
WATER-ENERGY AND FOOD NEXUS: TRENDS, TRADE-OFFS AND IMPLICATIONS FOR STRATEGIC ENERGIES

BEATRIZ MAYOR

Desde la pionera identificación y reconocimiento de las interdependencias entre el agua, la energía y más adelante la alimentación, este tema ha venido ganando importancia a nivel internacional y empresarial. Durante el último lustro, la necesidad de expandir el conocimiento acerca del concepto e implicaciones del llamado Nexo Agua-Energía-Alimentación (AEA), definir los principios que fundamentan este enfoque e identificar sus principales retos y oportunidades se han ido fraguando en la comunidad científica, el sector privado, las organizaciones internacionales y la sociedad civil. Entre las brechas de conocimiento más reconocidas en este campo se encuentran las siguientes: 1. necesidad de una mejor comprensión del conjunto de interconexiones, intercambios, eficiencias cruzadas y sinergias entre los sistemas AEA, con el fin de informar a los gobernantes en la selección de las mejores técnicas y estrategias; 2. necesidad de un marco conceptual y analítico del Enfoque Nexo más conciso y armonizado, así como fórmulas para lidiar con la complejidad y guiar la implementación; 3. necesidad de mejorar la cantidad y calidad de datos e información, particularmente en lo referido a disponibilidad y uso de los recursos hídricos, impactos de los complejos hidroeléctricos sobre los ecosistemas acuáticos y uso, consumo e impactos de las tecnologías energéticas sobre los recursos hídricos, entre otros; 4. necesidad de herramientas y metodologías armonizadas para la contabilización de agua y energía; 5. necesidad de casos de estudio aplicados para identificar y contabilizar los intercambios en los contextos locales; 6. necesidad de coordinación política y regulatoria; 7. necesidad de concienciación social y comunicación (Rodríguez et al., 2013; Hoff, 2011).

Nacida a las puertas de 2014, el Año Internacional de Naciones Unidas del Agua y la Energía, esta tesis doctoral pretende unirse a los amplios esfuerzos por aportar algo de luz sobre este tema, mediante el desarrollo de tres objetivos: 1. seguimiento y clarificación de tendencias a escala global; 2. discusión del concepto del

Nexo AEA y propuesta de una metodología para realizar análisis regionales; 3. elaboración de casos de estudio para analizar problemáticas relevantes relacionadas con el nexo, particularmente la contabilización de intercambios, el análisis de impactos y contribuciones de la hidroeléctrica, y el análisis de potenciales implicaciones de la fractura hidráulica para la seguridad hídrica.

El primer objetivo es desarrollado mediante un estudio en profundidad de las principales fuerzas que influyen en el nexo, junto con las tendencias y líneas de investigación más importantes en la actualidad. Este análisis es complementado con un ejercicio de prospectiva que explora la evolución futura de una selección de variables con gran nivel de incertidumbre. Dicho estudio consiste en una encuesta Delphi que recoge las visiones y contribuciones de expertos españoles en el tema. Los resultados resaltan la importancia de la innovación y transferencia tecnológicas como principales condicionantes para alcanzar la seguridad hídrica y energética. En términos de energía, los biocombustibles y el gas no convencional son percibidos como las energías con mayores potenciales impactos sobre la cantidad y calidad de los recursos hídricos.

El segundo objetivo se aborda mediante el análisis de las conceptualizaciones y marcos teóricos existentes sobre el Nexo AEA, y la posterior proposición de una metodología para la identificación y evaluación de los intercambios entre AEA que permita orientar el diseño de estrategias de gestión de recursos coordinadas y eficiente. Esta metodología es aplicada a la cuenca española del Duero como caso de estudio, resultando en una contabilización de los flujos e intercambios entre AEA y la identificación de deficiencias de coordinación e integración política, así como de los conflictos derivados. Se concluye que muchos de estos conflictos están relacionados con los crecientes precios de la electricidad, con efectos negativos sobre los regadíos modernizados y el tratamiento de aguas. Otro conflictos relevantes son los derivados de eficiencias cruzadas en agua-energía (efectos rebote) y preocupación social acerca de los posibles impactos de un desarrollo de la industria de fractura hidráulica sobre los recursos hídricos.

El tercer objetivo incluye el desarrollo de dos casos de estudio. El primero pretende poner en perspectiva las consecuencias de una implantación masiva de proyectos hidroeléctricos a escala de cuenca, en respuesta al gran debate internacional acerca de la sostenibilidad tanto de la macro como de la mini hidráulica. Esto se realiza mediante el análisis comparativo de las contribuciones agregadas a la seguridad energética e hídrica del potencial hidroeléctrico de gran y pequeña escala en la cuenca del Duero, así como de los impactos agregados asociados. Los resultados sugieren que en términos generales la macro hidráulica contribuye en mayor medida a la seguridad hídrica y energética, con mejores resultados en diez de los doce indicadores estimados. En relación a los impactos, en términos absolutos la macro hidráulica genera mayores impactos agregados sobre el régimen de flujo y la pérdida de hábitat. En términos relativos, la mini hidráulica tiene mayores impactos por unidad de energía producida en todas las categorías, mostrando menores eficiencias en términos de ratio rendimiento energético/impacto.

El segundo caso de estudio reflexiona sobre el debate acerca de la posible expansión de la ‘revolución del gas de esquisto’ estadounidense a los contextos de Europa y España y sus posibles consecuencias ambientales. Éste consiste en un análisis comparativo de los contextos legal, social e hídrico de la fracturación hidráulica en dos casos: el estado de Tejas en Estados Unidos, con una industria de fracturación hidráulica madura y activa, y el caso de España con una actividad incipiente en un contexto europeo. El estudio muestra importantes diferencias contextuales en aspectos de cultura legislativa y reacción pública, el papel del gobierno central, la capacidad regulatoria y de supervisión, los derechos sobre la tierra y la publicidad de la información. Estos aspectos reflejan hasta qué punto la seguridad hídrica se encuentra a expensas de la seguridad energética. El estudio concluye resaltando una serie de aspectos críticos para gestionar los riesgos de la fractura hidráulica sobre los recursos hídricos: mejores prácticas y tecnologías disponibles, monitorización previa y continuada durante el proyecto, Evaluación de Impacto Ambiental, costes regulatorios, participación social y transparencia.

En resumen, las principales contribuciones originales la ciencia aportadas por esta tesis incluyen las siguientes: primero, una panorámica de las principales fuerzas, tendencias y retos del nexo basado en el más reciente conocimiento disponible en la literatura y nutrido por expertos internacionales; segundo, una panorámica de la evolución a futuro de variables clave en el nexo con gran nivel de incertidumbre, basada en conocimiento experto; tercero, la propuesta de una metodología integral y secuencial para realizar estudio y diagnósticos AEA a distintas escalas; cuarto, conocimiento inédito y probado sobre los intercambios AEA, así como de los impactos y contribuciones agregadas de la hidroeléctrica a nivel local en la cuenca del Duero; quinto, recomendaciones basadas en un análisis de casos reales sobre aspectos críticos a considerar por los gobiernos que apuesten por la fractura hidráulica, con el fin de salvaguardar la seguridad hídrica local. La tesis concluye con una serie de conclusiones y recomendaciones para el futuro de la investigación en el nexo. Resalta la importancia de investigar y actuar en aspectos sociales, políticos y económicos, los cuales pueden desencadenar avances equivalentes o incluso mayores que los tecnológicos para superar los retos del Nexo. También previene sobre las externalidades sobre el agua y la alimentación que podrían acarrear las políticas bajas en carbono basadas en ciertas tecnologías, particularmente los biocombustibles de primera generación, fracturación hidráulica, tecnologías de captura y almacenaje de carbono y desarrollos hidroeléctricos masivos. Asimismo, identifica las energías renovables de baja huella hídrica, el tratamiento y reutilización de agua, los acoplamientos y combinaciones tecnológicas y las soluciones descentralizadas como oportunidades prometedoras que merecen mayores esfuerzos de investigación, inversión y apoyo político. En relación al caso de España, las principales conclusiones y recomendaciones aportadas hacen hincapié, en primer lugar, en la crítica importancia de apoyar y promover la expansión de las renovables y la autogeneración energética para avanzar hacia la sostenibilidad energética. En segundo lugar, se resaltan las oportunidades que ofrece la expansión del bombeo y almacenamiento hidráulico para aumentar la independencia energética. En tercer lugar, se enfatiza la importancia de evaluar la huella energética del regadío y su consideración en la planificación hidrológica y de la agricultura.

Finalmente, se reitera la necesidad de evaluar cuidadosamente la factibilidad de los proyectos de fracturación hidráulica, poniendo especial atención en aspectos de monitorización, costes regulatorios, participación, evaluación de impacto ambiental y transparencia.