regiones que conforman esta zona como resultado de la implementación de las políticas públicas en la materia. Examina cómo los distintos proyectos hidráulicos que se construyeron a lo largo de este cuerpo de agua (presas para la generación de energía eléctrica, riego y abastecimiento urbano), así como otras obras de infraestructura que retienen o desvían el cauce natural de los ríos transformaron la cuenca. En esta dinámica, la autora reflexiona sobre el impacto de los desechos urbanos e industriales vertidos en estos cuerpos de agua que han desencadenado en grandes problemas ambientales. Así pues, se plantea la necesidad de hacer una revisión a las políticas de desarrollo regional con el objetivo de desplegar proyectos que ayuden a mitigar el daño ocasionado.

Aida Alejandra Guerrero-de León en coautoría con Peter R. W. Gerritsen, María Azucena Arellano-Avelar y Alberto Daniel Rocha-Muñoz presentan «Salud y contaminación del río Santiago y río Ayuquila en México». En su trabajo, los autores estudian los problemas socioambientales ocasionados en el río Santiago, uno de los cinco más contaminados de México por desechos agrícolas, urbanos e industriales. Su artículo tiene como objetivo analizar las percepciones sociales sobre el agua, a partir de un estudio descriptivo socioambiental, entrevistas y encuestas, en cuatro municipios localizados en contextos geográficamente distintos: El Salto y Juanacatlán, que pertenecen a la Cuenca del Río Santiago, y Autlán de Navarro y Tuxcacuesco, ubicado en la Cuenca del Río Ayuquila. El texto nos muestra que en México aún falta mucho trabajo por hacer en temas de salud ambiental y participación social.

El siguiente capítulo recoge el trabajo realizado por Octavio M. González titulado «Privatización de la tierra y el agua a paso lento: la introducción de la avicultura en el Bajío Michoacano». En él se explora el proceso de cambio de uso de suelo, en este caso de uno de carácter agrícola a uno avícola, a través de la privatización de la tierra y el agua ocurridas en zonas de propiedad ejidal de la región del Bajío michoacano. Se señala que en las décadas de los años de 1980 y 1990 se flexibilizó el marco legal lo que dio entrada, a partir de las políticas neoliberales, a la privatización, afectando de manera profunda a la propiedad de las tierras ejidales y comunales. Para ello, se expone un estudio de caso, representado por una empresa, y la exposición del proceso de compra de tierras y aguas en la región del Bajío que permiten esbozar las implicaciones regionales de dicho proceso.

Por último, María Luisa Torregrosa, Karina Kloster y Jade Latargère finalizan con «Tierra y agua: territorios en construcción en Milpa Alta, Ciudad de México». Su objetivo es contribuir a hacer observables los múltiples mecanismos de abasto de agua encontrados en Milpa Alta, zona periurbana del Distrito Federal donde las formas de acceso al agua y los mecanismos de apropiación y uso del espacio, así como los procesos, actores y estrategias involucradas. Así pues, se pretende comprender su correspondencia con la construcción de un espacio regulado por el Estado y otro que se apropian los grupos sociales.

Para concluir, es preciso señalar que el libro supone un gran avance porque logra reunir los trabajos de distintos ámbitos de carácter socioambiental: economis-

tas, politólogos, geógrafos, antropólogos, historiadores, biólogos, expertos en los usos del agua, el territorio y medio ambiente, ingenieros y médicos, lo que le da a la obra una visión multi e interdisciplinar. Por otro lado, presenta problemáticas de dos países con diferencias y semejanzas de gran importancia para las ciencias sociales y humanas y que permite hacer diversas lecturas de referentes empíricos bien dibujados por investigadores de España y de México con relación al acceso al agua.

José Raúl Reyes-Ibarra  
Instituto de Investigaciones  
Dr. José María Luis Mora  
jrreyes@institutomora.edu.mx



**QUILES CABRERA, María del Carmen y MARTÍNEZ EZQUERRO, Aurora. 2020: *Ecología y Lecturas del agua. Investigación interdisciplinar y transversal en didáctica de la lengua y la literatura*, Jaén, UJA Editorial, 368 págs. ISBN: 978-84-9159-300-3.**

Las voces del agua. *Una perspectiva holística para salvaguardar el medio ambiente*. “Ecología y lecturas del agua: investigación interdisciplinar y transversal en didáctica de la lengua y la literatura” nos invita a imaginar un agua que moldea superficies, culturas y economías, que hace surgir vida pero supone el final del recorrido, que viaja dejando tras de sí, como testimonio, un paisaje que conversa con las artes.

La publicación, que cuenta con un total de treinta y una aportaciones científicas, se sustenta en dos pilares fundamentales. En primer lugar, se pone de manifiesto la necesidad de abordar la problemática ambiental en general, y la relativa al agua en particular, de forma holística y transversal, invitando a distintas disciplinas a sumar sus visiones e ideas para conseguir que un recurso tan fundamental y polivalente, tan arraigado a la supervivencia y creatividad del ser humano, obtenga una positiva, respetuosa y renovada relación con las distintas culturas. En segundo lugar, los estudios parten de la idea de que la lectura, debido a su carácter transversal, supone una herramienta indispensable para propiciar este cambio en nuestra relación con el agua y el entorno (Martos y Martos, 2013).

El texto, gracias al experimentado trabajo de revisión y organización realizado por las editoras María del Carmen Quiles Cabrera y Aurora Martínez Ezquerro, divide muy apropiadamente las aportaciones científicas en tres grandes bloques: “Educación lingüística y literaria”, “Imaginarios del agua” y “Lecturas transversales del agua”, con el objetivo último de mantener la coherencia y dar cabida a áreas y disciplinas tradicionalmente inconexas, pero relacionadas por las ramificaciones de un tema tan polivalente como es la cultura del agua.

En el primer bloque, “Educación lingüística y literaria”, se trata el papel que la lengua y la literatura tienen a la hora de abordar los procesos de enseñanza-aprendizaje desde perspectivas activas, analíticas y críticas, que permitan a alumnos y alumnas dejar de percibir el medio natural como un telón de fondo que aparece en relatos y largometrajes, y comenzar a entenderlo como un personaje más, que desempeña un papel que trasciende la historia por sus diversas implicaciones (González, 2010).

En este sentido, disciplinas como la ecocrítica defienden el uso del análisis literario, así como de formas alternativas de literatura, para reflexionar acerca de las implicaciones educativas, culturales y turísticas de reinterpretar nuestras relaciones con el medio ambiente, y comenzar a abordar problemáticas medioambientales de una forma coordinada y efectiva (Bula, 2010). Así pues, este primer capítulo reivindica el uso de la educación literaria como medio didáctico con el que trabajar la educación ecológica, al tiempo que se interiorizan aspectos fundamentales para las diferentes etapas educativas como son la educación emocional, las lenguas extranjeras y las tecnologías de la información y la comunicación. Para ello, se recurre a planteamientos metodológicos activos, a la recuperación del folclore de las comunidades, a prácticas tradicionales actualizadas como la creación de huertos escolares o el uso didáctico de la cartografía y rutas literarias, enmarcadas en las actividades extraescolares y complementarias. Los estudios que integran el primer bloque nos presentan, por tanto, el agua de la mano de la lengua y la literatura como un *leit motiv* o centro de interés con el que poder articular programaciones y unidades didácticas, con el que explorar y reconectar con el medio que nos rodea al tiempo que trabajamos aspectos curriculares y competenciales.

El segundo capítulo, titulado “Imaginarios del agua”, nos presenta estudios que pretenden mirar atrás para poder continuar hacia delante. En todos ellos, el folclore, la tradición oral y distintas obras de nuestra literatura, en principio inconexos, nos permiten entender de qué manera el agua se encuentra arraigada en el pasado, presente y futuro del ser humano. El agua viaja por los diferentes estudios, tratando temas fundamentales para nuestras sociedades como son la vida y la muerte. El agua ha estado, en todo momento, ligada al desarrollo de las sociedades humanas, constituyendo un me-

dio necesario para su supervivencia, así como para el desarrollo de sus economías. Sin embargo, también ha sido entendida y reflejada como el umbral al más allá, el lugar del que venimos, pero también al que regresamos. El agua ha supuesto un misterio a ojos de mujeres y hombres, un medio en el que guardar secretos ajenos a sus sentidos, hogar de horrores y tesoros, de maldiciones y bendiciones (Paulino, 2018).

La literatura de origen oral en un primer momento, al igual que distintos autores con posterioridad, pretendió dotar de sentido a los temores primarios del ser humano, a los desastres naturales que azotaban sus asentamientos, a los lugares cuya tecnología no les permitía acceder. Del mismo modo, en la literatura encontramos una herramienta útil para indagar en nuestra historia desde un punto de vista antropológico, partiendo del agua para informarnos y recuperar oficios tradicionales como las lavanderas y los aguadores, o explicar la relación de este fluido con religiones politeístas y ritos telúricos orquestados por chamanes y sacerdotisas (Martos y Martos, 2015).

“Lecturas transversales del agua”, como tercer y último capítulo, agrupa una serie de estudios que ponen el énfasis en entender el agua como un bien cultural y ecológico colectivo, presente en enclaves naturales que conforman el patrimonio natural, pero también protagonista de mitos, leyendas, cuentos populares y de autor que forman parte del patrimonio cultural intangible (Olivera, 2011). El agua supone un bien común, pero también un medio para alcanzar una mayor productividad e impulsar economías, un reclamo turístico o un indicador de la salud ambiental de un ecosistema (Gutiérrez y Tobón, 2017). Las diferentes disciplinas y enfoques que conviven en este tercer y último bloque, pretenden sumar e intercambiar ideas para desvelar nuevos horizontes, para reinterpretar las concepciones que tenemos del agua y del entorno natural, así como la forma que tenemos de relacionarnos con ella. Pretenden, en definitiva, erigir las bases para construir una reformada y actualizada cultura del agua, que sea consciente de sus posibilidades y potencialidades, de sus relaciones y de los riesgos actuales a los que se enfrenta. Hablamos de desertificación, de escasez de agua potable, de deshielo de los polos y el aumento del nivel del mar, de la contaminación causada por los microplásticos, de la pesca indiscriminada y que erosiona el fondo marino, así como de los vertidos tóxicos o el ocio inva-

sivo, provocado por la falsa creencia que el ser humano ha ido interiorizando con el paso de los siglos, la idea de estimar que el medio natural está a su disposición para ser expoliado constantemente y sin consecuencias.

Por todo ello, a modo de conclusión, nos encontramos ante una publicación que hace del agua su insignia, su sujeto de estudio, su medio y su consecuencia, partiendo de la idea de que la problemática ambiental relativa a ella, así como al resto del medio natural, no pueden abordarse de forma efectiva y exitosa sin presentar esfuerzos cooperativos, holísticos y transversales, que impliquen a la escuela, a las instituciones gubernamentales y a la sociedad civil. El agua y el ser humano dependen el uno de otro, razón por la que resulta fundamental explorar en el arte, la historia y la educación, así como en las ciencias formales y naturales, para reinterpretar nuestra forma de entenderla y relacionarnos con ella como sociedad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bula, G. (2010). Ecocrítica: algunos apuntes metametodológicos. *Logos*, 17, 63-76.
- González, M. O. (2010). Globalización, ecología y literatura. Aproximación ecocrítica a textos literarios latinoamericanos. *Kipus: revista andina de letras y estudios culturales*, (27), 97-109.
- Gutiérrez, N. S. N., & Tobón, S. T. (2017). El plan de mejora de la unidad de aprendizaje patrimonio natural y turismo desde la socioformación. *Universidad&Ciencia*, 6, 98-114.
- Martos Núñez, E., & Martos García, A. (2013). Ecoficciones e imaginarios del agua y su importancia para la memoria cultural y la sostenibilidad. *Alpha (Osorno)*, (36), 71-91. <https://doi.org/10.4067/S0718-22012013000100006>
- Martos-Núñez, E., & Martos-García, A. (2015). Memorias e imaginarios del agua: nuevas corrientes y perspectivas. *Agua y Territorio/Water and Landscape*, (5), 121-131. <https://doi.org/10.17561/at.v0i5.2539>
- Olivera, A. (2011). Patrimonio inmaterial, recurso turístico y espíritu de los territorios. *Cuadernos de Turismo*, (27), 663-677.
- Paulino, C. G. H. (2018). La leyenda de la culebra de agua protectora del pueblo de San Bernardo (Oaxaca, México): sustrato mítico zapoteco y dispersión pluricultural. *Boletín de Literatura Oral*, 8, 165-176. <https://doi.org/10.17561/blo.v8.9>

Alejandro del Pino

Universidad de Extremadura  
alejandrodelpinotortonda@gmail.com



**BERNABÉ-CRESPO, Miguel Borja,**  
**2020: *Los canales del agua: abastecimiento y saneamiento en el Campo de Cartagena-Mar Menor*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico y Mancomunidad de los Canales del Taibilla.**  
**283 p. NIPO: 677-20-001-4.**

Este libro es el resultado de una profunda investigación sobre el tema llevada a cabo a lo largo de varios años, durante los cuales el autor ha realizado, además, numerosos viajes para conocer *in situ* otras realidades parecidas a las del territorio objeto de estudio, en su afán de ofrecer el mejor conocimiento geográfico de cara a la planificación territorial del Campo de Cartagena-Mar Menor. Todos los lugares visitados y analizados tienen un denominador común: sus hombres han hecho acopio de ingenio y duro trabajo con el fin de obtener suficientes recursos hídricos para el abastecimiento de su población.

El autor también ha trabajado en el campo, buscando el contacto con los propios usuarios del agua, para conocer de cerca su realidad cotidiana. Ha obtenido documentación de la administración regional y nacional y ha reflexionado sobre toda la información recibida. El resultado es este libro que analiza el problema del abastecimiento y saneamiento del agua en esta zona del Sureste de España cuyo recurso se presenta siempre como escaso, incierto y deseado, especialmente cuando de su llegada y distribución depende el mantenimiento de la vida de sus habitantes y las actividades que los mantienen económicamente, una población notable a la que se suma, en el período estival la turística, también interesada en conocer el patrimonio cultural en el que se incluye el hidráulico, de especial relevancia en una región donde la lucha contra la sequía y la búsqueda de mayores recursos hídricos ha sido una constante.

De ahí el interés por los estudios sobre sistemas de obtención de recursos hídricos, medios de transporte

para su distribución, opciones de almacenamiento, tecnología hidráulica tradicional, etc., cuyos restos y grandes obras han quedado diseminados sobre el territorio y forman parte del paisaje. Son, en definitiva, una propiedad que nos llega como herencia y ayuda a conformar nuestra identidad social, por lo que estamos obligados a su defensa, conservación y transmisión.

La obra se divide en siete capítulos. En el primero plantea la problemática del agua en el mundo, un capítulo que, aunque introductorio, pone de manifiesto la preocupación de Bernabé por la dificultad que tienen también otros hombres para obtener el agua. Y señala algunas opiniones sobre la forma de obtener este recurso natural. Tal introducción es el resultado de su conocimiento sobre otros territorios alejados del sureste español.

El segundo capítulo se dedica a la descripción y análisis del marco geográfico, sus rasgos físicos y humanos, unos aspectos que aborda de forma completa y con gran rigor científico, hecho que merece destacarse porque su correcto análisis pone de manifiesto la razón de la escasez de recursos hídricos propios y la necesidad de la llegada de otros procedentes del exterior, debido a la demanda de una población estable y turística de relativa importancia.

El capítulo tercero se dedica a la evolución de los sistemas de abastecimiento. Pone de manifiesto lo que siempre se ha destacado de todo el sureste español, pero también de otros territorios ribereños del Mediterráneo con igual escasez hídrica, el ingenio de las gentes de estas tierras, para conseguir el recurso que limitaba su asentamiento y desarrollo estable. Incluso destaca que “el recurso agua ha sido cuidado a lo largo de la historia” y que “la conciencia ambiental está implícita en el ADN de sus moradores”, sobre todo desde que el turismo ha acrecentado la competencia por los usos y es preciso valorar y aprender a cuidar cada gota.

Es realmente interesante la explicación que hace sobre la evolución del abastecimiento desde los primeros pobladores que se asentaron en las tierras del Sureste y las obras hidráulicas que realizaron durante las distintas etapas de la Historia.

Se detallan también los primeros proyectos que se hicieron para la traída de aguas y mejora de la pobre y siempre difícil agricultura de la zona que impedía el asentamiento y crecimiento de la población. Entre los que destaca el del trasvase desde los ríos Castril y Guardal,

proyecto cayó en el olvido por el levantamiento de los moriscos y otros intereses, así que hubo que llegar al siglo XVIII para que todas las obras de defensa y fortificación de la costa dieran su fruto, aumentara la seguridad de este espacio y se pudiera cultivar más cerca de la costa.

Se llega así al siglo XIX que, como señala el autor, supone el *boom* de las construcciones y la aparición de las Compañías de Aguas ante la imperiosa necesidad de suministrar nuevos volúmenes. Tras una solución momentánea, el aumento y concentración de la población obligó a la creación de la primera Dirección de Abastecimiento de Agua, Higiene y Salubridad de España con el fin de organizar todo el sistema. Durante los primeros años del siglo XX, pese a sus vaivenes político-sociales, se consigue un suministro estable de recursos, especialmente para el Arsenal. Aunque para los primeros veraneantes que empiezan a llegar a la comarca el suministro de agua sigue siendo el principal problema y, a veces, éste sólo se soluciona con *cubas* y *damajuanas*. Se ponen en marcha estudios y proyectos que tienen siempre el mismo objetivo, abastecer a la Base Naval y al resto de la población. Finalmente, en 1927 se crea la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, mediante un Real Decreto Ley. Las obras de los canales de conducción se iniciaron en 1932 y las aguas llegaron a Cartagena en mayo de 1945. Pero la escasez seguía por lo que en 1967 se redactó el Anteproyecto General de Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro y Sureste de España, Trasvase Tajo-Segura y se realizó esta compleja obra que se extiende a lo largo de 286 km.

Tras este interesante y completo capítulo, en el que se analizan otros muchos aspectos relacionados con el tema de estudio, el autor aborda en el cuarto la situación actual de las dos grandes obras de infraestructura hidráulica antes mencionadas. Comienza analizando el abastecimiento de todos los municipios, al tiempo que elabora cuadros y gráficos en los que se detallan la evolución de los consumos, habitantes, agua facturada... en definitiva todos aquellos datos que son necesarios para después realizar la correcta distribución del recurso. Sin duda, este capítulo puede ser gran interés para todos los profesionales de la administración regional y nacional que deben organizar el abastecimiento urbano.

El quinto está destinado al saneamiento y depuración de las aguas, cuyo fin es la obtención de nuevos recursos para agricultura y la industria. No hay que olvidar la obligación de cumplir con la Directiva 91/271 de la UE que contiene todas las normas sobre recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas. Para terminar hace una notable descripción y análisis de las estaciones depuradoras.

Al final del capítulo se establece una matriz DAFO sobre el abastecimiento y saneamiento, matriz que permite analizar los aspectos positivos para seguir trabajando en ellos, pero también se ponen de manifiesto las debilidades actuales del sistema, entre las que se destaca como acción prioritaria la renovación de la red de tuberías para reducir sus pérdidas.

Tras el análisis de todos los temas mencionados, el autor expone en el capítulo sexto unas interesantes conclusiones que ayudarán a gestionar adecuadamente el abastecimiento de agua y permitirán la localización de toda una infraestructura hidráulica, extendida por toda la comarca y que, como ya se ha dicho, son hoy patrimonio de sus habitantes. Por tanto, el libro será, sin duda, de gran utilidad para las Administraciones Públicas y profesionales relacionados con este recurso, ordenación del territorio, estudios del paisaje y la defensa y conservación del patrimonio.

Nos encontramos, por tanto, ante un libro de investigación aplicada, de gran interés dentro de las investigaciones relacionadas con el abastecimiento y saneamiento de los recursos y su huella en el paisaje. Se trata de un texto de contenidos importantes, elaborados mediante trabajo de campo, un notable análisis de las fuentes y bibliografía y reflexión sobre el tema. Hay que señalar que, además, está escrito con un lenguaje científico pero sencillo, lo que permite, por un lado, su comprensión y, por otro, que su contenido pueda llegar a muchos investigadores y profesionales de distintas disciplinas. Por último, es destacable la aportación gráfica, cartográfica y fotográfica que se encuentra a lo largo de toda la obra y las referencias bibliográficas y fuentes de investigación que aporta.

Elena Montaner Salas  
Universidad de Murcia  
emonta@um.es

## Informe estadístico del proceso editorial de Agua y Territorio (2021)

En 2021 se han recibido 23 artículos de los que se ha rechazado 8 (34,78%). De los 15 artículos publicados, 7 corresponden a la sección de Dossier y 8 a la de Miscelánea. El coordinador del Dossier ha sido investigador perteneciente a una institución académica de Argentina.

Los autores de los artículos publicados en la sección de Dossier y Miscelánea son 19, adscritos a instituciones de las siguientes nacionalidades:

Nacionalidad de las instituciones de los autores		
<i>País</i>	<i>Número</i>	<i>Tanto por ciento</i>
Argelia	6	31,58%
Puerto Rico	3	15,79%
Brasil	2	10,53%
Argentina	2	10,53%
México	2	10,53%
USA	1	5,26%
Colombia	1	5,26%
España	1	5,26%
Chile	1	5,26%

Respecto al género, 6 son mujeres (31,58%) y 13 varones (68,42%). Ninguno de los autores está vinculado a la revista. La adscripción institucional de los autores está concentrada en 11 universidades o centros de investigación: 1 de Argelia, 1 de Puerto Rico, 2 de Brasil, 1 de Argentina, 2 de México, 1 de USA, 1 de Colombia, 1 de España y 1 de Chile.

Destaca el carácter internacional de los 31 evaluadores, que supone el 77,42% de los académicos y especialistas que han realizado informes para la revista. Asimismo, cabe resaltar la diversidad de su procedencia geográfica. Del número total, 18 son mujeres (58,06%).

Procedencia de los Evaluadores		
<i>País</i>	<i>Número</i>	<i>Tanto por ciento</i>
España	7	22,58%
Brasil	6	19,36%
Argentina	6	19,36%
México	5	16,13%
Chile	3	9,67%
Francia	3	9,67%
Colombia	1	3,23%

En 2021 el tiempo medio transcurrido entre la recepción de un artículo y el envío de respuesta definitiva al autor, tras el proceso de evaluación, ha sido de 8 meses.

## El Consejo de Redacción de Agua y Territorio agradece la aportación de los evaluadores que han colaborado con la Revista durante 2021:

- Alejandra Peña García, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.
- Ana Inés Ferreyra, CONICET, Argentina.
- David Soto Fernández, Universidade de Santiago de Compostela, España.
- Dora Sberald Corrêa, UNIFIEO, Brasil.
- Elenita Malta Pereira, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil.
- Encarnación Gil Meseguer, Universidad de Murcia, España.
- Gema Parra Anguita, Universidad de Jaén, España.
- Graciela Mariani, DPUR, Argentina.
- Isabel Hoyos, Universidad de Antioquía, Colombia.
- Isabelle Renaudet, Université de Provence Aix-Marseille I, Francia.
- Jade Latargère, El Colegio de México, México.
- Joaquín Ulises Deón, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jorge Olcina Cantos, Universidad de Alicante, España.
- José Marcelo Bravo Sánchez, Universidad de Chile, Chile.
- Juan Infante Amate, Universidad de Granada, España.
- Lorena Torres Bernardino, Institut d'Etudes Politiques – Lyon, Francia.
- Lourdes Sofía Mendoza Bohne, Universidad de Guadalajara, México.
- Luciana Sarmiento, Agência Nacional de Águas, Brasil.
- Luis Castro Castro, Universidad de Playa Ancha, Chile.
- Luisa Arango Cuervo, Université de Strasbourg, Francia.
- Marcos Antonio Pedlowski, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Brasil.
- María Alicia de los Ángeles Guzmán-Puente, UAEM, México.
- Martín Cuesta, CONICET, Argentina.
- Miguel Borja Bernabé-Crespo Universidad de Murcia, España.

25. Olivia Topete Pozas, UNAM, Mexico.
26. Roberto Bustos Cara, Universidad Nacional del Sur, Argentina.
27. Rosa María Guerrero Valdebenito, Universidad de Concepción, Chile.
28. Sergio Araujo Silva, UFS, Brasil.
29. Sergio Chiavassa, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
30. Sergio Salazar Galán, Universitat Politècnica de València, España.
31. Teresa Peixoto, UENF, Brasil.

Revista semestral patrocinada por el Seminario Permanente Agua, territorio y Medio Ambiente (CSIC) y editada por la Universidad de Jaén. Dirigida a la comunidad científica desde varias perspectivas científicas. Son de interés los enfoques históricos, económicos, territoriales y sociales, que posibilitan los estudios sobre el agua en el ámbito iberoamericano y mediterráneo.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)** consta esencialmente de tres secciones:

- ▶ **Dossier:** artículos relacionados con una temática común
- ▶ **Miscelánea:** artículos de temática libre
- ▶ **Reseñas y otras secciones:** Documentos y Archivos, Entrevistas, Relatos de experiencia, eventos, Proyectos, y Opinión

La Revista considera solo trabajos originales que no hayan sido publicados anteriormente.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)** quiere servir como instrumento para la concertación entre grupos sociales y 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, tiene una clara vocación internacional que se refleja en su Consejo Asesor y de Redacción.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)** centra su atención en varios aspectos vinculados al agua: políticas públicas, participación ciudadana, modelos de desarrollo y medioambientales, paisaje, memoria, salud y patrimonio hidráulico. Publica y difunde trabajos que alientan los intercambios de experiencias de cualquier país o continente. 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.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)** 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.

**Agua y Territorio / Water and Landscape (AYT-WAL)**  
se encuentra incorporada a:

**Scopus®**



**Dialnet**

dialnet.unirioja.es/



**CRUE**

**REBIUN**

Red de Bibliotecas Universitarias

www.rebiun.org

**MIAR 2015 Live**

miar.ub.edu

Matriz de Información para el Análisis de Revistas



**REDIB** Red Iberoamericana  
de Innovación y Conocimiento Científico

www.redib.org



**Web of  
Science  
Group**

<https://mj.l.clarivate.com/search-results>



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



**DULCINEA**

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

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



**SHERPA/ROMEO**

<https://dev.sherpa.ac.uk/romeo/search.php?issn=2340-8472&type=issn&la=en&flDnum=|&mode=simple>



**Clasificación Integrada  
de Revistas Científicas**

<https://clasificacioncirc.es/inicio>

**Google Académico**

<https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=K1Cjk-sAAAAJ>



## Miscelánea

Miguel Borja Bernabé-Crespo

### Implicaciones y perspectivas del mix hídrico para el abastecimiento de agua potable en el sureste de España

Water mix implications and perspectives for potable water supply in southeastern Spain \_\_\_\_\_ 5

Sebastián Gómez Lende

### De la fractura metabólica a la acumulación por desposesión: minería del litio, imperialismo ecológico y despojo hídrico en el noroeste argentino

*From metabolic rift to accumulation by dispossession: lithium mining, ecological imperialism and hydric looting in the Argentinean northwest* \_\_\_\_\_ 23

Martín Sánchez Rodríguez

### Apretando las tuercas: el riego y el estado en México, 1888-1939

*Tightening the Screws: Irrigation and the State in Mexico, 1888-1939* \_\_\_\_\_ 41

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho, Lucio Cunha

### Gestión de los recursos hídricos: directrices de mejora para el Consejo de la Región Hidrográfica de Portugal Central y para el Comité de Cuenca del río Apodi-Mossoró en Brasil

*Water resource management: improvement guidelines for the Council of the Hydrographic Region of Central Portugal and for the Apodi- Mossoró River Basin Committee in Brazil* \_\_\_\_\_ 57

Francisco Pérez Hernández

### ¿El agua es vida? Cotidianidad y territorialidad en el contexto forestal y de escasez hídrica en la comunidad mapuche-huilliche Antü Wilef, San Juan de la Costa, Chile

*Is water life? Daily life and territoriality in the context of forest and water scarcity in the Mapuche-huilliche community Antü Wilef, San Juan de la Costa, Chile* \_\_\_\_\_ 73

## Proyectos

Mahmoud Debabèche, Ayoub Barkat, Mohamed Ali Boukebous

### Reutilización de aguas residuales, tratadas por fitopurificación, para el riego del Jardín Botánico "le jardin Landon" (Biskra, Algeria). Solución sostenible para la preservación de un sitio de patrimonio material

*Reuse of wastewater, treated by phytoremediation, for the irrigation of the Botanical Garden "le jardin Landon" (Biskra, Algeria). Sustainable solution for the preservation of a material heritage site* \_\_\_\_\_ 89

Ahmed Ouamane, Ilyese Sekkour, Bassem Athmani

### Movilización de las aguas de superficie: Comentarios generales sobre represas en Argelia en el pasado, presente y futuro

*Surface water mobilization: General comments on dams in Algeria in the past, present and future* \_\_\_\_\_ 97

## Reseñas bibliográficas

Karina Kloster

MATÉS BARCO, Juan Manuel y ROJAS-RAMÍREZ, José Juan Pablo (eds.). 2018:

*Agua y servicios públicos en España y México* \_\_\_\_\_ 113

José Raúl Reyes-Ibarra

TORRES-RODRIGUEZ, Alicia y MORAL-PAJARES, Encarnación (coords.), 2018:

*Agua y ecología Política en España y México* \_\_\_\_\_ 115

Alejandro del Pino

QUILES CABRERA, María del Carmen y MARTÍNEZ EZQUERRO, Aurora. 2020:

*Ecología y Lecturas del agua. Investigación interdisciplinar y transversal en didáctica de la lengua y la literatura* \_\_\_\_\_ 119

Elena Montaner Salas

BERNABÉ-CRESPO, Miguel Borja, 2020:

*Los canales del agua: abastecimiento y saneamiento en el Campo de Cartagena-Mar Menor* \_\_\_\_\_ 121