

Cita bibliográfica: Morote Seguido, A. F. (2018). La desalinización. De recurso cuestionado a recurso necesario y estratégico durante situaciones de sequía para los abastecimientos en la Demarcación Hidrográfica del Segura. *Investigaciones Geográficas*, (70), 47-69. <https://doi.org/10.14198/INGEO2018.70.03>

La desalinización. De recurso cuestionado a recurso necesario y estratégico durante situaciones de sequía para los abastecimientos en la Demarcación Hidrográfica del Segura¹

Desalination. From a questioned resource to a necessary and strategic resource during drought situations for the water supply in the Segura River Basin

Álvaro Francisco Morote Seguido²

Resumen

En España, la desalinización ha cobrado un gran impulso en las dos últimas décadas gracias a la aprobación en 2001 del Plan Hidrológico Nacional y en 2004 del Programa A.G.U.A. Ello ha sido motivado por dos factores principales: 1) Las recurrentes e intensas sequías en las últimas décadas, en especial, la de los años noventa en la que se puso de manifiesto la necesidad de la búsqueda de nuevas fuentes y la apuesta por los recursos hídricos no convencionales (desalinización y aguas regeneradas depuradas); y 2) Cambio del antiguo paradigma hidráulico basado en el incremento de la oferta mediante las transferencias de aguas. El objetivo de esta investigación es analizar el rol que ha desempeñado la desalinización en los abastecimientos durante la actual sequía 2015-2018 en la Demarcación Hidrográfica del Segura y, en especial, durante el cierre temporal del Acueducto Tajo-Segura (2017-18). A partir de datos de producción de agua desalinizada y volúmenes almacenados en los embalses de cabecera de la cuenca del Tajo se extrae la conclusión de que la desalinización, a pesar de su tradicional controversia, se ha convertido en una fuente de vital importancia y un recurso estratégico que ha permitido que no se hayan producido restricciones en la costa del sureste peninsular. De esta manera, se puede afirmar que se ha conseguido un territorio menos vulnerable a la sequía y a los efectos del cambio climático.

Palabras clave: Desalinización; sequía; cambio climático; agua; cuenca del Segura.

Abstract

In Spain, desalination has gained tremendous impetus in the last two decades thanks to the approval of the National Hydrological Plan (2001) and the Program A.G.U.A. (2004). This is due to two main factors: 1) The recurrent and intense droughts in recent years and, especially, the drought of the nineties in which the need to find new sources and the commitment to using unconventional water resources was highlighted (desalination and recycled reclaimed water); and 2) By changing the old hydraulic paradigm based on the increase in the water supply by means of water transfers. The aim of this research work is to analyse the role that desalination, a traditional controversial resource, has played in supplying water during the current drought 2015-2018 in the Segura River Basin (southeast of Spain) and, in particular,

1 Este trabajo es resultado del proyecto "Usos y gestión de recursos hídricos no convencionales en el litoral de las regiones de Valencia y Murcia como estrategia de adaptación a la sequía" (CSO2015-65182-C2-2-P) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

2 Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Valencia, España. alvaro.morote@uv.es

during the temporary closure of the Tagus-Segura Aqueduct (2017-18). In conclusion, it should be noted that desalination has become a source of vital importance that has prevented water restrictions on the coast of the south east peninsula. Consequently, the region is less vulnerable to drought and the effects of climate change.

Keywords: Desalination; drought; climate change; water; Segura River Basin.

1. Introducción

Para los usos urbano-turísticos, la necesidad de planificar los usos actuales y futuros teniendo en cuenta una posible disminución de recursos hídricos ha sido puesto de manifiesto por diversos autores en relación con el turismo y agua (Gössling *et al.*, 2012; Olcina y Vera, 2016). En este sentido, las acciones de complementariedad en los usos hídricos que incorporan recursos de procedencia diversa se presentan como solución alternativa en territorios con estrés hídrico y con desarrollo de actividades económicas de interés (Rico, Olcina y Baños, 2014; March, Hernández y Saurí, 2015; Morote y Hernández, 2017). Al respecto, en España, los recursos hídricos han condicionado el desarrollo de las actividades socio-económicas, especialmente, las adscritas al sureste peninsular, región caracterizada por la escasez de agua, por la notable exposición física frente al riesgo de sequía (Morales, Olcina y Rico, 2000; Rico, 2004) y la dependencia e importancia de las transferencias hídricas (Gil y Gómez, 2017; Gómez, 2017; Gil, Martínez y Gómez, 2018). El área de estudio de este trabajo es la Demarcación Hidrográfica de la cuenca del Segura (sureste peninsular), territorio que ha experimentado un notable incremento de la demanda de agua desde las décadas de los sesenta y setenta del pasado siglo en relación con la expansión de regadíos hortofrutícolas y con el poblamiento y desarrollo turístico-residencial (Rico, 2007; Hernández y Morales, 2008; Vera, Olcina y Díez, 2009; Hernández, 2013). Una de las principales repercusiones ha sido el incremento de la superficie urbanizada y de población (Gaja, 2008; Morote y Hernández, 2016). Este hecho, cabe indicar que no solo afecta a esta área, sino que también se ha producido en otras regiones españolas (Raya y Benítez, 2002; Domene y Saurí, 2006; Albert y Rullán, 2007; Hof y Wolf, 2014) y del resto del mundo con condiciones climáticas y modelos de urbanización similares (Loh y Coghlan, 2003; Troy y Holloway, 2004; Fernández y Barrado, 2011).

En el sureste peninsular, el incremento de la demanda de agua (usos urbanos-turísticos y agrícolas) ha repercutido en un aumento de la vulnerabilidad de los sistemas de suministro frente a la sequía, al igual que la presión sobre el recurso agua (Morote, Olcina y Rico, 2017c). En ese contexto, como ha sucedido con Castilla-La Mancha, han aecido conflictos socio-territoriales por el uso de aguas superficiales y por el funcionamiento de transferencias hídricas como son los trasvases Tajo-Segura, Júcar-Turia y Júcar-Vinalopó (Rico, 2010). Por este motivo, y como se constató con el Plan Hidrológico Nacional (2001), los crecientes problemas en términos ambientales y socio-económicos de soluciones convencionales como los trasvases habrían motivado un replanteamiento general de estas soluciones y, la oposición que conllevó su principal proyecto como fue el Trasvase del Ebro (Saurí, 2003; Saurí y Del Moral, 2001). Hasta la sequía ibérica sufrida entre 1992-95, la solución a los problemas de carencia de recursos hídricos en España, planteada en anteriores períodos de sequía, se basó en la posibilidad de obtener nuevos recursos, generalmente de origen subterráneo (Morales *et al.*, 2000). Por ello, se primaban actuaciones y políticas dirigidas a generar más oferta de recursos (Rico, Olcina, Paños y Baños, 1998) sin tomar medidas racionales en el control de las demandas. Dicho periodo de escasez de precipitaciones abrió el debate sobre la necesidad del aprovechamiento y la ordenación integrada de la totalidad de recursos potencialmente útiles, centrando la atención en las denominadas fuentes no convencionales, principalmente agua desalinizada (Morote, Rico y Moltó, 2017a) y aguas regeneradas depuradas (Rico, Arahuetes y Morote, 2016).

La desalinización se ha erigido como un recurso hídrico clave en los espacios áridos y semiáridos (March *et al.*, 2015; Hernández-Sánchez, Boluda-Botella y Sánchez-Lizaso, 2017). En la cuenca mediterránea, por ejemplo, este recurso ya se considera como una fuente estratégica y de primer orden para el abastecimiento en algunos países como es el caso de Israel (Feitelson y Rosenthal, 2012). También cabe destacar que, incluso la desalinización se ha convertido en un recurso de vital importancia en países de clima atlántico debido, tanto a la escasez de recursos hídricos por la intensificación de la demanda como por una mayor intensidad y frecuencia de los episodios de sequía. Es el caso, por ejemplo, del Reino Unido (Loftus y March, 2016) que, para hacer frente al incremento de la demanda se construyó en 2003 la desalinizadora de Beckton (54,7 hm³/año de capacidad) que capta el agua del Estuario del río Tamesis

para suministrar agua potable al Área Metropolitana de Londres (*The Greater London*) (unos 15 millones de habitantes).

A nivel mundial existen alrededor de 18.000 plantas que producen agua potable con una capacidad de producción de 99,8 hm³/día, siendo el 60% agua procedente del mar (desalinizadoras) y el resto agua salobre procedente de acuíferos (desalobradoras). En relación con la tecnología usada cabe destacar que el 60% de toda la producción se realiza mediante la tecnología de ósmosis inversa. Respecto al destino de estos recursos, el 60% es para suministro urbano (Zarza, 2018). Por países, según la capacidad de producción instalada, el orden es el siguiente: Emiratos Árabes, Libia, Kuwait, Qatar, Estados Unidos, Japón y España (Fundación Aquae, 2018). Por regiones, en el Mediterráneo destacan tres puntos donde se concentran unas de las mayores áreas de producción: 1) Israel; 2) El sureste español; y 3) El Norte de África (principalmente en Argelia). En España, respecto a los datos de producción y capacidad, cabe insistir en la complejidad de su análisis debido al gran número de pequeñas plantas construidas por comunidades de regantes y usuarios que, hacen complejo conocer con exactitud las cifras reales. Caji-gas (2012) estimó 1.500 hm³/año de capacidad de producción, unas 700 plantas y, destacando además que, España es el país más puntero en tecnologías de desalinización por ósmosis inversa (el 87% de la producción) y el que más agua desalinizada destina para regadío (el 30%). Por otra parte, Morote *et al.* (2017a) indican que en España existen alrededor de 900 plantas con una capacidad de producción de 1.100 hm³/año. Respecto al suministro urbano, cabe poner de manifiesto que el 5% del total del volumen suministrado, actualmente, es agua desalinizada. A ello, cabe sumar que España cuenta con la planta con mayor capacidad de producción en Europa (Torrevieja con 80 hm³/año) y que, de las 20 empresas relacionadas con la construcción de desalinizadoras en el mundo, 8 son españolas (Zarza, 2018). De hecho, la planta con mayor capacidad a nivel mundial (Sorek; Tel Aviv, Israel), inaugurada en 2013 y con una capacidad de 227 hm³/año, fue construida por la empresa española Sadyt (Fundación Aquae, 2018).

En el sureste peninsular, la desalinización ha garantizado de forma muy notable el suministro de agua, especialmente en áreas litorales y prelitorales, donde el crecimiento de nuevos desarrollos urbanos precisa de volúmenes de agua adicional. Por lo tanto, diversificar las fuentes de suministro debería ser una estrategia para la gestión de las sequías (como la actual de 2015-18). Como ponen de manifiesto Feitelson y Jones (2014) la desalinización ha tenido un notable desarrollo como solución a la escasez de agua en países localizados en regiones semiáridas, sin embargo, este recurso, no ha estado exento de polémica (controversia social, económica, política y ambiental) (Morote *et al.*, 2017a; 2017b). Como indican March *et al.*, (2015), la desalinización sigue representando una alternativa con importantes puntos de contacto con el paradigma hidráulico tradicional basado en las grandes obras gestionadas de una manera centralizada a partir de un enfoque “*top-down*” y que, generalmente se justifican acudiendo a una escasez pretendidamente “natural” (Saurí y Del Moral, 2001). Sin embargo, la desalinización también constituye, hasta cierto punto, una muestra de los cambios recientes en la gestión del agua, especialmente en lo que se refiere a una mayor presencia de intereses privados en esta gestión, también a nivel de abastecimientos en alta y para aquellos usos que, en principio, disponen de mayor capacidad económica (March, 2015).

Para el caso español, cabe indicar que hay autores que han discutido acerca del rol que puede jugar la desalinización en la política hídrica (Gil, Bernabé y Gómez, 2017; Morote *et al.*, 2017a; 2017b; Del Moral *et al.*, 2017; Swyngedouw, 2015; Swyngedouw y Williams, 2016), debate y controversia que también ha surgido en otras regiones y países en relación con los costes económicos (Zetland, 2017) como, por ejemplo, en Australia en torno al debate de la desalinización y la construcción de embalses (Turner *et al.*, 2017). Respecto a los impactos sociales, cabe indicar que este recurso no convencional tradicionalmente ha llevado aparejado un problema de aceptación social (Gibson *et al.*, 2015) que, también se ha dejado notar en el caso español con la escasa percepción de este recurso por sus elevados costes. Morote *et al.* (2017a) indican que la desalinización puede significar el final de la escasez “física” de agua en las áreas costeras del mediterráneo, no obstante, diferentes autores se han referido también a un concepto nuevo, el de “escasez socio-económica” que, vendría definido por la imposibilidad de algunos usuarios de acceder a esos nuevos volúmenes de agua (Meerganz Von Medeazza, 2004; March, Saurí y Rico, 2014; March, 2015), especialmente por los usuarios agrícolas (Aznar, Belmonte y Valera, 2007; Morote *et al.*, 2017a) e, incluso usuarios urbanos debido a la creación de una percepción de “escasez de agua” (Fragkou y McEvoy, 2016).

En relación con la sequía, considerada como el mayor riesgo natural que amenaza a la sociedad actual, tiene amplios impactos negativos en el medio (Paneque y Vargas, 2015; Paneque, Lafuente y

Vargas, 2018). En el caso del sur europeo, se trata de una región notablemente propensa a este peligro climático (Vargas y Paneque, 2017; 2018). La importancia de la desalinización se acentúa, más aún si cabe, si se tienen en cuenta los efectos del cambio climático y la adaptación a éste, constituyendo uno de los mayores retos de las sociedades a escala global (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). En este sentido, en España, se ha realizado modelización regional de precipitaciones y de recursos de agua circulante que, en ambos casos, señalan una disminución más cuantiosa en los territorios situados al sur del paralelo 40° norte (Agencia Estatal de Meteorología, 2017; Centro de Estudios y de Experimentación de Obras Públicas, 2017). Según Olcina y Vera, (2016), hay dos procesos que, por efecto del calentamiento global, pueden acentuarse en España con implicaciones directas en los recursos hídricos: 1) El aumento de los extremos atmosféricos (precipitaciones más intensas y concentradas en el tiempo); y 2) La reducción de precipitaciones y de volúmenes de agua disponible y acentuación de las sequías. La producción de agua desalinizada ha sido considerada por el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), como una fuente de recursos con gran potencial para plantear estrategias adaptativas frente al cambio climático, particularmente en ámbitos y regiones caracterizadas por la aridez (Morote *et al.*, 2017a). Estos recursos no convencionales podrían contribuir, como indican Baldwin y Uhlman (2010), a elevar la seguridad hídrica para convertirse en una fuente de suministro robusta, modulando su producción en la medida que sea preciso, atendiendo a las oscilaciones de oferta que experimentan los recursos convencionales por condicionantes climáticos e hidrológicos sujetos a periodos de intensa y prolongada sequía.

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo un análisis del rol que está desempeñando la desalinización en la Demarcación Hidrográfica de la cuenca del Segura (sureste peninsular español) durante la actual situación de sequía (2015-2018). Para ello, se tendrá en cuenta y se valorará la importancia de este recurso durante situaciones de reducción de precipitaciones y, como ha sucedido, con el cierre temporal del Acueducto Tajo-Segura (mayo de 2017-marzo de 2018) y cómo puede convertirse en un recurso estratégico y de adaptación a la sequía. Como hipótesis de investigación cabe indicar que este recurso, a pesar de las desventajas que aún tiene respecto a otras fuentes de suministro, se convierte en una fuente indispensable durante situaciones de reducción de precipitaciones y una alternativa a los trasvases para la gran mayoría de los suministros urbanos litorales y prelitorales del sureste ibérico.

2. Metodología

La metodología aplicada ha sido la de un estudio regional en un medio semiárido, como es el caso de la Demarcación Hidrográfica del Segura. La labor de búsqueda de documentación y consulta de datos y el trabajo de campo han constituido la base para el desarrollo de esta investigación. Atendiendo a los objetivos del trabajo se han seguido dos fases. La primera de ellas ha sido la realización de una revisión y análisis de trabajos relacionados con la sequía y su aseveración por los efectos del cambio climático y estudios sobre la desalinización, especialmente, en la Demarcación Hidrográfica de la cuenca del Segura (área de estudio) (Figura 1). Además, se ha realizado un balance de ventajas y desventajas que ofrece este recurso a partir de esta revisión de trabajos y cómo pueden extrapolarse al caso de estudio.

En segundo lugar, gracias a la realización de diferentes reuniones con los gerentes y técnicos (septiembre y octubre de 2017) de los principales organismos y empresas que gestionan las plantas desalinizadoras en el sureste peninsular (Mancomunidad de los Canales del Taibilla —MCT, y Aguas de las Cuencas Mediterráneas— Acuamed), se han proporcionado y manejado datos e información actualizada. Concretamente, se han facilitado datos de precio del agua (€/m³), consumo de energía (kWh/m³) y producción de agua (hm³/año). En este trabajo se ha tenido en cuenta esta información, especialmente durante la actual situación de sequía 2015-2018, además de datos de transferencias del Acueducto Tajo-Segura (ATS) y volúmenes de almacenamiento en la cabecera del Tajo (embalses de Entrepeñas y Buendía) proporcionados por el Ministerio para la Transición Ecológica, al igual que las distintas fuentes de suministro de la MCT. Con ello, se ha podido comprobar la tendencia del agua desalinizada producida en el sureste peninsular durante este periodo. Con estos datos y con la bibliografía consultada se ofrece un balance de inconvenientes y ventajas de la desalinización en el área de estudio y qué medidas de actuación se deberían adoptar en relación con este recurso para lograr una mayor implantación de uso en las áreas costeras. También se ha consultado el informe realizado en 2017 por el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS) para analizar las soluciones para el aporte de recursos complementarios a las zonas abastecidas por el ATS. Para este último caso, la información proporcionada por estos usuarios

agrarios ha servido para poder comparar en el apartado de Discusión de resultados las desventajas que aún ofrece la desalinización para la agricultura en comparación con los suministros urbanos.

Figura 1. Área de estudio. Demarcación Hidrográfica de la cuenca del Segura



Elaboración propia

3.Resultados

3.1. *La sequía, un riesgo natural inherente del sureste peninsular agravado por el cambio climático e incremento de la demanda de agua*

La sequía es un fenómeno natural que se define como una anomalía transitoria con valores de precipitación inferior a lo normal en un área determinada durante un periodo de tiempo más o menos prolongado (Wilhite, 2000). Según Rico (2004) las sequías ofrecen como denominador común la disminución de lluvias durante periodos de tiempo más o menos prolongados que, con ello, restringen la oferta natural de recursos de agua disponible. Por su parte, La Calle (2007) explica que es una situación de descenso de las precipitaciones de duración e intensidad inusual que, no debe confundirse con la aridez habitual y natural de determinados lugares o la escasez producida por la explotación humana de las aguas. En España, por su propia ubicación geográfica, en relación con la circulación atmosférica general del oeste y la subsidencia subtropical, los episodios de sequía constituyen uno de los principales riesgos naturales de origen atmosférico (Rico, 2004; Olcina, 2018). Al respecto, Vargas y Paneque (2018) ponen de manifiesto que las distintas regiones españolas vivirán este tipo de episodios de manera periódica por lo que desde el punto de vista de su gestión es fundamental asumir la normalidad de este tipo de eventos.

En España, los efectos de las sequías, grado de percepción y respuestas humanas son muy diferentes según regiones (Rico, 2001). Según Rico (2004), Baleares, Canarias y los territorios adscritos a las confederaciones hidrográficas del Segura, Júcar y Sur tienen demandas próximas o superiores a la oferta natural de recursos existentes. Un factor decisivo en España ha sido la intensificación de los consumos propiciado por la expansión de las ciudades e industrias, la configuración de dorsales urbano-turísticas en territorios costeros y el incremento en más de 2 millones de hectáreas de regadíos durante los últimos cincuenta años (Hernández, Rico y Juárez, 2010). Por ejemplo, para el caso de la cuenca del Segura, el balance entre demanda y recursos hídricos pone de manifiesto que existe un déficit de unos 400 hm³ (Plan Hidrológico de la cuenca del Segura, 2015-2021). Respecto a lo anterior, como explican Vargas y Paneque (2018), a la situación climatológica actual, se suma la persistencia de un modelo de gestión del agua expansionista basado en el aumento de la oferta hídrica, fundamentalmente por el incremento del regadío y la puesta en riego de cultivos tradicionalmente de secano y a ello, se une la primacía de las estrategias de

gestión de las sequías basadas en las medidas reactivas y de emergencia sobre las estrategias preventivas, de mitigación y adaptación, las cuales, deberían ser objeto de un proceso de planificación. De esta forma, ante la ausencia de criterios y de medidas concretas de planificación territorial para ordenar la expansión de las diferentes áreas de uso y, con ello, de las demandas de agua, para el caso del sureste peninsular, según algunos autores, éste ha alcanzado una situación que se denomina de “déficit estructural” donde los recursos disponibles son siempre insuficientes para atender los consumos establecidos (Calvo, 2002).

En la Demarcación Hidrográfica de la cuenca del Segura, el actual periodo de sequía fue declarado con la aprobación del Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, por el que se aprobó la situación de sequía en el ámbito territorial de la cuenca y por la que se adoptan medidas excepcionales para la gestión de los recursos hídricos. En dicho RD se ponía de manifiesto que la situación hidrológica en la que se encontraban los aprovechamientos vinculados al ATS y la cabecera del Tajo como consecuencia de la falta de precipitaciones durante el anterior año hidrológico, ocasionaba que no se garantizaran las demandas de agua en la cuenca del Segura. A esta situación de sequía en la cabecera del Tajo cabe añadir el establecimiento de unas normas de explotación más conservadoras que las que regían anteriormente. Estas nuevas reglas del ATS establecidas en la disposición adicional decimoquinta de la Ley 21/2015, de 20 de julio, de Montes y en el Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre han significado que el umbral mínimo de “no trasvase” se eleve de 240 a 400 hm³ cuando se alcance este volumen en los embalses de cabecera (Entrepeñas y Buendía). La media mensual del volumen almacenado en cabecera durante la última década es de 666 hm³ (desde octubre de 2008 a julio de 2018) pero esta cifra experimenta fuerte oscilación dependiendo de situaciones de sequía y de bonanza pluviométrica. Ello significa que, fácilmente, durante periodos de sequía, el volumen de agua almacenada se situará por debajo del umbral de no trasvase (400 hm³) como ya se ha constatado durante los años hidrológicos 2005-06, 2009-10 y 2015-16. Sin embargo, como en esos años estaba rigiendo el anterior límite de “no trasvase” de 240 hm³, las transferencias a la cuenca del Segura fueron permitidas. Ello significó que, de un total de capacidad total de almacenamiento en Entrepeñas y Buendía de 2.474 hm³, con un 12% de agua embalsada se efectuaron transferencias. Además, como han analizado Morote *et al.* (2017c) los volúmenes almacenados en cabecera se situarán por debajo del nuevo umbral de no trasvase aproximadamente cada cinco años (ciclos de sequía). Por tanto, habrá que tener en cuenta que no se permitirán transferencias a la cuenca del Segura coincidiendo con estos episodios con lo que es de vital importancia buscar alternativas y soluciones para paliar esa reducción de aportes.

Tabla 1. Nuevas reglas de explotación del Acueducto Tajo-Segura. Niveles mensuales de caudal almacenado en cabecera (Entrepeñas y Buendía)

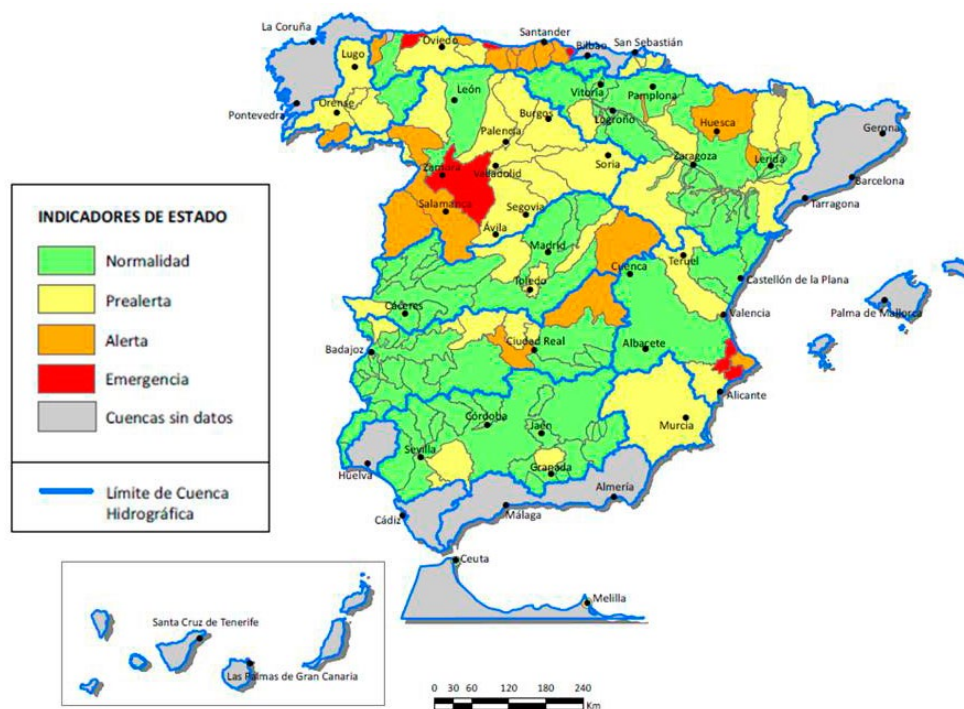
Nivel 1. Se dará cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía sean iguales o mayores que 1.300 hm ³ , o cuando las aportaciones conjuntas entrantes a estos embalses en los últimos doce meses sean iguales o mayores que 1.200 hm ³ . En este caso el órgano competente autorizará un trasvase mensual de 60 hm ³ , hasta el máximo anual antes referido.
Nivel 2. Se dará cuando las existencias conjuntas de Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 1.300 hm ³ , sin llegar a los volúmenes previstos en el Nivel 3, y las aportaciones conjuntas registradas en los últimos doce meses sean inferiores a 1.200 hm ³ . En este caso el órgano competente autorizará un trasvase mensual de 38 hm ³ , hasta el máximo anual antes referido.
Nivel 3. Se dará cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía no superen, a comienzos de cada mes: Octubre (613 hm ³), Noviembre (609 hm ³), Diciembre (605 hm ³), Enero (602 hm ³), Febrero (597 hm ³), Marzo (591 hm ³), Abril (586 hm ³), Mayo (645 hm ³), Junio, (673 hm ³), Julio (688 hm ³), Agosto (661 hm ³), Septiembre (631 hm ³). En este nivel, denominado como de situación hidrológica excepcional, el órgano competente podrá autorizar discrecionalmente y de forma motivada un trasvase de hasta 20 hm ³ /mes.
Nivel 4. Se dará esta situación cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 400 hm ³ , en cuyo caso no cabe aprobar trasvase alguno.

Fuente: Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Elaboración propia

La situación de sequía en la cabecera del Tajo ya era grave antes de que entraran en funcionamiento las nuevas reglas de explotación en 2016. La reducción de aportes ya se venía produciendo desde el año hidrológico 2014-15 (Figura 2). Por ejemplo, en septiembre de 2014 el volumen almacenado ascendía a 604 hm³ (el 24,73% de la capacidad total de los embalses de cabecera) en contraste con la primavera de ese mismo año en el que los volúmenes superaban los 800 hm³. Esta situación de reducción de aportes se mantuvo durante dicho año hidrológico hasta que, en septiembre de 2015, el agua almacenada registrada

era inferior a los 400 hm³. De estar vigentes las nuevas reglas de explotación en esa fecha, no se podría haber autorizado trasvase alguno (Tabla 1). En ese mes el volumen de agua almacenada era de tan sólo 360 hm³ (el 14,74% de la capacidad total). Esta situación permaneció hasta el mes de marzo de 2016 en la que, tras las lluvias de primavera, los volúmenes se recuperaron levemente hasta el mes de abril de 2017 (nivel 3) pero con unos volúmenes de almacenamientos próximos a los 400 hm³ alcanzando tan sólo un máximo de 626 hm³ en junio de 2016. Sin embargo, tras un otoño e invierno secos la situación se agravó durante 2017. En mayo de ese año las reservas se situaron por debajo del límite de no trasvase (393 hm³) y, por tanto, el ATS se cerró temporalmente. Esta situación se mantuvo hasta marzo de 2018 (11 meses en la que el ATS permaneció cerrado) alcanzando un mínimo de 233 hm³ en diciembre de 2017 (el 9,54% de la capacidad total de almacenamiento) (Figura 3). Finalmente, tras la sucesión de entradas de borrascas atlánticas durante los meses de febrero y marzo de 2018, los niveles de agua embalsada se recuperaron y, en abril de 2018 se alcanzó nuevamente el nivel 3 (467 hm³), entrando en funcionamiento de nuevo el ATS con un trasvase mensual de 20 hm³/mes. También cabe indicar que a esta situación (reducción de volumen almacenado durante la sequía en la cabecera del Tajo) influyeron factores estructurales como es una mayor evaporación durante los meses estivales, el agua desembalsada para el abastecimiento de los pueblos ribereños que, son los que tienen prioridad de uso, y el incremento de la demanda de agua durante el verano. Este periodo de sequía se dejó notar también en el resto de la cuenca del Tajo. Con un total de almacenamiento de la cuenca de 11.012 hm³, en el peor de los meses de la sequía (diciembre de 2017), tan sólo había almacenado un total de 4.119 hm³ (el 37%), destacando que, durante la última década la media de volumen almacenado asciende a 5.350 hm³ (48,58%).

Figura 2. Mapa de seguimiento de la sequía (mayo de 2015)

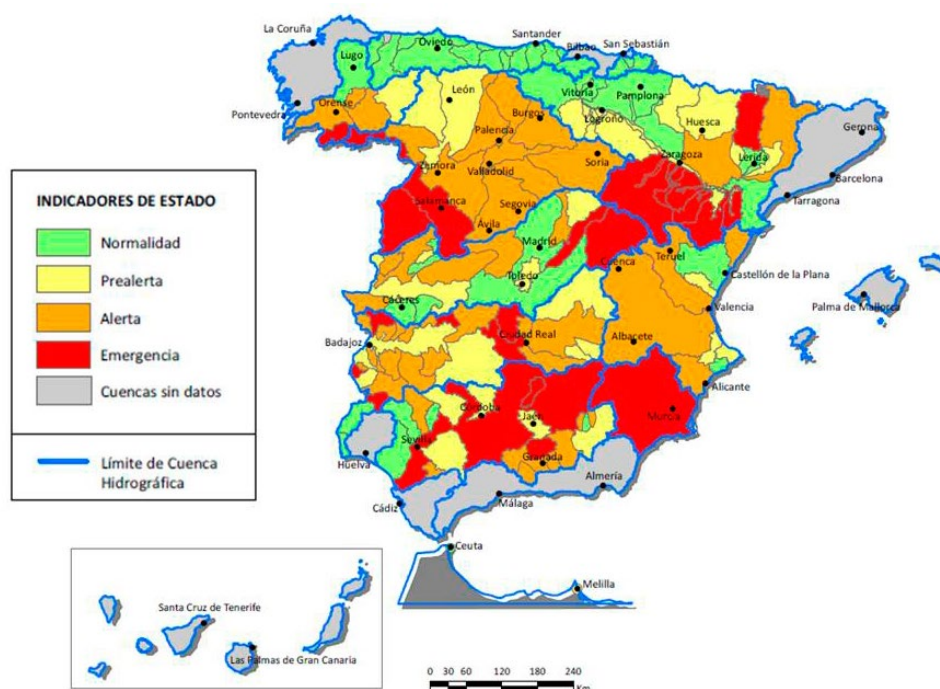


Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (2018)

En desarrollo de lo establecido en el artículo 27 del PHN (2001), la Demarcación Hidrográfica del Segura tiene implantado un Sistema Global de Indicadores Hidrológicos que permite prever situaciones de sequía (Figura 2 y 3). Este sistema se encuentra declarado por la Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo, por la que se aprueban los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía (PES) en los ámbitos de los planes hidrológicos de cuencas intercomunitarias. El Indicador de Estado del Sistema Global de la cuenca del Segura, calculado según la metodología descrita en el plan especial de actuación de la Demarcación Hidrográfica del Segura, se encontraba el 15 de marzo de 2015 en situación de prealerta (0,427). Este indicador de Estado del Sistema Global que, oscila entre 0 y 1, había

descendido en un año desde el valor de 0,887 (1 de marzo de 2014) hasta el 0,460 referido, manteniendo una tendencia descendente debido a la disminución de las aportaciones interanuales que se produjeron en la cabecera de las cuencas del Segura y Tajo. De tal manera que, si en la cuenca del Segura la aportación interanual (la de los últimos 365 días) a fecha 1 de marzo de 2014 era de 752,2 hm³, ese mismo día de 2015 era de tan solo 381 hm³, lo que suponía una merma del 50%. Por su parte y en lo que se refiere a los regadíos vinculados al ATS, cuyos usuarios de acuerdo con las sentencias del Tribunal Supremo de fecha 25 de noviembre de 2002 y 24 de mayo de 2013, lo son también de la cuenca del Segura al pertenecer a ésta las aguas desde que resultan trasvasadas, habían visto reducidos sus recursos disponibles, desde los 142,5 hm³ que se acordó trasvasar para regadío entre los meses de octubre y febrero de 2014 a los 94,5 hm³ de 2015.

Figura 3. Mapa de seguimiento de la sequía (febrero de 2018)

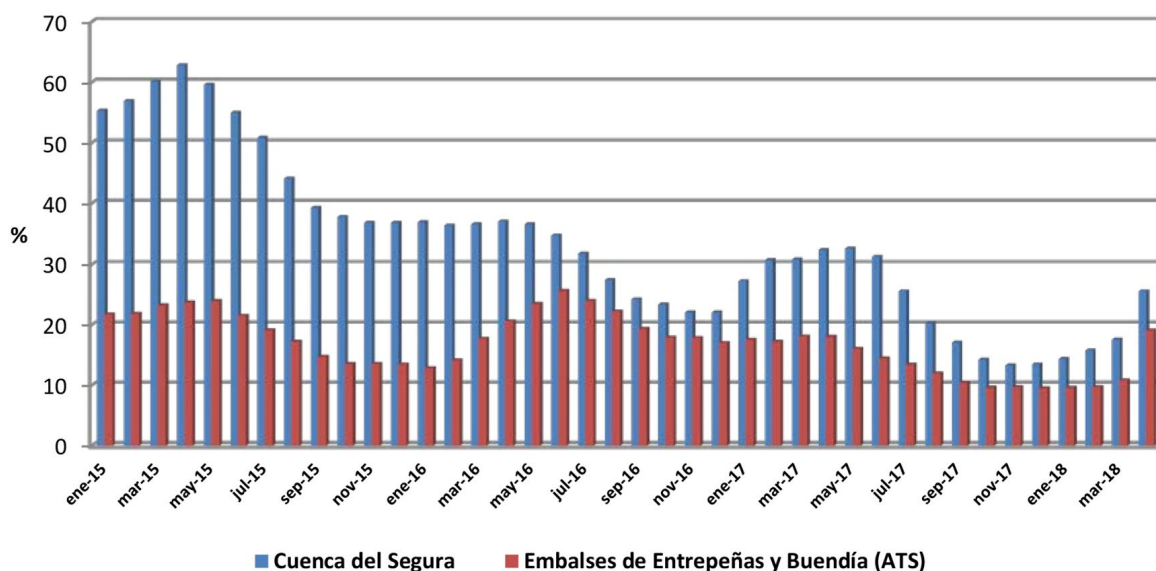


Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (2018)

Esta situación venía causada ya desde el año hidrológico 2013/14 que fue extremadamente seco y cálido desde el punto de vista meteorológico, con una precipitación en el conjunto del ámbito territorial de la cuenca del Segura de tan sólo el 42% de su valor medio histórico, como consecuencia de una pluviometría acumulada de unos 153 mm sobre un valor medio anual de 365 mm. Ese hecho agravó el déficit de recursos existente en la cuenca que, con pluviometría normal, ya se eleva a 480 hm³/año y que se encuentra asociado a la sobreexplotación de aguas subterráneas y a la infradotación de los cultivos existentes principalmente en zonas regables del ATS, dificultando la consecución de los objetivos ambientales para las distintas masas de agua en los plazos previstos en el Plan Hidrológico de la Demarcación. En la cuenca del Segura, el peor periodo de la sequía fue el comprendido entre los meses de julio de 2017 y marzo de 2018, en el que las reservas se encontraban por debajo del 25%, destacando, por ejemplo, los meses de otoño e invierno de 2017 como noviembre (13,33%) y diciembre (13,51%). Tras las lluvias de marzo y abril, las reservas se recuperaron hasta alcanzar porcentajes superiores al 30% (Figura 4). A esta situación, como se ha comentado anteriormente, cabe añadir que las reservas de la cabecera del Tajo se recuperaron y volviendo el ATS a funcionar. Tras tres años de la declaración de sequía en el ámbito del Segura, actualmente, a pesar de que las reservas en los embalses de cabecera del ATS han alcanzado la cifra de 586 hm³ (24 de septiembre de 2018; por encima del umbral de no trasvase fijado en 400 hm³) y, un porcentaje de almacenamiento del 22,28% de los embalses en la cuenca del Segura que albergan 254 hm³ (612 hm³ de media en la última década), actualmente, la situación sigue siendo de sequía (Figura 4). De hecho, desde la declaración del citado RD de 2015 de 8 de mayo, se han aprobado hasta 4 prórrogas (Real

Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, 1ª prórroga hasta el 30/09/2016; Real Decreto 335/2016, de 23 de septiembre, 2ª prórroga hasta el 30/09/2017; Real Decreto 851/2017, de 22 de septiembre, 3ª prórroga hasta el 30/09/2018; y Real Decreto 1210/2018, de 28 de septiembre, 4ª prórroga hasta el 30/09/2019). Sin embargo, cabe indicar que desde el 27 de abril el índice de Estado General Global de la sequía en la cuenca del Segura pasó de “emergencia” a “alerta” (0,44), y ha entrado en “prealerta” con fecha de 1 de septiembre de 2018 (0,402).

Figura 4. Volumen de agua almacenada en la cuenca del Segura y cabecera del río Tajo (Entrepeñas y Buendía) (enero de 2015-julio de 2018)



Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica (2018)

En relación con el cambio climático, en regiones del mundo, como la península Ibérica, éste puede ocasionar una disminución de las precipitaciones y una mayor intensidad de los periodos de sequía. En las tres últimas décadas se ha registrado ya una reducción a las aportaciones medias anuales ($\text{hm}^3/\text{año}$) en todas las demarcaciones hidrográficas españolas. Ello ha sido corroborado por diversos autores que ponen de manifiesto un claro cambio en los patrones de precipitación en los últimos veinte años (Martín y González, 2015). Para el caso del sureste peninsular se ha estimado en una reducción del 0-15%, un incremento de los periodos secos y un descenso de los días de lluvia (Valdés, Pardo y Tenza, 2017). Además, este cambio, ya observado en el patrón estacional de las lluvias, está provocando una disminución de días de lluvia al año y una concentración mayor de éstos en otoño en detrimento de la primavera (las dos únicas estaciones del año lluviosas en el sureste ibérico), teniendo en cuenta que las primeras, en las regiones del litoral mediterráneo, son poco aprovechables, torrenciales pero súbitas y no almacenables (Olcina, 2016). Comparando datos de aportación media de recursos hídricos entre 1996-2005 (serie corta), en relación con los valores medios del período 1940-1995 (serie larga), esta disminución se eleva al 14,3% para el conjunto del país, con valores más altos de esta reducción, por encima del 20%, que se corresponden con las cuencas hidrográficas situadas en la mitad sur peninsular y el litoral mediterráneo. Para la cuenca del Segura, la reducción de aportaciones ha sido del -38,2% (de 817 a 505 $\text{hm}^3/\text{año}$) en comparación con la media del periodo 1996-2005 y 1940-1995, siendo esta demarcación la que habría experimentado una disminución mayor en el conjunto de cuencas hidrográficas españolas (Martín y González, 2015). Por otra parte, el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura ha manejado en sus propuestas de planificación (Segundo Ciclo, 2015-21) unos porcentajes de reducción futura de los aportes de agua por los efectos del cambio climático del 5%.

En la cuenca mediterránea, no sólo se espera que aumenten las temperaturas medias, sino que también se prevé que las precipitaciones disminuyan durante el s. XXI, lo que agrega tensiones adicionales a la disponibilidad de agua (Morote *et al.*, 2017c). En este sentido, desde la Comisión Europea, en 2007, se afirmaba claramente que la elaboración de estrategias eficaces de gestión del riesgo de sequía debía

considerarse una prioridad. Además, cabe insistir que los gestores de los recursos hídricos necesitan tomar decisiones sobre cómo adaptarse al cambio climático antes de que se resuelvan las incertidumbres científicas de la modelización del clima y la evaluación del impacto hidrológico (Gober *et al.*, 2016). Como indica Olcina (2018), la situación por el acceso a los recursos hídricos se puede agravar, aún más, si se cumplen las previsiones de reducción de lluvia y de incremento de la irregularidad pluviométrica previstas en la modelización climática. Por tanto, habrá que tener muy en cuenta estos escenarios para la adaptación de los territorios a las sequías y reducir la vulnerabilidad de éstos frente a la reducción de aportes hídricos (Vargas y Paneque, 2017; 2018).

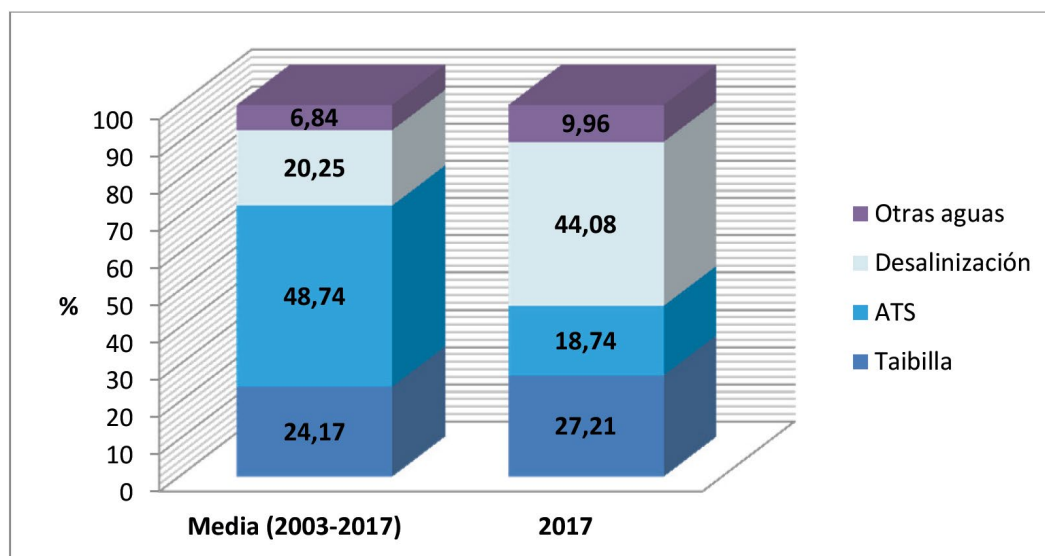
3.2. La desalinización. Un recurso estratégico durante situaciones de sequía

En España, el gran impulso de la desalinización se llevó a cabo gracias a la aprobación de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del PHN y en 2004 por el Programa A.G.U.A. que desarrolla la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del PHN. Respecto al primero, como indican Morote *et al.* (2017a), éste hizo suyas las peticiones de los distintos planes de cuenca que, recogieron diferentes actuaciones en materia de abastecimientos de agua. Sin embargo, la mayoría eran de perfil marcadamente hidráulico, con inversiones con la finalidad de crear nuevas conducciones de captación y transporte, embalses, potabilizadoras, estaciones depuradoras y desalinizadoras. Con la aprobación del Programa A.G.U.A. en 2004 se ha asistido al mayor impulso a la construcción de plantas desalinizadoras. Dicho programa surgió como una renovada política del agua en las cuencas del Mediterráneo que iban a ser abastecidas por el Trasvase del Ebro que se contempló en el PHN (2001). Uno de sus ejes centrales era la sustitución de 1.050 hm³ previstos en el mencionado trasvase con la desalinización y que, garantizaba, junto con las plantas previstas en el PHN y otras actuaciones en mejora de infraestructuras hidráulicas, el agua precisa para el abastecimiento de la MCT (usos urbanos) (March *et al.*, 2014).

En la MCT se concentra la mayor capacidad de producción de agua desalinizada en la Demarcación Hidrográfica de la cuenca del Segura. Las propias plantas de la MCT (San Pedro del Pinatar I y II, y Alicante I y II —éstas dos últimas adscritas a la cuenca del Júcar pero que también puede abastecer a áreas del Segura—), la capacidad de producción asciende a 96 hm³/año, aunque cabe matizar que, hasta el momento, nunca se ha alcanzado el volumen máximo de producción. Cabe explicar que el volumen producido ha oscilado en función de la coyuntura pluviométrica. Por ejemplo, sólo se desalinizaron 6,2 hm³ (el 6,45%) en 2013. Es decir, se alcanzó una cifra similar cuando comenzó a funcionar la de Alicante I en 2003 (5,2 hm³) pero, en este caso, con 4 desalinizadoras acabadas. Esto fue debido a la disponibilidad de otros recursos convencionales como fueron los proporcionados por el río Taibilla que, en 2013 proporcionó un volumen de 72,6 hm³, destacando además que, en el año anterior no alcanzó los 50 hm³. En cambio, cabe indicar que el histórico de volumen máximo de agua producida se ha producido en 2017 con un total de 54,6 hm³ que, sumado a la producción de las plantas de Valdelentisco, Águilas y Torrevieja (Acuamed) de las que la MCT también puede hacer uso para suministro urbano, la cifra ha alcanzado los 85,3 hm³. Por ejemplo, para el caso de las plantas de la MCT, la producción total en 2017 ha sido de: San Pedro del Pinatar I (22,7 hm³), San Pedro del Pinatar II (17,2 hm³), Alicante I (12,3 hm³) y Alicante II (9,8 hm³). Sin embargo, si se tiene en cuenta el porcentaje de agua producida, éste alcanza la cifra del 56,8% de la capacidad total instalada en el área atendida por la MCT (96 hm³/año). Por lo tanto, en la MCT, la producción se ha visto influenciada por el hecho de disponer de agua procedente del Taibilla y del ATS. Por este motivo, se puede apreciar que ante la reducción de los llamados recursos convencionales la desalinización se convierte en un recurso estratégico para paliar el déficit de agua.

En la cuenca del Segura, cada vez más, la desalinización se está convirtiendo en una fuente estratégica y necesaria y, especialmente coincidiendo con episodios de sequía que ha conllevado ya, al cierre temporal del ATS entre mayo de 2017 y marzo de 2018. Para el caso del suministro urbano, durante este periodo, dichas transferencias han sido sustituidas sin ningún problema con agua desalinizada (y en algunos casos las agrarias) evitando de esta manera cortes de suministro y restricciones. Ello, cobra mayor relevancia teniendo en cuenta que de los volúmenes suministrados por la MCT, las transferencias del ATS suponen el 56,38% (durante el periodo 1989-2017). Desde 2003 (fecha de finalización de la primera planta en la MCT —Alicante I—), la media de agua suministrada desalinizada por este organismo ha representado el 20,25% pero, sin embargo, durante 2017 ésta ha pasado a representar el 44,08%, mientras que las transferencias del ATS tan sólo han alcanzado la cifra del 18,74% (Figura 5).

Figura 5. Fuentes de suministro de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla (media del periodo 2003-2017 y año 2017)



Nota: Se ha escogido el periodo a partir de 2003 debido a que es el año cuando se incorpora la desalinización como fuente de suministro (Alicante I.) Para el año 2017 cabe indicar que a partir de mayo de ese mismo año el ATS permaneció cerrado

Fuente: Mancomunidad de los Canales del Taibilla (2018)

Como se ha puesto de manifiesto, la situación actual de sequía se está afrontando con todas las plantas desalinizadoras del Programa A.G.U.A. en funcionamiento, a excepción de Torrevieja que tan sólo puede producir la mitad de su capacidad de producción por falta de suministro de energía (unos 40 hm³/año). Al respecto, cabe indicar que, a corto plazo, se pueda producir a su máximo rendimiento con la finalización de las obras de la línea eléctrica. Hasta la apertura de nuevo en abril de 2018 del ATS, las plantas de la MCT suministraron alrededor del 60-70% de los recursos disponibles en la franja litoral. La desalinización cobra un rol tan importante que, incluso ya se contempla como un recurso de emergencia para ser transferido a otras regiones y comarcas que no tiene un acceso “directo” a este recurso. Es el caso de la planta de Muchamiel (comarca de l’Alacantí; Demarcación Hidrográfica del Júcar) que, con una capacidad de producción de 18 hm³/año (construida en 2012), funcionó entre el verano de 2015 y otoño de 2016 para suministrar 10,8 hm³ a la comarca de la Marina Baja (principalmente para abastecer a la ciudad de Benidorm) a través de la conducción de emergencia Rabasa-Fenollar-Amadorio. Sin embargo, debido a las precipitaciones acaecidas durante el otoño de 2016, los embalses de la Marina Baja (Guadalest y Amadorio) se recuperaron, garantizando el suministro con recursos propios y, por tanto, no se prorrogó el convenio con Acuamed que prolongaba la concesión de suministro de agua desde esta planta.

4. Discusión de resultados

Durante la actual sequía 2015-18 se ha comprobado como la desalinización se ha convertido en un recurso de vital importancia para los abastecimientos. Por ejemplo, en la costa del sureste peninsular prácticamente no se han producido restricciones en el suministro urbano durante este periodo, a diferencia de la sequía de los noventa (Rico, 2004). Por lo tanto, la desalinización, ya es una realidad en gran parte de la costa mediterránea y en la Demarcación Hidrográfica del Segura. Este recurso cobra aún más importancia debido a que las normas de explotación del ATS se han modificado al pasar de 240 a 400 hm³. Con estas nuevas reglas de explotación las reservas en la cabecera del Tajo se situarán con gran frecuencia en el nivel 4 (no trasvase) como ya ha sucedido recientemente desde agosto de 2015 a enero de 2016 y desde mayo de 2017 hasta marzo de 2018. Como se ha puesto de manifiesto, en las tres últimas décadas se ha registrado ya una reducción a las aportaciones medias anuales (hm³/año) en todas las demarcaciones hidrográficas españolas. Para las dos cuencas hidrográficas que integran el sistema Tajo-Segura la reducción de aportaciones ha sido del -14,4% (Tajo, de 10.533 a 9.012 hm³/año) y del -38,2% (Segura, de 817 a 505 hm³/año) (Martín y González, 2015). De manera que, desde que se diseñó el ATS a la actualidad, los recursos disponibles en una y otra cuenca hidrográfica han disminuido.

Durante el cierre temporal del ATS las transferencias de esta infraestructura para usos urbanos se han suplido sin problemas con agua desalinizada. Ejemplo de ello son las ciudades del litoral y prelitoral de la cuenca del Segura que, durante este periodo, cerca del 60-70% del agua que se ha suministrado procedía de agua de mar. Cabe tener en cuenta que la media de transferencias del ATS es de 324 hm³/año (1979-2017), siendo para suministro urbano para la MCT, 122 hm³/año (el 37%). No obstante, durante 2017, en la MCT se ha suministrado un total de 85,3 hm³ de agua desalinizada (el 44,08%) para suplir las transferencias del ATS que, sumaron una cifra de 37 hm³ (18,74%) antes de su cierre en mayo de 2017. Sin embargo, la situación es totalmente diferente para el caso de los regadíos de la cuenca del Segura. Por ejemplo, es el caso de las explotaciones agrícolas que dependen del ATS. Al respecto, cabe destacar que el SCRATS (147.276 ha) elaboró en 2017 un informe de actuaciones a corto, medio y largo plazo para solventar la situación de escasez de recursos hídricos (Tabla 2). Determinaron que, para las áreas de regadío servidas por este sindicato de regantes, de seguir con la misma superficie de regadío y misma dotación, sería necesario contar con un volumen complementario de unos 205 hm³/año adicionales a los valores medios que se reciben procedentes de la cabecera del Tajo (SCRATS, 2017). En relación con la desalinización, cabe indicar que una de las medidas que se plantea es su impulso y generalización como recurso sustitutivo a las transferencias del ATS. Ello se debe a que cada vez más, los aportes desde la cabecera del Tajo se verán reducidos por los episodios de sequía y unas normas de explotación más conservadoras y justas para para la cuenca cedente.

Por ejemplo, se establece que se incremente la producción en las plantas ya existentes en la Demarcación Hidrográfica del Segura (Torrevieja, Valdelentisco y Águilas) (Programa A.G.U.A.) (Figura 6) que, podría suponer en una primera fase un volumen adicional del orden de 70 hm³/año frente a la producción actual. Una segunda medida es la ampliación de capacidad hasta el máximo previsto (un incremento de 140 hm³/año) frente a la producción actual, alcanzando los 260 hm³/año totales. La inversión estimada para este segundo paso es de 190 millones de euros. En el caso del aumento de la capacidad instalada prevista de las plantas, el coste de este incremento (considerando tanto la repercusión de la inversión como el coste de explotación) ascendería a 0,65 €/m³ (Torrevieja), 0,70 €/m³ (Valdelentisco), y 0,87 €/m³ (Águilas). Además, el SCRATS explica que estos valores son los de producción a pie de planta, y se verían incrementados en su caso por los costes de transporte en las redes existentes y en las nuevas conexiones previstas.

Tabla 2. Medidas relacionadas con la desalinización establecidas por el SCRATS (2017)

Incremento de la producción en las desalinizadoras ya existentes en la cuenca del Segura (Torrevieja, Valdelentisco y Águilas) (Programa A.G.U.A.).
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la producción posible con las instalaciones actualmente disponibles que podría suponer en una primera fase un volumen adicional del orden de 70 hm³/año frente a la producción actual. • Ampliación de capacidad hasta el máximo previsto (incremento de 140 hm³/año) frente a la producción actual, alcanzando los 260 hm³/año totales. • Posibilidad de que el suministro eléctrico se realiza mediante energía solar fotovoltaica como apoyo al consumo de energía
Mejora de la conectividad entre las desalinizadoras y los embalses de regulación del postrasvase Tajo Segura
<ul style="list-style-type: none"> • Conexión de la desalinizadora de Valdelentisco con el embalse de la Rambla de Algeciras. • Conexión de los embalses de La Pedrera y Rambla de Algeciras. Una vez conectadas las plantas de Valdelentisco y Torrevieja con los embalses de Algeciras y La Pedrera

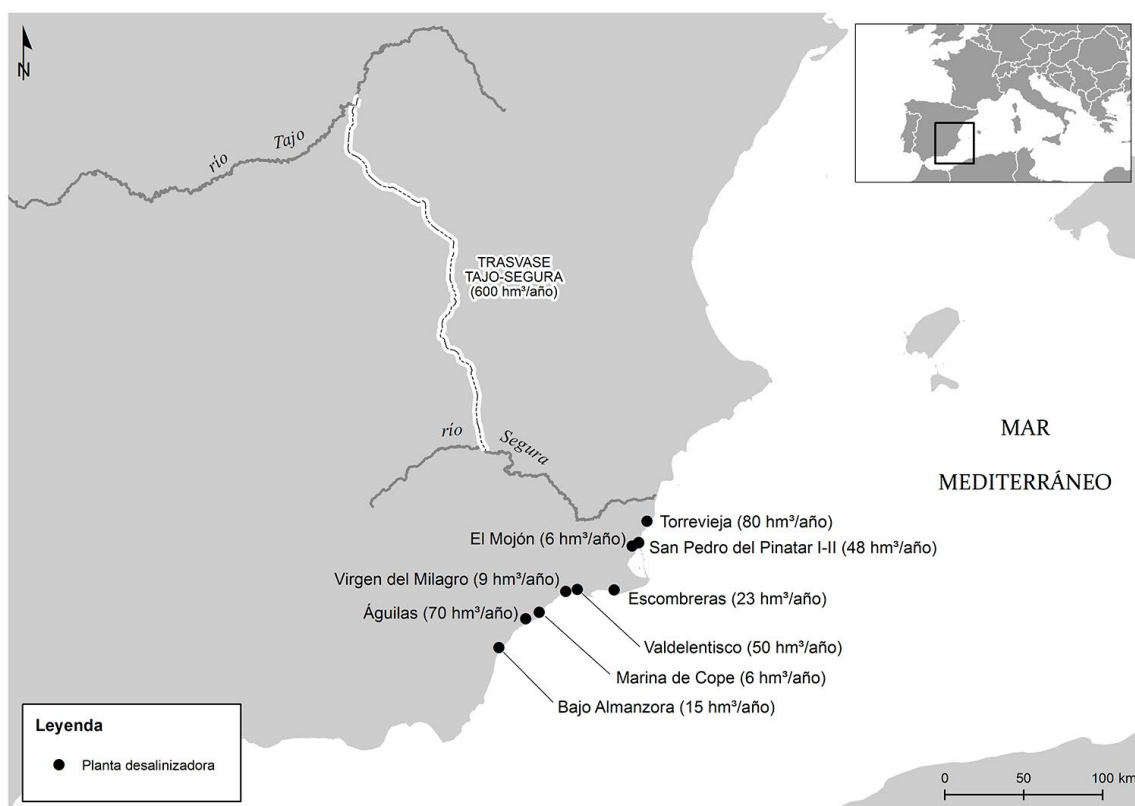
Fuente: SCRATS (2017). Elaboración propia

También se ha analizado la posibilidad de que el suministro eléctrico sea realizado mediante energía solar fotovoltaica como apoyo al consumo energético y ello, porque es mejor ambientalmente y viable, tanto técnica como económicamente y, reducirá, de esta manera, los costes de explotación. Finalmente, respecto a las medidas de incremento de la producción de agua, el SCRATS ha solicitado a Acuamed que la producción disponible no comprometida de estas plantas se destine a su demanda para cubrir el déficit existente en el que, en cualquier caso no deberían asignarse a nuevas demandas no contempladas en el Plan Hidrológico del Segura (2015-2021).

Otra medida tiene que ver con la mejora de la conectividad entre las desalinizadoras y los embalses de regulación del postrasvase Tajo-Segura. La primera de ellas es la Conexión de la desalinizadora de Valdelentisco con el embalse de la Rambla de Algeciras. Esta actuación, que ha sido declarada obra de emergencia al amparo del Real Decreto 356/2015 de 8 de mayo (citado anteriormente). Se encuentra ya

en ejecución con un presupuesto máximo estimado de 5 millones de euros y una capacidad de transporte máxima estimada del orden de 14 hm³/año. La segunda actuación es la conexión de los embalses de La Pedrera y Rambla de Algeciras. Una vez conectadas las plantas de Valdelentisco y Torrevieja con los embalses de Algeciras y La Pedrera, posibilitando así la producción continua y a plena capacidad de las plantas, se requiere conectar ambos embalses de forma que se cierre la red de conducciones principales con la mayor versatilidad y funcionalidad posible, repartiendo sus aguas eficazmente entre las zonas deficitarias. Con esta medida surge la necesidad de trasladar entre 33 y 47 hm³/año en el sentido de La Pedrera hacia Algeciras. Ello requiere para materializarse la construcción de una impulsión de aproximadamente 10 km con toma en el embalse de La Pedrera y estación de bombeo al pie del mismo y, de una conducción hasta la balsa al pie del embalse de la Rambla de Algeciras de unos 50 km. El presupuesto estimado de esta ejecución es de unos 90 millones de euros, y puede estar disponible a corto plazo si se aborda como emergencia al amparo del Real Decreto de sequía con vigencia prorrogada.

Figura 6. Localización de las principales plantas desalinizadoras en la Demarcación Hidrográfica del Segura



Elaboración propia

En relación con la sequía, recientemente se ha publicado la Ley 1/2018, de 6 de marzo, por la que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas. Las extremadas condiciones climáticas que venía padeciendo el año 2016 en el sector agrario en las zonas señaladas, amenazaban la viabilidad económica de muchas explotaciones y su propia pervivencia como unidades productivas, lo que afectaría seriamente a la economía de las comarcas agrarias y al desarrollo de otros sectores de actividad económica relacionados con la agricultura. Para paliar el desequilibrio económico y posibilitar la continuidad de la actividad productiva de estas explotaciones, el Gobierno consideró necesario adoptar un conjunto de medidas, con carácter urgente, en el marco de la necesaria cooperación con las comunidades autónomas afectadas (Ley 1/2018, de 6 de marzo). Al respecto, entre las medidas vinculadas con la desalinización se recoge el “Plan de choque de optimización de la desalación para un Mediterráneo sin sed” (Disposición adicional cuarta) donde se hace hincapié en que el Gobierno, con carácter urgente, aprobará un plan de choque que fomentará la utilización de recursos no convencionales (en este caso, desalinización), priorizando el uso del agua procedente de la desalini-

zación ya instalada mediante la ejecución de las obras y actuaciones pendientes y aún no concluidas y, en segundo lugar, el Gobierno habilitará los mecanismos de subvención necesarios a fin de que el precio del agua desalinizada para riego no exceda los 0,30 €/m³.

Respecto a las desventajas y ventajas que ofrece la desalinización, según Morote *et al.* (2017a), a la hora de analizar las luces y sombras de este recurso, básicamente, cabe tener en cuenta, los factores siguientes: Costes económicos (precio del agua), ambientales, energéticos, y socio-políticos (acabar con los conflictos inter-territoriales). Los defensores de este recurso en España argumentan que puede ser la gran solución a los problemas de escasez de agua en el litoral mediterráneo y, posiblemente la clave para garantizar el abastecimiento de los nuevos desarrollos urbanos (Arrojo, 2004). Además, la desalinización puede representar un recurso que no dependa de las condiciones climáticas ni de la dependencia y disponibilidad que ofrecen los recursos convencionales (Feitelson y Rosenthal, 2012). También, gracias a la desalinización se podría finalizar con los conflictos socio-territoriales y políticos que generan las transferencias intercuentas (Kohlhoff y Roberts, 2007; Morote *et al.*, 2017c).

Albaina (2007), respecto a las ventajas que ofrece este recurso, destaca que proporciona agua dulce donde el abastecimiento es escaso o nulo, constituyendo un complemento a otras fuentes de suministro; aumenta el desarrollo económico en las zonas costeras garantizando un suministro regular de agua para actividades industriales, agrícolas y de abastecimiento público; es una alternativa local a la realización de obras de infraestructuras de mayor coste económico o ambiental, como grandes embalses o trasvases, que pueden traer consigo impactos de mayor intensidad o extensión; no se ve afectado por las fluctuaciones climáticas y constituye una garantía de abastecimiento bajo situaciones de emergencia (sequías); contribuye a mitigar la sobreexplotación de recursos no renovables como las aguas subterráneas, permitiendo la recuperación de los acuíferos costeros y previniendo de esta manera los procesos de intrusión salina; y, posibilita la utilización de energías renovables (eólica, solar), para la producción de agua desalinizada, erigiéndose en una alternativa a otros sistemas de mayor impacto ambiental.

Como desventajas, según Morote *et al.* (2017a; 2017b) explican que la viabilidad de las plantas programadas en el Programa A.G.U.A. se basó en dos premisas que en ningún momento se han cumplido: 1) Que los costes de producción fuesen iguales o inferiores a otras fuentes hídricas; y 2) Que hubiese aumentado la demanda de agua por el notable desarrollo de nuevas áreas turísticas y urbanas. Respecto al precio, hasta el momento, es muy superior en comparación, por ejemplo, con el ATS (0,09 € frente a 0,60-1 €/m³). Por ejemplo, la desalinizadora de Torreveja, la más grande de Europa (80 hm³/año), durante 2017 estuvo funcionando al 30% de su capacidad, pero con tarifa subvencionada hasta ese año al amparo de un Decreto de Sequía para usos agrarios (Morote *et al.*, 2017a). Esta opción provoca un amplio respaldo político. Sin embargo, lograr un “precio social” para este recurso es una opción que tiene difícil asimilación en el principio de recuperación de costes que propone la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE. Actualmente, cabe indicar que dicha planta está funcionando al 50% de su capacidad debido a que no tiene garantizado el suministro de energía para poder producir al 100% situándose el coste del agua a 0,55 €/m³. En la MCT el coste medio del agua desalinizada asciende a 0,62 €/m³, aunque dicho precio depende de cada planta. Por ejemplo, en la de Águilas (Acuamed) asciende a 0,6 €/m³ y hasta 0,8 €/m³ con amortización.

Este elevado precio (en comparación con otros recursos) ha repercutido que determinados usuarios vean dificultado el acceso a esta fuente. Respecto a los suministros urbanos, aunque sí que pueden asumir ese coste, cabe indicar que el uso de este recurso también ha supuesto un incremento del precio en los últimos años. Es el caso, por ejemplo, del agua que se suministró durante 2015-16 desde la planta de Muchamiel al Consorcio de Aguas de la Marina Baja. Dicho abastecimiento de “emergencia” supuso un incremento del precio del recurso del 27,77% (de 0,36 a 0,46 €/m³). Para el caso del área atendida por la MCT, durante el periodo de tiempo que ha permanecido cerrado el ATS, ya se planteó un incremento del precio en un 21% (de 0,69 a 0,83 €/m³) (Benito, F.J., 2017) y, destacando que, el precio actual ha aumentado un 91% al pasar de 0,36 €/m³ en 2005 a 0,69 €/m³ en 2017, debido, en gran parte, por la incorporación de la desalinización como fuente de suministro. Los usos urbanos sí que podrían asumir el precio de este recurso, sin embargo, para usos agrarios, excepto el cultivo bajo plástico y hortalizas, el resto de los aprovechamientos de regadío (cítricos, especialmente) no podrían mantener la viabilidad de sus explotaciones ya que no pueden pagar las nuevas tarifas del agua. Al respecto, cabe poner de manifiesto que el área dotada exclusivamente con aguas del Tajo (área atendida por el SCRATS) asciende a 54.950 ha (el 37% de la superficie). Los regantes de este organismo afirman que costes superiores a 0,30 €/m³ mermarían la competitividad de dichas explotaciones. Por ejemplo, las explotaciones de cítricos no po-

drían asumir ese coste y, todo ello, teniendo en cuenta que éstos ocupan una superficie de 61.316 ha (el 50% de la superficie regable del SCRATS).

El elevado coste del agua desalinizada impide que se generalice como una fuente ordinaria de suministro en usos agrícolas. En la desalinizadora de Torrevieja, Acuamed intentó recabar el apoyo de los regantes ofreciéndoles agua desalinizada para riego a 0,30 €/m³ (hasta el año 2017), es decir, muy por debajo del coste final producción que, en el Informe de Viabilidad de la planta, elaborado en 2006, ya se estimaba en 0,58 €/m³. Con este precio, los regantes del ATS decidieron adquirir alrededor de 40 hm³/año de dicha planta para paliar los efectos de la reducción de volúmenes trasvasados por efecto de la actual sequía asumiendo un coste muy superior al que pagan por las aguas del ATS (0,09 €/m³). No obstante, la estrategia que ha intentado seguir Acuamed en las desalinizadoras de Torrevieja, Valdelentisco y Águilas para suministrar agua desalinizada para riego a precios inferiores al coste real de producción tropieza con varios inconvenientes. En primer lugar, la subvención de tarifas no garantiza que pueda generalizarse la desalinización de agua marina en los regadíos de la cuenca del Segura, ya que son muy pocos los cultivos que pueden asumir precios superiores a 0,30 €/m³. Y por otro lado, el déficit de tarifa en el agua desalinizada para riego tendría que ser repercutido a los usuarios de abastecimiento, principalmente la MCT, que tiene toda la demanda garantizada con el ATS, río Taibilla y sus propias desalinizadoras que suman una capacidad de producción de 96 hm³/año.

Respecto al consumo energético, éste ha pasado de 22 kWh/m³ de 1970 a menos de 4 kWh/m³ en 2018. Sin embargo estos datos difieren entre unas plantas y otras dependiendo de la capacidad instalada y producción. Por ejemplo, en Águilas y Torrevieja el consumo es de 2,3 y 2,9 kWh/m³, respectivamente, variando la media en las plantas de la MCT entre 3,2-4,8 kWh/m³ (Morote *et al.*, 2017b). A pesar de este significativo avance, el consumo energético del agua desalinizada todavía se encuentra lejos de las cifras que ofrecen otros recursos como es el caso del ATS (1,1 kWh/m³). Además, se ha estudiado la posibilidad de subvencionar la energía o bien recurrir a la generación de energía solar fotovoltaica. Esto, podría reducir el coste de producción en un 40% (Fundación Desarrollo Sostenible, 2015) que, como se ha comentado, es algo que ya ha planteado el SCRATS. Otra de las opciones que también han barajado altos cargos del Ministerio para la Transición Ecológica es la integración de la desalinización en un sistema global de gestión hídrica. De esta manera, este recurso formaría parte de un “mix hídrico” constituido por aguas superficiales, subterráneas y regeneradas que, se consumiría y se asignaría a los diferentes usos atendiendo a criterios de disponibilidad, calidad, coste y garantía de suministro (Morote *et al.*, 2017a). Así, el gasto del agua producida incidiría sobre el total de dicho “mix hídrico”, lo que elevaría las tarifas de un 10 a un 20%. Pero, sin embargo, la desalinización constituiría el factor que garantizaría el abastecimiento (Iagua, 2015).

En relación con los impactos ambientales, cada vez más se intenta conseguir que las desalinizadoras provoquen el menor impacto ambiental posible, especialmente porque muchas de las plantas que se encuentran en funcionamiento (instaladas a principios de los ochenta y noventa del pasado s. XX), no se centraban en poder conseguir una producción sostenible, sino que eran unas construcciones de obras de explotación hidráulicas sin tener en cuenta los impactos ambientales que pudieran provocar como es el vertido de la salmuera (Albaina, 2007). En la costa mediterránea, por ejemplo, estos contenidos son vertidos al mar, la forma tradicional más barata de eliminarlos. Sus altos contenidos contaminantes y salinos, hacen que, al verter al medio marino, se produzca una hipersalinidad en el agua (Albaina, 2007). Por ejemplo, la media de contenido de sales disueltas en el mar mediterráneo es de 38 g/l, mientras que el rechazo de salmuera tiene un contenido de 74 g/l. Al respecto, en España, se exige que se realice un estudio sobre el rechazo de salmuera y un seguimiento de impacto ambiental donde se vierte. Como indican Morote *et al.* (2017a) el litoral del sureste peninsular no siempre reúne condiciones favorables para implantar tomas directas de agua marina, ni para evacuar el agua de rechazo (salmuera). Ello ha obligado a adoptar distintas soluciones no exentas de dificultades técnicas en su construcción. Por ejemplo, en la planta de Alicante II se optó por un túnel de 1 km, paralelo a la costa, alimentado por 103 sondeos de 2 metros de profundidad, separadas a unos 10 metros entre sí e inclinados 30° para atravesar una formación permeable en contacto directo con el mar. Y, en la planta de San Pedro del Pinatar I (Región de Murcia), la toma se hace en la Playa de la Higuera (Municipio del Pilar de la Horadada, provincia de Alicante), con 20 perforaciones horizontales de 450 metros de longitud en la zona de servidumbre del dominio público marítimo terrestre. Además, en la evacuación de la salmuera, para evitar daños a las praderas de *Posidonia oceanica*, también se ha tenido que recurrir a soluciones en ocasiones muy costosas (Rico, 2016).

Cabe indicar que en los últimos años se ha avanzado considerablemente en la reducción de estos vertidos y en el análisis de su seguimiento. Por ejemplo, fuera del ámbito de la cuenca del Segura destacan las inversiones a realizar a corto plazo en la desalinizadora de Melilla donde se prevé la construcción de una planta de tratamiento de los efluentes con el fin de garantizar sus condiciones de vertido de limpieza química y del lavado de filtros. Además, se establece un plan de vigilancia ambiental que recogerá las prescripciones señaladas por el CEDEX, de manera que, en caso de que se detectasen niveles de salinidad en el medio marino excesivamente elevados se tendrán en cuenta las siguientes medidas: 1) Disminución del caudal de vertido (disminuyendo la producción) temporalmente y hasta que desaparezcan las condiciones (por ejemplo, meteorológicas) que pudiesen ocasionar dicho aumento; y 2) Mezclar las aguas de rechazo con un caudal pequeño de agua de mar, con objeto de rebajar la salinidad inicial del vertido (Boletín Oficial del Estado, 20 de abril de 2018). También, a pesar de que las desalinizadoras de agua marina proporcionan un recurso de elevada calidad, sin embargo, cabe indicar la excepción que representa la presencia de Boro que alcanza valores superiores a 0,5 mg/l en el agua producida, lo que resulta sumamente perjudicial para el riego de cítricos que, por ejemplo, como ya se ha citado, en estos momentos ocupan alrededor del 50% de la superficie dotada con recursos del ATS en el área atendida por el SCRATS.

Respecto a los efectos perjudiciales en el medio, Albaina (2007) enumera los siguientes: 1) La ocupación del suelo requiere la instalación (rellenos, alteración del ecosistema costero, efectos negativos sobre flora y fauna, impacto paisajístico, destrucción de recursos culturales, etc.); 2) Impactos sobre el medio marino y sus actividades asociadas (interferencia de las infraestructuras con la pesca y navegación comercial, impacto visual, ruidos, etc.); 3) Vertidos al mar de distintos tipos (salmuera, producto de limpieza de membranas, reactivos químicos) e importante repercusión sobre la Posidonia oceánica; 4) Contaminación física: Térmica (por la mayor temperatura del agua de rechazo) y acústica (debida principalmente a las bombas de alta presión y a las turbinas); 5) Efectos negativos sobre la calidad del aire, destacando las emisiones de gases de efecto invernadero y el elevado consumo de energía de las plantas que utilizan combustibles fósiles que, contribuyen al calentamiento global; y 6) Constituyen factores limitantes la menor calidad del agua obtenida que, según algunos estudios podría ser perjudicial para la agricultura (como cítricos), y que la vida media de una planta sea limitada (20-25 años).

Otro de los problemas que aún presenta la desalinización, es su escasa aceptación social. March *et al.*, (2015), en la provincia de Alicante, llevaron a cabo un estudio sobre la percepción de la población en vinculación con la preferencia de las distintas fuentes de suministro para incrementar la oferta de agua. El recurso más valorado por orden de prioridad fue: 1) Potenciación del uso de las aguas pluviales; 2) Aumentar el agua trasvasada del ATS; 3) Realización del Trasvase del Ebro; 4) Utilización de aguas regeneradas depuradas; y 5) Uso de agua desalinizada (en último lugar debido a su alto coste). Esa escasa aceptación social puede deberse también a que durante los últimos años la gran mayoría de las plantas han estado inactivas, funcionando al 30% de su capacidad, por las noches o incluso fines de semanas (debido al elevado coste de la energía y a la escasa demanda) (March *et al.*, 2014; Sywngedouw y Williams, 2016). En esta percepción, también han podido influir los casos de corrupción e inviabilidad económica de muchas de estas plantas. Un caso, por ejemplo, fue el sucedido con la planta de Escombreras (Región de Murcia), auspiciada por el Gobierno de la región para garantizar el suministro a nuevos desarrollos urbanos. En marzo de 2018, el exconsejero de la Región de Murcia junto con otros imputados, fueron citados para declaración judicial como investigados como presuntos autores de delitos de fraude, malversación y fraude de subvenciones en la construcción y gestión de la desalinizadora. Dicha planta comenzó siendo un proyecto privado puesto en marcha por cinco empresarios murcianos con el nombre de *Hydro-management* como firma. La investigación quiere esclarecer si el Gobierno había decidido previamente asumir el proyecto privado y adjudicarlo sin publicidad a empresas del Grupo ACS, para lo que firmaron un contrato en 2006. Según el fiscal, el objetivo sería burlar la Ley de Aguas, que exigía que los planes urbanísticos garantizaran el abastecimiento de agua con informe favorable de la Confederación Hidrográfica del Segura que, por entonces, rechazaba sistemáticamente estas peticiones por la escasez estructural de recursos hídricos en la cuenca (El Confidencial, 23 de marzo de 2018). La puesta en marcha del Programa A.G.U.A. tampoco ha estado ajena de controversia, ni siquiera de sospechas de corrupción en la concesión de los proyectos de obra. Por ejemplo, en 2016, fueron detenidos en el marco de la Operación Frontino, los máximos responsables de la empresa pública Acuamed, entre ellos su director general junto al resto de ejecutivos de destacadas empresas españolas de ingeniería y construcción que, fueron beneficiarias de inversiones del citado programa por la presunta comisión de delitos de malversación de

caudales públicos, tráfico de influencias, cohecho, maquinación para alterar el precio de los contratos, prevaricación y falsedad documental (Hernández y Sevillano, 2016).

La Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, añadió un nuevo apartado 5 al artículo 46 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, en el cual se establece que “con carácter previo a la declaración de interés general de una obra hidráulica, deberá elaborarse un informe que justifique su viabilidad económica, técnica, social y ambiental, incluyendo un estudio específico sobre la recuperación de costes”. Por ello, la consecución de las plantas del Programa A.G.U.A. se acompañó de unos “Informes de Viabilidad de Proyectos” (realizados la mayoría de ellos entre 2005 y 2007), en los cuales se justificaba la inversión pública en las desalinizadoras por la necesidad de atender el fuerte incremento del consumo de agua potable que se estaba produciendo en las regiones mediterráneas.

Además se asumía un volumen significativo del agua desalinizada para garantizar las demandas generadas por las nuevas expansiones urbanas previstas en la franja costera mediterránea española (justo antes del estallido de la burbuja inmobiliaria de 2008) (Morote *et al.*, 2017a). Lejos de estas expectativas, con el final del boom inmobiliario y crisis económica (2008), no sólo no ha crecido el consumo, si no que desde 2004/05 se ha producido un descenso del gasto de agua gracias a las diferentes medidas adoptadas por los usuarios y organismos y empresas encargadas del suministro de agua, tanto en alta como en baja (Bernabé y Gómez, 2015; Gil *et al.*, 2015).

Para el caso de la Comunidad Valenciana, cabe tener en cuenta que la Ley 4/2004, de 30 de junio, de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje de la Generalitat Valenciana (derogada por la Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje), recoge en el punto 2 del artículo 19 (“Uso sostenible del agua”) que, “la disponibilidad de recursos hídricos podría ser justificada mediante el compromiso de ejecución, de infraestructuras generadoras de recursos hídricos a través de la aplicación de nuevas tecnologías, como la desalinización de agua de mar o aguas subterráneas salobres, aprovechamiento de aguas depuradas, potabilización o alternativas similares”. Un claro ejemplo fue el caso de la planta de Muchamiel que se justificó para satisfacer la demanda del Plan Rabasa de la ciudad de Alicante (plan no llevado a cabo). Sin embargo, actualmente, y tras operar entre el verano de 2015 y otoño de 2016 para suministrar agua a la Marina Baja, se encuentra parada y sin demanda. Al respecto, cabe indicar que desde julio de 2018 se está negociando un acuerdo entre el Ministerio para la Transición Ecológica y la Junta Central de Usuarios del Júcar-Vinalopó-l'Alacantí para volver a poner en marcha esta planta con una producción de 7 hm³/año (el 38% de su capacidad) para abastecer usos urbanos del campo de Alicante y sustituir, de esta manera, las transferencias de recursos procedentes del medio y alto Vinalopó (aguas subterráneas), y poder también suministrar agua desalinizada en caso de emergencia al Consorcio de la Marina Baja.

5. Conclusiones

En España, la desalinización se ha convertido en las dos últimas décadas en una fuente no convencional que ha logrado un fuerte impulso gracias al PHN (2001) y Programa A.G.U.A. (2004), apuesta además, motivada por episodios de sequía. A pesar del gran desarrollo y apuesta por la desalinización, este recurso no ha estado exento de polémica y controversia dadas sus desventajas en materia ambiental, precio y consumo energético en comparación con otras fuentes. Por tanto la desalinización siempre ha estado y lo seguirá estando en torno a un “eterno debate” sobre sus puntos fuertes y débiles respecto a otros recursos, por lo menos, en la Demarcación Hidrográfica del Segura por la existencia y “triste dependencia” del ATS que, estará más condicionado a los periodos de sequía y efectos del cambio climático. Respecto a lo anterior, en algunas regiones como la cuenca del Mediterráneo puede aumentar las tensiones por el uso del agua si se cumplen las previsiones de reducción de lluvia y de incremento de la irregularidad pluviométrica previstas en la modelización climática (Olcina y Vera, 2016). Por tanto, habrá que tener muy en cuenta estos escenarios para la adaptación de los territorios a las sequías (uso de fuentes no convencionales) y reducir la vulnerabilidad de éstos frente a la reducción de aportes hídricos (Vargas y Paneque, 2017).

Una de las conclusiones extraídas en esta investigación es la importancia y el rol que desempeña la desalinización al tratarse de un recurso estratégico durante situaciones de sequía y, de suma importancia para lograr unos territorios más resilientes al cambio climático. Incluso, ya no sólo durante periodos

secos sino también como un recurso disponible y a tener muy en cuenta durante años pluviométricos normales. Al respecto, Del Moral *et al.*, (2017) explican que se debería utilizar la capacidad de desalinización instalada como una herramienta de respuesta rápida, para que pueda permitir incrementar en poco tiempo el agua generada para atender las necesidades estratégicas amenazadas en esta situación. Ello, requeriría que, la capacidad instalada funcionará en periodos de no sequía a un nivel alto pero no máximo, de forma que durante situaciones de escasez se pudiera activar la capacidad máxima.

También cabe indicar que el propio Programa A.G.U.A es una continuación de la política tradicional o “vieja política hidráulica” de aumento de oferta hídrica pero, en este caso, a través de la desalinización como alternativa a los trasvases. A pesar de ello, especialmente tras la entrada en vigor de la DMA 2000/60/CE parece que se asiste a una lenta transición de la política de agua, en la que además de velar por la garantía de las demandas de agua, persigue otros objetivos como la participación pública, la recuperación de costes y especialmente el buen estado ecológico de todas las masas de agua. Cabría hacerse entonces la pregunta de si los mega-proyectos hidráulicos (sean trasvases o desalinización) garantizan el suministro o, sin embargo, ¿posibilitará el crecimiento de la demanda, convirtiéndose en un recurso que generará más escasez y dependencia?.

Para finalizar, cabe ser críticos y objetivos y cambiar la percepción en torno a la dependencia exclusiva de las transferencias del ATS en el sureste peninsular y pensar en un nuevo enfoque e integrar todos los recursos hídricos disponibles (dependiendo de coyunturas pluviométricas). El ATS debería considerarse como una fuente más y teniendo en cuenta que, será un recurso no disponible coincidiendo con años de sequía en la cabecera del Tajo. Ya se ha constatado que sin el funcionamiento del ATS no se han producido restricciones. Sin embargo, en la cuenca del Segura se sigue defendiendo y considerando indispensable esta infraestructura que, no genera otra cosa más que escasez. Por tanto, habría que integrar todos los recursos disponibles en un mix hídrico (recursos propios —superficiales, subterráneas—, aguas del ATS (cuando sea posible), desalinización y aguas regeneradas depuradas) y, desarrollar y dar más importancia en las políticas de agua las medidas desde la gestión de la demanda y un uso más eficiente del recurso.

Referencias

- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) (2017). *Proyecciones Climáticas para el siglo XXI en España*. Actualizado a 2017. Recuperado de http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat
- Albaina, A. (2007). *Tecnologías sostenibles sobre la gestión del agua: La desalación. Estudio del caso en la zona costera del Mediterráneo*. Proyecto fin de carrera.
- Albert, A. y Rullán, O. (2007). Nuevo modelo de producción residencial y territorio urbano disperso (Mallorca 1998-2006). En *9th International Geocriticism Symposium Porto Alegre*, 28 de mayo a 1 de junio. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/9porto/artigues.htm>
- Arrojo, P. (2004). *Valoración Económica y Financiera de los Trasvases Previstos en el Plan Hidrológico Nacional Español*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Documento de trabajo.
- Aznar, J.A., Belmonte, L.J. y Valera, D.L. (2007). Perceptions and acceptance of desalinated seawater for irrigation: A case study in the Níjar District (southeast Spain). *Water*, 9, 408. <http://doi:10.3390/w9060408>
- Baldwin, C. y Uhlmann, V. (2010). Accountability in planning for sustainable water supplies in South East Queensland. *Aust. Planner*, 47(3), 191-202. <https://doi.org/10.1080/07293682.2010.508205>
- Benito, F.J. (16 de noviembre de 2017). La sustitución del agua del Tajo por la desalada subirá el precio hasta un 21% en 2018. *Diario Información*. Recuperado de <http://www.diarioinformacion.com/alicante/2017/11/16/sustitucion-agua-tajo-desalada-subira/1958092.html>
- Bernabé, M. B. y Gómez, J.M. (2015). El abastecimiento de agua a Cartagena. *Cuadernos Geográficos*, 54(2), 270-297.
- Boletín Oficial del Estado (BOE) (20 de abril de 2018). *Resolución de 9 de abril de 2018, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se formula informe de impacto ambiental del proyecto Construcción, ampliación, terminación e integración de la desaladora de agua marina de Melilla*. Recuperado de <http://www.boletínoficialdeestado.es>

- Cajigas, A. (2012). Jornada Iberoamérica: acción para el agua. Oportunidades de Negocio en el sector del agua. En *Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama)*, 26-30 noviembre 2012, Madrid.
- Calvo, F. (2002). Plan Hidrológico Nacional y déficit estructural en la Cuenca del Segura. En Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds). *Insuficiencias Hídricas y Plan Hidrológico Nacional*. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante, Alicante, 319-346.
- Centros de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (2017). *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España*. Madrid: Centro de Estudios Hidrográficos. Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente.
- Confederación Hidrográfica de la Cuenca del Segura (2015). *Plan Hidrológico de la cuenca del Segura (2015-2021)*. Recuperado de <https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/planificacion15-21/>
- Del Moral, L., Hernández-Mora, N., De Stefano, L., Paneque, Pilar, Vargas, J., Brufao, P., Olcina, J., y Martínez-Fernández, J. (2017). *Acerca del Real Decreto Ley 10/2017, de 9 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas y se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio*. Notas para el debate. Fundación Nueva Cultura del Agua.
- Domene, E. y Saurí, D. (2006). Urbanization and water consumption: Influencing factors in the Metropolitan Region of Barcelona. *Urban Studies*, 43(9), 1605-1623. <https://doi.org/10.1080/00420980600749969>
- El Confidencial (23 de marzo de 2018). Exconsejero de Agua de Murcia, entre imputados por construir desalinizadora. *El Confidencial*. Recuperado de https://www.elconfidencial.com/ultima-hora-en-vivo/2018-03-23/exconsejero-de-agua-de-murcia-entre-imputados-por-construir-desalinizadora_1475840/
- Feitelson, E. y Rosenthal, G. (2012). Desalination, space and power. The ramifications of Israel's changing water geography. *Geoforum*, 43, 272-284. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2011.08.011>
- Feitelson, E. y Jones, A. (2014). Global diffusion of XL-capacity seawater desalination. *Water Policy*, 16, 1031-1053. <https://doi.org/10.2166/wp.2014.066>
- Fernández, S. y Barrado, D. (2011). El desarrollo turístico-inmobiliario de la España mediterránea e insular frente a sus referentes internacionales (Florida y la Costa Azul): Un análisis comparado. *Cuadernos de Turismo*, 27, 373-402.
- Fragkou, M.C. y McEvoy, J. (2016). Trust matters: Why augmenting water supplies via desalination may not overcome perceptual water scarcity. *Desalination*, 397, 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2016.06.007>
- Fundación Aquae (2018). *Desalinización en el mundo*. Recuperado de <https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/sostenibilidad/desalinizacion-en-el-mundo/>
- Fundación Desarrollo Sostenible (2015). Nace en Murcia la campaña nacional «Riega con el sol». Recuperado de <http://www.fundaciondesarrollosostenible.org/nace-en-murcia-la-campana-nacional-riega-con-el-sol/>
- Gaja, F. (2008). El tsunami urbanizador de la costa mediterránea. *Scripta Nova*, 12 (270), 66-75.
- Gibson, F.L., Tapsuwan, S., Walker, I. y Randrema, E. (2015). Drivers of an urban community's acceptance of a large desalination scheme for drinking water. *Journal of Hydrology*, 528, 38-44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.06.012>
- Gil, A., Hernández, M., Morote, A.F., Rico, A. M., Saurí, D. y March, H. (2015). *Tendencias del consumo de agua potable en la Ciudad de Alicante y Área Metropolitana de Barcelona, 2007-2013*. Hidraqua Gestión Integral.
- Gil, E. y Gómez, J.M^a. (2017). *El Trasvase de aguas del embalse del Negratín (Granada) al embalse de Cuevas del Almanzora (Almería). La Conexión Negratín-Almanzora (C N-A)*. Murcia: editum. Aguas del Almanzora, S.A.
- Gil, E., Bernabé, M.B. y Gómez, J.M^a. (2017). Las políticas de trasvases de agua y desalación en España, sus repercusiones en la ordenación del territorio del Sureste. *XXV Congreso de la AGE. 50 Años de congresos de Geografía*. Madrid, 2480-2489.
- Gil, E., Martínez, R. y Gómez, J.M^a. (2018). El trasvase Tajo Segura en España (1978-2018). Continuidad y futuro. *Revista Tecnología y Ciencias del Agua Tyca. México*, 9(2), 192-209.

- Gober, P., Sampson, D.A., Quay, R., Dave, D., White, D.D. y Chow, W.T.L. (2016). Urban adaptation to mega-drought: Anticipatory water modeling, policy, and planning for the urban Southwest. *Sustainable Cities and Society*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.05.001>
- Gómez, J.M^a. (Coord.) (2017). *El trasvase Tajo-Segura. Propuestas para su continuidad y futuro*. Saarbrüchen (Alemania): Editorial Académica Española.
- Gössling, S., Peeters, P., Hall, C.M., Ceron, J. P., Dubois, G., Lehmann, L. y Scott, D. (2012). Tourism and water use: supply, demand and security. An international review. *Tourism Management*, 33, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2011.03.015>
- Hernández, M. (2013). Análisis de los procesos de transformación territorial en la provincia de Alicante (1985-2011) y su incidencia en el recurso hídrico a través del estudio bibliográfico. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 59(1), 105-136. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.20>
- Hernández, J. A. y Sevillano, E.G. (20 de enero de 2016). El juez implica a “muy altos cargos de Agricultura” en el fraude de Acuamed. *El País*. Recuperado de http://politica.elpais.com/politica/2016/01/20/actualidad/1453306935_118390.html
- Hernández, M. y Morales, A. (2008). Trascendencia socio-económica del trasvase Tajo-Segura tras 30 años de su funcionamiento en la provincia de Alicante. *Investigaciones Geográficas*, 46, 31-48. <https://doi.org/10.14198/INGEO2008.46.02>
- Hernández, M., Rico, A. M. y Juárez, C. (2010). Conflicts over water and land use on the coastline of the region of Valencia: Agriculture versus the urban city. En Brebbia, C.A., Hernández, S. y Tiezzi, E. (eds.). *The sustainable city: Urban regeneration and sustainability*. Southampton (Gran Bretaña): WIT Press, 405-417. <https://doi.org/10.2495/SC100351>
- Hernández-Sánchez, J.C., Boluda-Botella, N. y Sánchez-Lizaso, J.L. (2017). The role of desalination in water management in southeast Spain. *Desalination and Water Treatment*, 76, 71-76. <http://doi:10.5004/dwt.2017.20657>
- Hof, A. y Wolf, N. (2014). Estimating potential outdoor water consumption in private urban landscapes by coupling high-resolution image analysis, irrigation water needs and evaporation estimation in Spain. *Landscape and Urban Planning*, 123, 61-72. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.12.010>
- Iagua (2015). ¿Trato o truco?: Sombras en la gestión del tratamiento del agua en España. Recuperado de <http://www.iagua.es/noticias/espana/rafael-barrera-morcillo/14/12/03/trato-o-truco-sombras-gestion-tratamiento-agua>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014). *Climate Change 2013 and Climate Change 2014 (3 vols.)*. Recuperado de <http://www.ipcc.ch/>
- Kohlhoff, K. y Roberts, D. (2007). Beyond the Colorado River: Is an international water augmentation consortium in Arizona's future?. *Arizona Law Review*, 49(2), 257-296.
- La Calle, A. (2007). Sequía y adaptación de la Directiva marco del agua. En *La Sequía en España. Directrices para Minimizar su Impacto*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-13042>
- Loh, M. y Coghlan, P. (2003). *Domestic water use study: Perth, Western Australia 1998-2001*. Perth: Water Corporation.
- Loftus, A. y March, H. (2016). Financializing desalination: rethinking the returns of big infrastructure. *International Journal of Urban and Regional Research*, 1-16. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12342>
- Mancomunidad de los Canales del Taibilla (MCT) (2018). Datos proporcionados sobre las fuentes de suministro.
- March, H. (2015). The politics, geography, and economics of desalination: A critical review. *WIREs Water*, 2, 231-243. <http://dx.doi.org/10.1002/wat2.1073>
- March, H., Saurí, D. y Rico, A. M. (2014). The end of scarcity? Water desalination as the new cornucopia for Mediterranean Spain. *Journal of Hydrology*, 519, 2.642-2.652. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.04.023>

- March, H., Hernández, M. y Sauri, D. (2015). Percepción de recursos convencionales y no convencionales en áreas sujetas a estrés hídrico: el caso de Alicante. *Revista de Geografía Norte Grande*, 60, 153-172. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022015000100009>
- Martín, S. y González, E. (2015). *Los efectos del cambio climático sobre el agua en España y la planificación hidrológica*. Ecologistas en Acción, Madrid. Recuperado de <https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-agua-cc-castellano.pdf>
- Meerganz von Medeazza, G. (2004). Water desalination as a long-term sustainable solution to alternative global freshwater scarcity?: A North-South approach. *Desalination*, 169, 287-301. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2004.04.001>
- Ministerio de Transición Ecológica (2018). *Boletín Hidrológico*. Recuperado de <http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/boletin-hidrologico/>
- Morales, A., Olcina, J. y Rico, A. (2000). Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección. *Investigaciones Geográficas*, 23, 5-46. <https://doi.org/10.14198/INGEO2000.23.06>
- Morote, A. F. y Hernández, M. (2016). Urban sprawl and its effects on water demand: A case study of Alicante, Spain. *Land Use Policy*, 50, 352-362. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.06.032>
- Morote, A. F. y Hernández, M. (2017). El uso de aguas pluviales en la ciudad de Alicante. De Viejas ideas a nuevos enfoques. *Papeles de Geografía*, 63, 7-25. <http://dx.doi.org/10.6018/geografia/2017/267531>
- Morote, A. F., Rico, A. M. y Moltó, E. (2017a). La producción de agua desalinizada en las regiones de Murcia y Valencia: Balance de un recurso alternativo con luces y sombras. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 63(2), 473-502. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/dag.353>
- Morote, A. F., Rico, A. M. y Moltó, E. (2017b). Critical review of desalination in Spain: A resource for the future?. *Geographical Research*, 1-12. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12232>
- Morote, A. F., Olcina, J. y Rico, A. M. (2017c). Challenges and Proposals for Socio-Ecological Sustainability of the Tagus-Segura Aqueduct (Spain) under Climate Change. *Sustainability*, 9(11), 1-24. <http://doi:10.3390/su9112058>
- Olcina, J. (2016). 37 años. *Trasvase Tajo-Segura. Agua que nos une*. Especial ABC, 31 de marzo de 2016. Recuperado de <http://www.scrats.es/ftp/memorias/ESPECIAL%20TTS%20ABC.pdf>
- Olcina, J. (2018). Investigación en aspectos regionales de los efectos futuros del cambio climático sobre la conservación de las masas de agua. En La Roca, F. y Martínez, J. (coords.). *Retos de la planificación y gestión del agua en España. Informe del Observatorio de Políticas del Agua 2017*. Fundación Nueva Cultura del Agua, 39-41.
- Olcina, J. y Vera, J. F. (2016). Adaptación del sector turístico al cambio climático en España. La importancia de las acciones a escala local y en empresas turísticas. *Anales de Geografía*, 36(2), 321-352.
- Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo, por la que se aprueban los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía (PES) en los ámbitos de los planes hidrológicos de cuencas intercomunitarias. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-6228>
- Paneque, P. y Vargas, J. (2015). Drought, social agents and the construction of discourse in Andalusia. *Environmental Hazards*, 14(3), 224-235. <https://doi.org/10.1080/17477891.2015.1058739>
- Paneque, P., Lafuente, R. y Vargas, J. (2018). Measures and droughts: A study in southern Spain. *Water*, 10, 369. <https://doi.org/10.3390/w10040369>
- Programa A.G.U.A. (2004). Recuperado de <http://aplicaciones2.magrama.es/portal/secciones/index2.jsp;jsessionid=6FC8D6090795C909CFA05D61230CBEBC>
- Raya, P. y Benítez, J. (2002). Concepto y estimación del turismo residencial: Aplicación en Andalucía. *Papers de Turisme*, 31-32, 67-89.
- Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, por el que se declara la situación de sequía en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura y se adoptan medidas excepcionales para la gestión de los recursos hídricos. Recuperado de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-5162

- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Recuperado de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-9806
- Real Decreto 335/2016, de 23 de septiembre, por el que se prorroga la situación de sequía declarada para el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Júcar por el Real Decreto 355/2015, de 8 de mayo, y para el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura por el Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo.
- Real Decreto 851/2017, de 22 de septiembre, por el que se prorroga la situación de sequía prolongada declarada para el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Segura por el Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, por el que se declara la situación de sequía en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura y se adoptan medidas excepcionales para la gestión de los recursos hídricos.
- Rico, A. M. (2001). Actuaciones frente a las sequías. En A. Gil Olcina y A. Morales Gil (Eds.). *Causas y consecuencias de las sequías en España* (pp. 421-485). Alicante: Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante y Caja de Ahorros del Mediterráneo.
- Rico, A. M. (2004). Sequías y abastecimientos de agua potable en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 37, 137-181.
- Rico, 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>
- Rico, A. M. (2010). Plan Hidrológico Nacional y Programa A.G.U.A.: Repercusiones en las regiones de Murcia y Valencia. *Investigaciones Geográficas*, 51, 235-267. <https://doi.org/10.14198/INGEO2010.51.10>
- Rico, A. M. (2016). La Mancomunidad de los Canales del Taibilla: un modelo de aprovechamiento conjunto de fuentes convencionales y desalinización de agua marina. En J. Olcina Cantos y A.M. Rico Amorós (Coords.). *Libro jubilar en homenaje al profesor Antonio Gil Olcina* (pp. 367-394). <http://dx.doi.org/10.14198/LibroHomenajeAntonioGilOlcina2016-23>
- Rico, A. M., Olcina, J., Paños, V. y Baños, C. (1998). *Depuración, desalación y reutilización de aguas en España*. Vilassar de Mar: Oikos-Tau.
- Rico Amorós, A. M., Olcina Cantos, J. y Baños Castiñeira, C. J. (2014). Competencias por el uso del agua en la provincia de Alicante: experiencias de gestión en la armonización de usos urbano-turísticos y agrícolas. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 60(3), 523-548. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.136>
- Rico, A. M., Arahuetes, A. y Morote, A. F. (2016). Depuración y reutilización de aguas residuales en las regiones de Murcia y Valencia. En J.F. Vera, J. Olcina Cantos y M. Hernández, M. (Eds.). *Paisaje, cultura territorial y vivencia de la Geografía. Libro Homenaje al profesor Alfredo Morales Gil* (pp. 1.169-1.202). Alicante: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. <https://doi.org/10.14198/LibroHomenajeAlfredoMorales2016-52>
- Saurí, D. (2003). El transvassament de l'Ebre: Recursos hídrics, identitat i "equilibri territorial. En O. Nello (Ed.). *Aquí, no!. Els Conflictes territorials a Catalunya* (pp. 252-273). Barcelona: Empuries.
- Saurí, D. y Del Moral, L. (2001). Recent development in Spanish water policy. Alternatives and conflicts at the end of the hydraulic age. *Geoforum*, 32(3), 351-362. [https://doi.org/10.1016/S0016-7185\(00\)00048-8](https://doi.org/10.1016/S0016-7185(00)00048-8)
- Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS) (2017). *Análisis de soluciones para el aporte de recursos complementarios a las zonas abastecidas por el ATS. Actuaciones viables a corto, medio y largo plazo*.
- Swyngedouw, E. (2015). *Liquid power: Contested Hydro-Modernities in Twentieth-Century Spain*. Cambridge: MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262029032.001.0001>
- Swyngedouw, E. y Williams, J. (2016). From Spain's hydro-deadlock to the desalination fix. *Water International*, 41(1), 54-73. <https://doi.org/10.1080/02508060.2016.1107705>
- Troy, P. y Holloway, D. (2004). The use of residential water consumption as an urban planning tool: A pilot study in Adelaide. *Journal of Environmental Planning and Management*, 47, 97-114. <https://doi.org/10.1080/0964056042000189826>

- Turner, A., Sahin, O., Giurco, D., Stewart, R. y Porter, M. (2017). The potential role of desalination in managing flood risks from dam overflows: the case of Sydney, Australia. *Journal of Cleaner Production*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.139>
- Vargas, J. y Paneque, P. (2017). Metodología para el análisis de las causas de la vulnerabilidad al riesgo de sequía a escala de Demarcación Hidrográfica. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2982-4>
- Vargas, J. y Paneque, P. (2018). Situación actual y claves de la gestión de sequías en España. En La Roca, F. y Martínez, J. (coords.). *Informe OPPA 2017. Retos de la planificación y gestión del agua en España*, 42-54.
- Valdés-Abellán, J., Pardo, M.A. y Tenza, A.J. (2017). Observed precipitation trend changes in the western Mediterranean región. *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.4984>
- Vera, J. F., Olcina, J. y Díez, D. (2009). Repercusiones del Traspase Tajo-Segura en el sector turístico de la Región de Murcia. En Melgarejo Moreno, J. (Dir.). *El Traspase Tajo-Segura: repercusiones económicas, sociales y ambientales en la cuenca del Segura*, 465-516.
- Wilhite, D. (2000). *Drought: A Global Assessment*. Vols. 1 and 2. Routledge, New York, Routledge, New York, 129-448.
- Zarza, D. (2018). La Importancia de la desalación en el mundo. *Jornada Día Mundial del Agua*. 22 de marzo. Alicante: Universidad de Alicante.
- Zetland, D. (2017). Desalination and the commons: tragedy or triumph. *International Journal of Water Resources Development*, 33(6), 890-906. <https://doi.org/10.1080/07900627.2016.1235015>