

RESUMEN TESIS DOCTORAL
SUMMARY DOCTORAL THESIS

EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS
MEDITERRÁNEOS Y SUS IMPLICACIONES ECONÓMICAS

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE IN MEDITERRANEAN WATER
RESOURCES AND THEIR ECONOMIC IMPLICATIONS

Elisa Vargas Amelin

B.S. Natural Resources and Environmental Studies

(Homologado por el Ministerio de Educación y Ciencia)

Departamento de Economía Aplicada e Historia Económica

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

UNED

Department of Hydrology and Hydraulic Engineering

Faculty of Engineering

VUB

2015

Introducción

Sinopsis

La región mediterránea presenta una ubicación estratégica en la encrucijada de tres continentes. Su clima ha favorecido el asentamiento de pueblos a lo largo de la historia y un crecimiento socioeconómico relevante. Sin embargo, en la actualidad, la presión producida por el aumento de la población, el turismo y el desarrollo urbanístico, principalmente en las zonas costeras, están causando graves problemas ambientales que afectan a su desarrollo. A pesar de ser una de las regiones más ricas en ecosistemas, y de ser considerada "punto clave" en biodiversidad de los más importantes del mundo (European Commission, 2009a), es al mismo tiempo una de la zonas más vulnerables en el mundo debido a estas presiones y a problemas ambientales estrechamente relacionados como la escasez de agua, la contaminación puntual y difusa, la sobreexplotación de los acuíferos, la deforestación, la erosión del suelo y la desertificación.

El agua es un catalizador para el desarrollo, esencial para la práctica totalidad de las actividades socioeconómicas y es un recurso natural vital para el medio ambiente, pero está distribuida en la región de manera muy desigual en cuanto a espacio y tiempo, y no siempre se gestiona adecuadamente. Es muy escasa en un estado fácilmente aprovechable para su uso, y tiene una disponibilidad limitada en la calidad y cantidad requeridas para las diferentes demandas, lo cual le convierte en un factor limitante para las actividades económicas, el desarrollo y la producción de alimentos y energía. Los principales problemas relacionados con el agua están siendo exacerbados por las sequías, las inundaciones y los efectos del cambio climático, el aumento de los problemas sociales y de gestión del recurso, así como los conflictos entre los distintos sectores.

Cambio climático

Dada la estrecha relación entre disponibilidad de recursos hídricos y los fenómenos meteorológicos, en esta tesis se hará hincapié en los impactos del cambio climático que se prevén en la región, y en concreto en España. Según un informe del IPCC (IPCC, 2013), en la región mediterránea el aumento de la

temperatura ligada al cambio climático prevé un mayor número de fenómenos extremos, un aumento en su intensidad, y una disminución de los recursos hídricos disponibles. Se prevén descensos en las precipitaciones, incremento de la aridez y de sequías extremas en el sur de Europa y en Oriente Próximo (Dai, 2011), alteraciones de la temperatura del mar y disminución en los caudales. En España en concreto, las conclusiones del informe Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático (Ministerio de Medio Ambiente, 2005), en relación a los recursos hídricos apuntan a: a) un descenso generalizado de recursos hídricos y aumento de la demanda de los sistemas de regadío, b) una reducción en aportaciones de hasta el 50% en regiones semiáridas, c) un aumento de su variabilidad interanual d) la gestión de la demanda como opción paliativa y e) la necesidad de mejorar y ampliar las redes de medida, los proyectos de investigación en la materia y la importancia de estos efectos en las políticas y en la regulación de los recursos hídricos.

Hace ya diez años, en 1995, se estimaba que 1.400 millones de personas vivían en condiciones de estrés hídrico principalmente en el sudoeste de Asia, Oriente Próximo y en la región mediterránea (Arnell, 1999; 2004), por lo que es previsible que los descensos de escorrentía estimados para un futuro próximo, provoquen aún mayores índices de estrés al disminuir la disponibilidad de agua.

Los estudios han progresado, y mientras aún presentan incertidumbre y las técnicas de reducción de escala son un reto, los impactos previstos son similares. Por ejemplo, un estudio más reciente publicado en 2011 por el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2011), ha afinado los impactos a nivel nacional y predice una reducción generalizada de las precipitaciones y la disponibilidad de agua (cerca de 5%, -9 % y -17 % en los períodos 2011 hasta 2040, 2041-2070 y 2071-2100, respectivamente), indicando una mayor variabilidad en la costa mediterránea y en el sureste del país. Además, el estudio predice aumentos en la temperatura, la evaporación y la evapotranspiración y la disminución de la recarga de acuíferos y en la escorrentía.

Los efectos del cambio climático se apreciarán en la disponibilidad y en la distribución de los recursos hídricos, y debido a esto, en la producción de

alimentos, al repercutir en la producción de cosechas y de ganado. Los fenómenos meteorológicos extremos relacionados con el agua, sequías e inundaciones, se verán muy probablemente agravados, y serán importantes factores a tener en cuenta en la planificación y gestión hidrológica, para evitar situaciones de escasez de agua o de daños a personas y bienes. Además, para algunos sectores como la agricultura se prevén mayores demandas por el efecto de la elevación de la temperatura en la evapotranspiración. Al ser el agua un recurso cada vez más escaso, con una demanda creciente, el cambio climático podrá afectar a las prioridades de gestión para la distribución de los recursos (Estrela y Vargas, 2008).

Como se ha mencionado, algunos autores (Magnan et al. , 2009) destacan la incertidumbre de los modelos climáticos e hidrológicos o los datos de emisiones de CO₂, la imprevisibilidad de la variabilidad natural climática, la falta de consistencia de datos, así como los amplios márgenes de estimaciones en cuanto a crecimiento de las poblaciones y del consumo de agua. Por ello, parece necesaria una mayor robustez en los estudios de cambio climático y en la previsión de los impactos esperados, así como invertir más en las estrategias de adaptación (PNUMA / PAM -Plan Bleu, 2009). En cualquier caso, dada la situación que ya presenta la región con delicados balances hídricos, está previsto que cualquier alteración climática genere impactos sociales y agrícolas destacados.

Las publicaciones presentadas en esta tesis abordan estos temas, proporcionan referencias recientes, evaluaciones de datos, estudios de políticas en la UE y a nivel nacional, y determinan las lagunas existentes en la adopción de las consideraciones del cambio climático en la gestión del agua.

Políticas

Hay numerosas políticas ambientales a nivel de la UE que apuntan a una mejor protección y a un uso más sostenible de los recursos naturales. Hay algunas herramientas legislativas que se consideran, sin embargo, los pilares de la protección del agua y están directamente vinculados a las variaciones climáticas.

La implantación de determinadas políticas de la UE, en particular de la Directiva Marco del Agua (DMA) 2000/60/CE, ha hecho posible que los Estados miembros converjan hacia alcanzar objetivos de calidad y de protección. La Directiva es innovador al establecer la cuenca hidrográfica como sistema único para la gestión del agua, establecer como objetivo el alcanzar el buen estado de todas las aguas, y el establecimiento de planes hidrológicos de cuenca (PHC) como las principales herramientas con programas de medidas para alcanzar ese estado. Es una política que establece plazos específicos, y está respaldado por mecanismos con sanciones económicas. Por otra parte, la Directiva de inundaciones (2007/60/CE), complementa esta protección del agua, con el objetivo de mejorar la gestión de episodios de inundaciones y reducir sus riesgos, sobre todo en los cursos de agua y en las líneas de costa. Requiere la elaboración de mapas de áreas con riesgo considerable y el desarrollo de planes de gestión. Además, la Comisión Europea (CE) ha financiado varios proyectos y estudios para determinar los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos y ha publicado numerosos artículos e informes para establecer la base de la política en materia de adaptación.

Sin embargo, estas políticas se desarrollan a menudo considerando la disponibilidad de agua, y características territoriales muy diferentes de las presentes en España, que son mucho más parecidos a las de los países vecinos de la cuenca mediterránea. Por otra parte, el cumplimiento de los objetivos de estas políticas, parece más bien incierto debido a problemas recurrentes y emergentes. La CE ha desarrollado una evaluación completa de las directivas existentes, sus resultados y las causas de no alcanzar los objetivos inicialmente establecidos para la calidad del agua, su gestión y protección. Esta iniciativa, denominada “Plan para salvaguardar los recursos hídricos de Europa” (o Blueprint¹), establece el año 2020 como el primer horizonte, y se centra en cuatro áreas principales: planes hidrológicos de cuenca elaborados en el marco de la DMA, una revisión de la acción europea contra la escasez de agua y la

¹Comunicación de la Comisión al Parlamento Europea, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, y al Comité de las Regiones, Plan para salvaguardar los recursos hídricos de Europa, COM(2012), 673 final.

sequía, la evaluación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos al cambio climático y otras presiones antropogénicas, y una evaluación general de la política de aguas de la UE.

No obstante, la aplicación de recomendaciones y herramientas proporcionadas por el “Blueprint” se deberá evaluar en los siguientes PHC, que deberían ser presentados por los Estados miembros a finales de 2015 y los datos reportados en marzo de 2016. Por otra parte, se deberá hacer una revisión de la DMA en 2019, momento en el que deberían analizarse las razones de la falta de implantación y realizare una posible revisión del texto de la Directiva.

Cuencas hidrográficas españolas

Muchas cuencas de los ríos españoles se enfrentan a la escasez de agua, sequías persistentes, degradación del suelo y la sobreexplotación de los recursos hídricos. Y todos estos problemas tienden a ser exacerbados por los efectos del cambio climático. Las cuencas mediterráneas de España, como por ejemplo las del Río Júcar o el Río Segura, son ejemplo típico de cuencas que sufren los impactos de estos fenómenos, y que tiene una superficie mayor de zonas semiáridas (de acuerdo con el índice de aridez de la UNESCO). A menudo sufren fenómenos extremos como inundaciones y eventos de lluvias torrenciales, mientras que presentan extracciones intensivas de agua principalmente para usos agrícolas.

Los PHC actualizados aún deben comunicarse a la Comisión Europea, y proporcionarán probablemente una interesante oportunidad para estudiar los posibles efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua, las medidas técnicas propuestas, y llevar a cabo su evaluación económica. Las publicaciones que se presentan en esta tesis proporcionan algunas ideas de los proyectos de PHC preliminares y evalúan las políticas existentes y su grado de coherencia.

Observaciones

Algunas de las cuestiones pendientes en el sector del agua incluyen la completa consideración de los efectos del cambio climático en la planificación del agua, y una mejor incorporación de las consideraciones económicas en las medidas técnicas y procesos de adaptación. En esta tesis se ofrece una visión general de

los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos, tanto a nivel regional como nacional y se proporcionan algunos ejemplos de las consecuencias económicas. Los efectos del cambio climático indican la necesidad de intensificar ciertas medidas que ya se están aplicando: acciones de ahorro y gestión de la demanda, el uso de recursos no convencionales (desalación y reutilización de aguas residuales), garantizar un uso sostenible de las aguas subterráneas, un mayor uso de desarrollo de las infraestructura verdes, modernización de los sistemas de regadío, así como planes específicos y medidas para hacer frente a gestión de inundaciones y sequías.

Conclusiones

Se puede concluir que el efecto de las actividades humanas han tenido un impacto directo sobre el clima (IPCC GTII AR5, 2014), que está afectando y afectará a los recursos hídricos de una manera significativa, y a su vez tendrá repercusiones socioeconómicas y ambientales. Los impactos esperados definitivamente supondrán un desafío para los gestores del agua, las regiones, los ciudadanos y los políticos, ya que no será posible sostener las demandas tal y como existen actualmente, y se agravarán los problemas de contaminación. Uno de los estudios más recientes y completos sobre los impactos del cambio climático en los recursos hídricos en España realizado por el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2011), predice una reducción generalizada de las precipitaciones y la disponibilidad de agua, que aumentará a través del tiempo. Además, se espera que la mayor variabilidad se produzca en las zonas costeras del Mediterráneo y en el sureste del país. Dada la importancia del agua para la práctica totalidad de las actividades socioeconómicas y para mantener los ecosistemas y la biodiversidad, las repercusiones económicas serán más y más evidente en los próximos años.

Mientras que las predicciones son útiles e indicativas, la incertidumbre en los modelos climáticos es alta, especialmente para las técnicas de reducción de escala (por ejemplo, para determinar los efectos a escala de cuenca hidrográfica). Es evidente, por tanto, la necesidad de mayor robustez en la investigación y en los estudios sobre el cambio climático y de las predicciones de los impactos esperados, así como mayores inversiones en estrategias de

adaptación y formación para profesionales del agua. Además, la investigación debe abordar los problemas de gestión y las lagunas de conocimientos técnicos. Por lo tanto, sería necesaria una colaboración más estrecha entre investigadores y gestores. Además, los mecanismos para vincular la investigación y el desarrollo y la aplicación de políticas (es decir interfaz ciencia-política) son necesarios si los avances obtenidos en la investigación y sus resultados van a utilizarse e incorporarse plenamente, por ejemplo, en la determinación de las medidas más adecuadas y 'resilientes' a la escala cuenca hidrográfica.

Independientemente de la existencia de cierta incertidumbre, sería de esperar que los impactos climáticos previstos en los recursos hídricos estuvieran influyendo en la gestión del agua, alertando a los tomadores de decisiones, creando una mayor concienciación respecto a la necesidad de ahorro de agua, influyendo en la priorización de usos y en la manera general de cómo se debe utilizar mejor el agua. También deberían estar mejorando la capacidad de adaptación y creando una cultura de "resiliencia", así como contribuyendo a cambiar prácticas de gestión y suministro del agua, a la reducción de la demanda, y al uso de medidas coste-eficaces y de soluciones inteligentes. El uso tradicional de las infraestructuras 'grises', como presas debería estar cambiando, no sólo debido a su coste, pero también a la incertidumbre de su futura utilidad si se espera que los caudales de los ríos disminuyan. Las predicciones también deberían traducirse en el uso de soluciones más inteligentes y más verdes, que a menudo son menos costosas y presentan mayor capacidad de adaptación a los cambios climáticos.

Algunos estudios señalan un inicio de crecimiento económico en España sólo en 2014, tras tres años de recesión aguda (Comisión Europea, 2015a). Esta recesión económica no ha contribuido a los cambios esperados mencionados previamente o para preparar mejor regiones y demarcaciones para hacer frente a los desafíos del cambio climático. Los recortes presupuestarios han tenido un efecto importante en la gestión del agua, y las medidas propuestas en los nuevos planes hidrológicos de cuenca que podrían contribuir a una mejor protección del agua y adaptación al cambio climático, podrían no encontrar el apoyo económico requerido. Algunos ejemplos de estas medidas incluyen restauraciones fluviales o el desarrollo de medidas naturales de retención de agua. Sin embargo, existen

herramientas útiles para ayudar a los gestores del agua en la priorización de las medidas y proyectos, y la determinación de la rentabilidad de prácticas de restauración (Scemama y Levrel, 2015).

Las publicaciones que se presentan en los capítulos de esta tesis, cubren un período de tiempo de aproximadamente cuatro años en los que la recesión económica ha influido en las prioridades políticas, en los tomadores de decisiones y en la percepción del público frente a los problemas existentes. Uno de los pilares más afectados podría considerarse la aplicación de las políticas comunitarias.

Mientras que la UE tiene una de la legislación ambiental más avanzada y admirada, que establece altos estándares para la protección del agua, tales como la Directiva Marco del Agua (DMA), su implantación, por ejemplo, en España, está lejos de ser alcanzada. No ha tenido lugar mejoras necesarias en las plantas de tratamiento de agua, ni una evaluación en profundidad de las lagunas para alcanzar un buen estado ecológico en todas las masas de agua, junto con las medidas de gestión requeridas. Por otra parte, los esfuerzos de implementación no han incorporado los vínculos apropiados con la adaptación al clima. Por lo tanto, la coherencia política con otros sectores, como el agrario, es bastante limitada. De hecho, el sector agrario, es el más demandante de agua en España, y provoca altas presiones en términos de extracciones y de contaminación difusa principalmente por nitratos (Fuentes, 2011; Vargas-Amelin y Pindado, 2014). La mayoría de las cuencas de los ríos afectados por la escasez de agua también presentan prácticas intensivas de riego y podrían ser aún más vulnerables a los impactos del cambio climático. Sin embargo, los borradores de los nuevos planes hidrológicos de cuenca españoles, no proporcionan una imagen completa de la conexión con la Directiva de Nitratos² y las medidas necesarias para mejorar la protección del agua. La sobre explotación de aguas subterráneas y superficiales, debido a las actividades agrícolas es un riesgo importante adicional para alcanzar los objetivos establecidos por la DMA, pero

² Directiva 91/676/CEE del Consejo de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

se ha progresado poco en la vigilancia y la persecución de las captaciones de agua ilegales (European Commission, 2012).

En España presenciamos retrasos importantes en la aplicación de la legislación comunitaria y la continuidad de los enfoques tradicionales basados en la demanda, mientras que se necesitan mayores esfuerzos para hacer frente a las lagunas existentes para asegurar la protección ecológica y la resiliencia climática. Una vez más, las restricciones presupuestarias en el sector del medio ambiente y la reducción de los recursos de los organismos de cuenca, están obstaculizando un cambio en esta tendencia. Las prioridades políticas han ido alejando de la protección del medio ambiente, y las herramientas esenciales tales como los modelos hidrológicos o el monitoreo del agua han sido testigos de la disminución de fondos. Sin embargo, la recesión económica no se puede culpar únicamente por el incumplimiento de directivas. La complejidad de las competencias de agua, la falta de responsabilidad de las administraciones, o los esfuerzos limitados de coordinación entre diferentes escalas administrativas, son parte del problema.

La compleja red de las administraciones españolas encargadas de la gestión, protección y distribución del agua, así como del establecimiento de precios, ha contribuido en cierta medida a los retrasos en la implantación de políticas. Esta red es altamente dispersa, las competencias son compartidas por entidades públicas y privadas, y el choque de voluntades políticas, de organismos de cuenca, administraciones locales, regionales o nacionales a menudo influyen en la regulación del agua. También hay una amplia gama de precios del agua para los usuarios finales, y una falta de transparencia en precios, tarifas y subvenciones. Estas circunstancias tienen por ejemplo efectos en los mecanismos de recuperación de costes, que son muy limitados para el tratamiento de aguas residuales y para el saneamiento de las aguas (European Environment Agency, 2013). Si bien la descentralización y la especialización de las competencias podrían haber tenido impactos positivos en la y protección del agua, la falta de coordinación entre las administraciones y de información agregada han provocado importantes lagunas. Por ejemplo, el laberinto de autoridades que actúa en diferentes escalas plantea dificultades para acceder fácilmente a la información relacionada con el uso o precio del agua y ha

dificultado la posibilidad de una mejor coordinación de los procesos participativos, que permitirían a los ciudadanos ser más activos en la toma de decisiones.

Los retos sociales son complejas y requerirían de una evaluación adicional, pero las publicaciones presentadas muestran algunas ideas sobre los problemas existentes. Debería tener lugar un profundo cambio cultural sobre la percepción de la explotación del agua. Tradicionalmente, en las áreas que presentan escasez de agua, se ha perseguido el máximo uso posible del recurso, y el agua que llegaba al mar se percibía como agua desperdiciada. Por desgracia, esta forma de pensar está todavía fuertemente arraigada en la sociedad española. Todavía existe hoy en día una falta de conocimiento ambiental básico, y muchos usuarios del agua desconocen por completo la dependencia del agua de los ecosistemas, la necesidad de respetar los procesos naturales de recarga de los acuíferos, o las necesidades de sedimentos en las zonas costeras y en los deltas, así como la importante prestación de servicios ambientales y sociales que ofrecen. El aumento de la dependencia del agua y las prácticas que sobreexplotan los recursos sólo se traducirán en el uso insostenible del agua, y en sociedades y ecosistemas menos preparados frente al cambio climático. Los sistemas de agua que ya presentan balances críticos así como escasez del recurso, tendrán poco "margen de seguridad" para hacer frente a fenómenos extremos inesperados. En España se debería transmitir mejor a la sociedad las necesidades ambientales básicas, así como los cambios climáticos esperados. Las ONG locales y la sociedad civil podrían desempeñar un papel educativo importante en la sensibilización, así como en la promoción de acciones locales para aumentar la resiliencia y capacidad de adaptación. Esto es todavía poco frecuente, y puede deberse en parte a la naturaleza lenta y progresiva del conjunto de los impactos asociados al cambio climático.

Summary in Dutch

Inleiding

Overzicht

Het Middellandse Zeegebied neemt een strategische ligging in op de grens van drie continenten. Het klimaat heeft geleid tot de vestiging van volkeren doorheen de geschiedenis en een relevante sociaal-economische groei. Momenteel zijn er echter, door de druk die wordt gevormd door groei van de bevolking, toerisme en stadsontwikkeling, vooral in de kustgebieden ernstige milieuproblemen die van invloed zijn op de ontwikkeling van het gebied. Hoewel het één van de rijkste gebieden aan ecosystemen is, en als een van de belangrijkste plaatsen inzake biodiversiteit in de wereld wordt gezien (European Commission, 2009a), is het tegelijkertijd een van de meest kwetsbare in de wereld als gevolg van deze druk en daarmee nauw samenhangende milieuproblemen zoals waterschaarste, puntbronnen en diffuse verontreiniging, overexploitatie van waterlopen, ontbossing, bodemerosie en woestijnvorming.

Water is een katalysator voor ontwikkeling, van essentieel belang voor vrijwel alle sociaal-economische activiteiten en is een onmisbare natuurlijke hulpbron voor het milieu, maar is zeer ongelijk verdeeld in ruimte en tijd in de regio, en niet altijd verstandig beheerd. Het is zeer schaars in een gebied dat gemakkelijk toegankelijk is voor menselijk gebruik, en is beperkt beschikbaar in de vereiste kwaliteit en benodigde hoeveelheid, waardoor zij een beperkende factor wordt voor economische activiteiten, ontwikkeling en productie van voedsel en energie. De belangrijkste watergerelateerde problemen worden nog verergerd door droogte, overstromingen en de gevolgen van de klimaatveranderingen, de toenemende problemen van sociaal- en middelenbeheer, en door conflicten tussen verschillende sectoren.

Klimaatverandering

Gezien de nauwe band tussen beschikbaarheid van water en de weersomstandigheden is dit proefschrift toegespitst op de verwachte gevolgen van de klimaatverandering in de regio en met name in Spanje. Volgens het IPCC (IPCC, 2013) zal in het Middellandse Zeegebied de temperatuurstijging in

verband met klimaatverandering leiden tot een groter aantal extreme weersomstandigheden, een verhoging van de intensiteit daarvan, en een vermindering van de beschikbare waterreserves.

Er wordt een daling verwacht in de neerslag, toenemende droogte en extreme droogtes in Zuid-Europa en het Midden-Oosten (Dai, 2011), alsook veranderingen in de zeewatertemperatuur en een daling van het rivierwaterpeil. In Spanje in het bijzonder, wijzen de conclusies van één van de eerste uitgebreide studies, de voorlopige algemene beoordeling van de effecten in Spanje vanwege de gevolgen van de klimaatverandering (Ministerio de Medio Ambiente, 2005), met betrekking tot de waterreserves op: a) een algemene daling van de watervoorraden en een toenemende vraag naar irrigatiesystemen, b) een vermindering in bijdragen tot 50 % in semi-aride gebieden, c) een verhoging van de jaarlijkse variabiliteit d) vraag naar beheer als vervangend middel e) de noodzaak tot verbetering en uitbreiding van de monitoringnetwerken, onderzoeksprojecten in dit gebied en het belang van beleid en regelgeving op de watervoorraden ten gevolge van de klimaatverandering.

Reeds tien jaar geleden, in 1995, bevonden zich naar schatting 1,400 miljoen mensen in een situatie van waterstress hoofdzakelijk in het Midden-Oosten en in het Middellandse-Zeegebied (Arnell, 1996, 2004), het is dan ook waarschijnlijk dat de daling van de afvloeiing ramingen voor de nabije toekomst zal leiden tot nog hogere percentages van stress als gevolg van een daling van de beschikbaarheid van water.

Studies zijn er op vooruit gegaan, en hoewel er nog steeds onzekerheid bestaat en efficiënte technieken nog een uitdaging vormen, zijn de voorspelde effecten vergelijkbaar. Bijvoorbeeld, een recentere studie uit 2011 gepubliceerd door de (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2011), heeft de effecten op nationaal niveau uitgelicht en voorspelt een algemene daling van de neerslag en de beschikbaarheid van water (in de buurt van — 5 %, — 9 % en — 17 % in de periode 2011-2040, 2041-2070 respectievelijk 2071-2100), met de grootste variabiliteit aan de Middellandse Zeekust en in het zuidoosten van het land. Bovendien voorspelt de studie een stijging van de temperatuur, verdamping en evapotranspiratie, daling van grondwaterinjecties en aflopen.

De effecten van de klimaatverandering zullen invloed hebben op de beschikbaarheid en distributie van water, en hierdoor op de voedselproductie, door de invloed op de productie van gewassen en vee. Extreme weersomstandigheden die verband houden met water, droogte en overstromingen, zullen hoogstwaarschijnlijk nog slechter worden, en zijn belangrijke factoren bij het beoordelen van het hydrologisch plan en waterbeheer om tekorten te voorkomen of de schade aan personen en goederen tot een minimum te beperken. Voorts zullen er in specifieke sectoren, zoals in de landbouwsector, waarschijnlijk hogere eisen gesteld worden aan de evapotranspiratie processen door de gevolgen van de temperatuurstijging. Daar water een steeds schaarser goed wordt, in combinatie met een groeiende vraag, zou de klimaatverandering gevolgen kunnen hebben voor het beheer van prioriteiten in de verdeling van middelen (Estrela and Vargas, 2008).

Zoals vermeld, benadrukken sommige auteurs (Magnan et al., 2009) de onzekerheid van de klimaatmodellen en hydrologische gegevens of CO₂-emissies, de onvoorspelbaarheid van de natuurlijke variabiliteit van het klimaat, het gebrek aan consistentie in gegevens en brede marges van de ramingen van de bevolkingsgroei en het waterverbruik. Het lijkt dan ook noodzakelijk om degelijker studies te ontwikkelen inzake klimaatverandering en prognoses van verwachte effecten, alsook om meer te investeren in aanpassingsstrategieën (UNEP/map-plan Bleu, 2009). In elk geval moet, uitgaande van de situatie die de regio biedt, met zwakke waterbalansen, worden verwacht dat iedere klimaatschommeling leidt tot een relevante impact op sociaal- en landbouwgebied.

Publicaties die in dit proefschrift aangehaald worden, benaderen deze kwesties, verstrekken recente referenties, gegevensvaststellingen, beleidsstudies op EU- en nationaal niveau, en bepalen lacunes bij de vaststelling van de klimaatverandering in het kader van het waterbeheer.

Beleidsmaatregelen

Op EU niveau zijn er verschillende milieubeleidsplannen die gericht zijn op betere bescherming en op een duurzaam gebruik van de natuurlijke hulpbronnen. Er is echter een aantal wetgevende instrumenten, die de ruggengraat vormen van

waterbescherming en die rechtstreeks verband houden met klimaatschommelingen. De uitvoering van bepaalde EU beleidsmaatregelen, in het bijzonder de kaderrichtlijn water (KRW) 2000/60/EG heeft het mogelijk gemaakt dat de lidstaten convergeren naar doelstellingen op het vlak van kwaliteit en bescherming. De richtlijn is innovatief door de waterbekken als een afzonderlijk systeem voor waterbeheer in te stellen, om een goede toestand van alle wateren te beogen en door het oprichten van stroomgebiedsbeheersplannen (SGBP's) als de belangrijkste instrumenten bij programma's van maatregelen ter verwezenlijking van die status. Het is een beleid dat specifieke deadlines stelt, en dat wordt ondersteund door heffingen in combinatie met economische sancties. Daarnaast sluit de richtlijn inzake overstromingen (2007/60/EG), aan bij deze waterbescherming, door te streven naar een verbetering in beheer in periodes van overstromingen en beperking van de risico's, vooral in waterlopen en in de kustgebieden. Dit vereist het in kaart brengen van gebieden met verhoogd risico en de ontwikkeling van beheersplannen. Voorts heeft de Europese Commissie (EC) verscheidene projecten en studies gefinancierd om de effecten van de klimaatverandering op de watervoorraden vast te stellen en heeft tal van verslagen en rapporten gepubliceerd om de basis te leggen voor een aanpassingsbeleid.

Het beleid wordt echter vaak ontwikkeld rekening houdend met de beschikbaarheid van water, en territoriale kenmerken die zeer verschillend zijn van die in Spanje, en veel meer vergelijkbaar met die van de buurlanden in het Middellandse-Zeegebied. Bovendien is de verwezenlijking van de doelstellingen van deze maatregelen meer dan onzeker als gevolg van oude en opkomende uitdagingen. De EG heeft een uitgebreide evaluatie ontwikkeld van de bestaande richtlijnen, de resultaten daarvan en de oorzaken van het niet verwezenlijken van de oorspronkelijk vastgestelde doelstellingen voor de waterkwaliteit, beheer en bescherming. Dit initiatief, genaamd Blauwdruk ter Waarborging van Water in Europa, met het jaar 2020 als eerste blikveld, richt zich op vier belangrijke gebieden:³ In het kader van de KRW ontwikkelde stroomgebiedbeheersplannen,

³ Mededeling van de Commissie: Een blauwdruk voor het behoud van de Europese watervoorraden. COM/2012/673 final.

een herziening van de Europese actie tegen waterschaarste en droogte, de evaluatie van de kwetsbaarheid van watervoorraden door klimaatverandering en andere antropogene druk, en een algemene fitness-check van het waterbeleid van de EU.

Echter, aanbevelingen en instrumenten vermeld in de blauwdruk zullen moeten worden beoordeeld in de komende SGBP's, die moeten worden ingediend door de lidstaten tegen het einde van 2015 en hun gegevens gerapporteerd in maart 2016. Bovendien is er een herziening van de kaderrichtlijn water voorzien in 2019, wanneer de redenen voor niet-uitvoering en een mogelijke herziening van de tekst van de richtlijn zou kunnen plaatsvinden.

Spaanse stroomgebieden

Veel Spaanse stroomgebieden worden geconfronteerd met waterschaarste, aanhoudende droogte, bodemdegradatie en persistente overexploitatie van watervoorraden. En al deze problemen hebben de neiging te worden verergerd door de gevolgen van de klimaatverandering. Mediterrane stroomgebieden in Spanje, zoals bijvoorbeeld de Júcar en de Segura stroomgebieden, zijn typische voorbeelden van gebieden die te kampen hebben met de gevolgen van deze verschijnselen, en met een groot oppervlak van semi-aride gebieden (volgens de Unesco droogte index). Zij lijden vaak onder verschillende extreme gebeurtenissen zoals overstromingen en stortregens (of stortvloeden), terwijl zij intensief water onttrekken voor hoofdzakelijk agrarische toepassingen.

De bijgewerkte SGBP's moeten dus nog worden gerapporteerd aan de Europese Commissie, en zouden een interessante gelegenheid moeten bieden om onderzoek te doen naar de mogelijke gevolgen van de klimaatverandering op de beschikbaarheid van water, de voorgestelde technische maatregelen, en uitvoering van de economische beoordeling. De publicaties in dit proefschrift bieden een aantal inzichten op het voorontwerp van de stroomgebiedbeheerplannen en beoordelen de bestaande beleidsmaatregelen en de relatie tussen de twee.

Opmerkingen

Sommige van de hangende kwesties in de watersector betreffen de fasering van de gevolgen van klimaatverandering op de waterplanning, en betere acceptatie van economische overwegingen in technische maatregelen en aanpassingsprocessen. Dit proefschrift geeft een overzicht van de gevolgen van de klimaatverandering voor de watervoorraden, zowel op regionaal als op nationaal niveau en geeft een aantal voorbeelden van de economische gevolgen. De effecten van de klimaatverandering wijzen op de noodzaak aan intensivering van bepaalde maatregelen die reeds worden gebruikt: besparingsmaatregelen voor vraagbeheer, energiebesparing en het gebruik van niet-conventionele middelen (ontzilting en hergebruik van afvalwater), verzekering van duurzaam gebruik van het grondwater, groter gebruik van groene infrastructuurontwikkeling, modernisering van irrigatiesystemen, alsmede specifieke plannen en maatregelen gericht op overstromings- en droogtebeheer.

Conclusies

Er kan worden geconcludeerd dat de gevolgen van menselijke activiteiten een directe impact hebben gehad op het klimaat (WGII van het IPCC AR 5, 2014), en dat dit in aanzienlijke mate van invloed is op en gevolgen zal hebben voor watervoorraden, en dat het op zijn beurt sociaal-economische en ecologische gevolgen zal hebben. De verwachte effecten zullen zeker een uitdaging vormen voor waterbeheerders, regio's, burgers en politici, omdat het niet mogelijk zal zijn om aan de huidige eisen te blijven voldoen, die tot meer verontreiniging zullen leiden. Een van de meest recente en uitvoerige studies over de effecten van de klimaatverandering op de watervoorraden in Spanje (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2011), voorspelt een algemene daling in neerslag en beschikbaarheid van water, die in de loop van de tijd zal toenemen (in de buurt van — 5 %, — 9 % en — 17 % in de periode 2041-2070 en 2071-2100, respectievelijk). Bovendien zal naar verwachting de grootste variabiliteit plaatsvinden in de kustgebieden van het Middellandse Zeegebied en in het zuidoosten van het land. Gezien het belang van water voor vrijwel alle sociaal-economische activiteiten en voor de instandhouding van ecosystemen en

biodiversiteit, worden de economische gevolgen steeds duidelijker in de komende jaren.

Alhoewel voorspellingen nuttig en indicatief zijn, is de onzekerheid van de klimatologische modellen hoog, met name voor efficiënte technieken (bv. naar de effecten op stroomgebiedniveau). Het is dan ook duidelijk, dat meer degelijk onderzoek en studies inzake klimaatverandering en voor prognoses van de te verwachten effecten nodig zijn evenals hogere investeringen op het gebied van aanpassingsstrategieën en opleiding van specialisten op het gebied van water. Bovendien zou het onderzoek gericht moeten zijn op problemen op niveau van beheer en lacunes in technische kennis aanpakken. Zo zou een nauwere samenwerking tussen onderzoekers en managers nodig zijn. Voorts zijn mechanismen om de band tussen onderzoek en beleidsontwikkeling en -uitvoering (d.w.z. de interface tussen wetenschap en beleid) noodzakelijk indien de geboekte vooruitgang in onderzoek en de resultaten volledig dienen te worden gebruikt en verwerkt, bijvoorbeeld bij het bepalen van de meest geschikte en veerkrachtige maatregelen op niveau van stroomgebied.

Ongeacht het bestaan van bepaalde onzekerheid, zou kunnen worden verwacht dat de voorspelde klimaateffecten op water van invloed zullen zijn op het beheer van water, besluitvormers zou waarschuwen en een groter bewustzijn zou creëren op het gebied van waterbesparing, prioriteiten stellen van de watertoepassingen en het algemeen denken over hoe water beter zou moeten worden gebruikt. Zij moeten ook helpen bij het vergroten van het aanpassingsvermogen en een weerbaarheidscultuur, en bijdragen tot het verschuiven van de werkwijze in beheer van het verstrekken van water, naar het verminderen van de vraag en het gebruik van kostenefficiëntie en slimme oplossingen. Het traditionele gebruik van „grijze” infrastructuur zoals dammen moet wegebben, niet alleen vanwege de kosten, maar ook vanwege de onzekerheid over hun toekomstig nut als lagere rivierlopen worden verwacht. Ook moeten voorspellingen worden vertaald naar het gebruik van slimmere en groenere oplossingen, die vaak minder kostbaar zijn en beter bestand tegen klimaatverandering.

Sommige studies wijzen op een begin van economische groei in Spanje pas in 2014, na drie jaar van acute recessie (European Commission, 2015a). Deze economische recessie heeft niet bijgedragen tot de bovengenoemde verwachte verschuivingen of tot het beter voorbereiden van gewesten en stroomgebieden om de uitdagingen van klimaatverandering onder ogen te zien. Bezuinigingen hebben een belangrijke impact op het gebied van waterbeheer gehad, en de voorgestelde maatregelen in de bijgewerkte SGBP's die zouden kunnen bijdragen tot een betere waterbescherming en aanpassing van de klimaatsverandering, zouden wel eens niet de vereiste economische steun kunnen krijgen. Voorbeelden van deze maatregelen zijn onder meer voorgestelde herstelactiviteiten of de ontwikkeling van op natuurlijke processen gebaseerde waterretentiemaatregelen. Er bestaan echter nuttige instrumenten voor waterbeheerders die hen helpen bij het stellen van prioriteiten voor maatregelen en projecten, en bij het bepalen van de kosteneffectiviteit van het herstel (Scemama and Levrel, 2015).

De voorgestelde publicaties in dit proefschrift hebben betrekking op een periode van ongeveer vier jaar gedurende waarin de recessie invloed heeft gehad op de politieke prioriteiten, beheerdersbeslissingen en de publieke perceptie. De uitvoering van het EU-beleid kan als een van de meest getroffen pijlers worden beschouwd.

Hoewel de EU een van de meest vooruitstrevende en gerespecteerde milieuwetgevingen heeft, die hoge eisen stelt aan de bescherming van water, zoals de kaderrichtlijn water (KRW), is bijvoorbeeld in Spanje de uitvoering ervan nog lang niet bereikt. Vereiste updates van waterzuiveringsinstallaties hebben niet plaatsgevonden, noch een diepgaande beoordelingsexpertise van tekortkomingen om een goede ecologische toestand te bereiken van alle waterlichamen gekoppeld aan specifieke beheersmaatregelen. Verder werden er met de uitvoeringsinspanningen niet de passende verbanden gelegd met de klimaataanpassing. Aldus wordt de samenhang met andere sectoren, zoals de landbouwsector, zeer beperkt. In Spanje is de landbouwsector de grootste vrager naar water, en dit leidt tot een hoge druk in termen van onttrekkingen en vooral diffuse verontreiniging door nitraten (Fuentes, 2011; Vargas-Amelin and Pindado, 2014). De meeste stroomgebieden die zijn getroffen door waterschaarste,

vertonen ook intensieve irrigatiepraktijken waardoor ze nog kwetsbaarder zouden kunnen worden voor de gevolgen van klimaatverandering. De voorlopige Spaanse SGBP's, geven geen volledig beeld van het verband met de nitraatrichtlijn en de vereiste maatregelen ter verbetering van de bescherming van het water.⁴ Overmatige onttrekking van grondwater en oppervlaktewater door agrarische activiteiten vormt een extra grote bedreiging voor het verwezenlijken van de doelstellingen van de KRW, maar er is weinig vooruitgang geboekt op het gebied van toezicht op en de vervolging van illegale wateronttrekkingen (European Commission, 2012).

In Spanje zijn we getuige van aanzienlijke vertragingen in de uitvoering van het EU-beleid en de continuïteit van traditionele vraaggestuurde benaderingen, terwijl grotere extra inspanningen zouden moeten worden geleverd om de hiaten aan te pakken om te zorgen voor ecologische bescherming en klimatologische veerkracht. Nogmaals, budgettaire beperkingen in de milieusector, en verminderde middelen in stroomgebiedautoriteiten belemmeren een verschuiving van deze trend. Politieke prioriteiten hebben zich afgewend van milieubescherming, en essentiële instrumenten zoals modellering en monitoring van de waterkwaliteit hebben een afname van fondsen gekend. De economische recessie mag evenwel niet uitsluitend worden toegeschreven aan het niet naleven van de verplichtingen. De complexiteit van de bevoegdheden, het gebrek aan verantwoordingsplicht van de overheden en de beperkte coördinatie tussen de verschillende administratieve niveaus maken allen deel uit van het probleem.

Het complexe Spaanse netwerk van bestuursinstanties die belast zijn met het waterbeheer, de bescherming, verspreiding en de prijsstelling, heeft tot op zekere hoogte bijgedragen aan de vertraging bij de tenuitvoerlegging van het beleid. Dit netwerk is zeer versnipperd, bevoegdheden worden gedeeld door openbare en particuliere entiteiten, en botsende politieke wil vanuit lokale, regionale en nationale hoek en stroomgebieden bepalen vaak de waterregelgeving. Ook is er een breed scala aan waterprijzen voor de eindgebruikers, gebrek aan

⁴Richtlijn 91/676/EEG van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen

transparantie van prijzen, tarieven en subsidies. Deze omstandigheden hebben bijvoorbeeld invloed op de kostendekkende mechanismen, die zeer beperkt zijn voor de behandeling van afvalwater en sanitair gebruik (European Environment Agency, 2013). Terwijl decentralisatie en specialisatie van bevoegdheden positieve effecten zouden kunnen hebben in waterbeheer en bescherming, heeft het gebrek aan coördinatie tussen administraties en de beperkte gezamenlijke informatiebronnen grote hiaten veroorzaakt. Bijvoorbeeld het doolhof van instanties die op verschillende niveaus optreden levert moeilijkheden op om gemakkelijk toegang te krijgen tot informatie in verband met het watergebruik of haar prijs, en staat de mogelijkheid in de weg van een betere coördinatie van participatieve processen, die het mogelijk zouden maken om de burgers beter bij de besluitvorming te betrekken.

Maatschappelijke uitdagingen zijn ingewikkeld en vereisen verdere beoordeling, maar de voorgestelde publicaties geven een aantal inzichten in de bestaande problemen. Een diepgaande culturele verandering in waterexploitatie waarneming zou moeten plaatsvinden. Van oudsher wordt in gebieden waar waterschaarste heerst, optimaal gebruik van water nagestreefd, en water dat de zee bereikte werd als verspild water beschouwd. Deze manier van denken is helaas nog steeds verankerd in de Spaanse samenleving. Er is nog steeds een gebrek aan elementaire ecologische kennis, en veel gebruikers begrijpen niet volledig de afhankelijkheid van ecosystemen van water, de noodzaak van respecteren van de voorschriften voor aanvulling van waterlopen, of de behoeften van sedimenten in kustgebieden en delta's om milieu- en maatschappelijke diensten te voorzien. Toenemende afhankelijkheid van water en praktijken van overexploitatie van de voorraden zou enkel leiden tot niet-duurzaam watergebruik, een minder veerkrachtige samenleving en ecosystemen. Watersystemen die reeds kritische waterbalansen kennen en die waterschaars zijn, hebben weinig „veiligheidsmarges” om het hoofd te kunnen bieden aan onverwachte extreme verschijnselen. Spanje zal aan de samenleving beter moeten laten uitschijnen wat de fundamentele ecologische behoeften en de verwachte klimaatveranderingen zijn. Lokale NGO's en maatschappelijke organisaties zouden een belangrijke rol kunnen spelen in het bewustmakingsproces, maar ook in de ondersteuning van lokale acties ter

verbetering van veerkracht en aanpassingsvermogen. Dit is zeldzaam, wat deels een gevolg kan zijn van de langzame en geleidelijke onsets van de gevolgen van klimaatverandering.