

Grupo Operativo

Partenariado del Agua del Ebro - Aragón II



Análisis técnico y económico de modelos de modernización de regadíos propuestos para el Ebro – Aragón. Versión resumida

12 de septiembre de 2024

E. Playán ^a, Y. Gimeno ^b, M. A. Lorenzo-González ^c, A. Jiménez ^d, J. R. López-Pardo ^d,
I. Oliván ^d, R. Castillo ^e, X. Carbonell ^f, M. Fábregas ^f, L. M. Vicente ^g, L. Gálvez ^h,
J. A. Lax ^b, D. Quílez ^c, M. Balcells ^c, D. Solano ⁱ,
J. Aguaviva ^j, P. Paniagua ^a and N. Zapata ^a

^a Estación Experimental de Aula Dei, EEAD-CSIC, Avda. Montañana 1050, 50059 Zaragoza.

^b Riegos del Alto Aragón, Ramon y Cajal 96, Huesca, 22006.

^c Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-Aragón), Unidad Asociada a EEAD-CSIC. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza.

^d Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Aragón, Navarra y País Vasco, Valenzuela, 5, 4ª Planta, 50004, Zaragoza.

^e CINGRAL, Consultora de Ingeniería Rural y Agroalimentaria, Santa Cruz 8, 50003 Zaragoza.

^f ARC Mediación Ambiental.

^g Comunidad General de Regantes del Canal Imperial de Aragón, Parque de los Incrédulos, 2, 50009, Zaragoza.

^h FEREBRO, Federación de Comunidades de Regantes de la Cuenca del Ebro. Av. de América, 1, 50007 Zaragoza.

ⁱ Unión de Agricultores y Ganaderos de Aragón UAGA-COAG, Calle Lucas Gallego 72, 50009, Zaragoza.

^j Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos Agrícolas de Aragón, Calle Santander 8, 2º D, 50010.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Índice

Resumen ejecutivo.....	3
1. Introducción.....	5
2. Gobernanza de las comunidades de regantes.....	5
3. El contexto actual de la gobernanza de las comunidades de regantes.....	6
4. Modelos de gobernanza del agua en Comunidades de Regantes.....	7
4.1. Ámbitos del regadío: la ribera y el monte.....	7
4.2. Gestión de la infraestructura y de la institución.....	9
4.3. Los modelos de gobernanza.....	10
5. Modernización y gobernanza del regadío.....	12
6. Propuestas de consolidación y mejora de la gobernanza.....	12
6.1. Avanzar en transparencia.....	13
6.2. Avanzar en separación de poderes.....	13
6.3. Avanzar en digitalización.....	13
6.4. Potenciar ámbitos de gobernanza de rango superior.....	13
6.5. Contratar servicios externos.....	14
6.6. Especializar los recursos humanos de las comunidades.....	14
7. Modernización de regadíos en el Ebro – Aragón.....	14
7.1. Modernización y rehabilitación de regadíos.....	14
7.2. Fases de la modernización de regadíos.....	15
7.3. Componentes de la modernización de regadíos.....	17
7.4. Progreso en la modernización del Ebro – Aragón en el siglo XXI.....	18
7.5. Retos de la modernización.....	20
8. Modelos de modernización.....	22
8.1. Definiendo modelos para el Ebro-Aragón.....	22
8.2. Itinerarios de modernización.....	23
9. Análisis de sensibilidad de la modernización a diversos factores.....	25
10. Una mirada a las zonas por modernizar.....	27
11. Una mirada al futuro.....	29
11.1. La inversión en modernización de regadíos en el Ebro - Aragón.....	29
11.2. Los regadíos del Ebro – Aragón: imaginando el futuro.....	30
11.2. Un análisis DAFO / CAME de la modernización de regadíos.....	32
11.3. Modernizaciones futuras: incentivos y nuevas funcionalidades del regadío.....	36
11.4. Modernización y el uso consuntivo del agua.....	37
12. Conclusiones.....	38

Resumen ejecutivo

Este documento explora los modelos de gestión presentes en las comunidades de regantes del Ebro-Aragón, analizando sus rasgos y los instrumentos de los que se sirven. El análisis se ha realizado a la luz del contexto actual, en el que varias políticas están aumentando la presión sobre las comunidades para que estas mejoren sus capacidades de gestión. El análisis deja claro que las comunidades van a tener que dedicar importantes esfuerzos para alcanzar la transformación que de ellas se espera.

Se han formulado ocho modelos de gobernanza basados en el ámbito de la zona regable (ribera o monte) y en cómo se gobiernan la institución y la infraestructura de riego. Estos modelos de gobernanza se relacionan de forma libre con otras ocho especies de la clasificación binomial de los regadíos desarrollada por este Partenariado. Además, se han identificado ocho propuestas de consolidación y mejora de la gobernanza en el Ebro-Aragón. La mayor parte se basan en procesos endógenos de mejora, aunque algunas se basan en el conocimiento externo.

Se han definido tres fases de la modernización del regadío: la primera modernización (o modernización integral), la segunda modernización (orientada a moderar el consumo energético derivado de la primera) y la tercera modernización (orientada a la digitalización de las comunidades de regantes). Para cuantificar los procesos de modernización se ha analizado la extensión de cada modelo en 2003 (antes de comenzar la modernización con fondos públicos) y 2023. Esto ha permitido determinar que se ha modernizado la mitad de la superficie de riego por gravedad en el monte (unas 103 k ha). Ha aumentado hasta 104 k ha la extensión de los riegos presurizados con necesidades energéticas altas, aunque el mayor aumento ha sido el de los riegos presurizados con necesidades energéticas nulas o bajas (que llegan a 134 k ha). En el Ebro Aragón todavía son susceptibles de modernizarse 102 k ha de monte, 86 k ha de riberas semiáridas y 31 k ha de riberas templadas.

Un taller con comunidades de regantes permitió identificar los retos a los que se enfrentan en su gobernanza y en la modernización. Será preciso hacer frente a estos retos en las próximas fases de modernización de regadíos.

Se han definido modelos de modernización como el tránsito de un modelo de gobernanza a otro (o al mismo). La clasificación de estos modelos, la estimación de su superficie y de los itinerarios a seguir da pie a una planificación del proceso en las próximas décadas. Este análisis del proceso de modernización está sujeto a una serie de factores clave, tanto internos como externos y mixtos. Entre los internos, el liderazgo de la comunidad de regantes, el acuerdo de los regantes, las necesidades de riego de los cultivos futuros y las necesidades de fertilización de los cultivos futuros. Entre los mixtos, el margen de los cultivos y el coste de la modernización. Estos factores dependen tanto de la elección por los agricultores por determinados cultivos o tipos de estructuras de riego, como de su contexto económico. Entre los externos, las políticas de modernización de regadíos, la intensidad de la financiación pública a la obra colectiva, la intensidad de la financiación pública a la obra privada de regantes profesionales, las políticas restrictivas de concesión de agua para el regadío, las políticas de control de la contaminación difusa agraria, las restricciones en el presupuesto de la PAC o el cambio climático.

Se ha realizado un análisis de las inversiones públicas en modernización de regadíos, tanto las realizadas por el Gobierno de España a través de SEIASA como las realizadas por el Gobierno de Aragón. Los resultados arrojan una cifra de inversión pública conjunta de 36,8 M€/año, lo que equivale aproximadamente a 61,3 M€/año de inversión total en infraestructuras colectivas. Las modernizaciones, generalmente de primera modernización, han tenido una inversión público-privada de 9,42 M€/año. Con este volumen de inversión se puede modernizar los sistemas de riego con acequias en el siguiente tiempo: el riego en el monte en 16 años, el riego en las riberas semiáridas en 13 años y el riego en las riberas templadas en 5 años. Para que esto pudiera llevarse a cabo sería preciso que la demanda fuera suficiente, lo que no parece ser el caso. Tras veinte años de primeras modernizaciones, parece claro que las comunidades con más interés ya se han modernizado. Para estimar las necesidades de financiación y tiempo de las segundas y terceras modernizaciones se dispone todavía de una información escasa.

En paralelo al impulso modernizador de las últimas décadas, se observa un alto riesgo de abandono del regadío y de la actividad agraria en los regadíos de tipo MAN, RAS y particularmente del tipo RAT. La demanda de modernización podría bajar en el futuro en las zonas en las que el riesgo de abandono sea particularmente alto. Tras dos décadas de intenso esfuerzo modernizador, el Ebro-Aragón da muestras de intenso progreso, aunque todavía queda mucho trabajo por hacer para modernizar tanto la tecnología y las estructuras como la gestión. Es previsible y necesario que el riego presurizado aumente considerablemente, relegando al riego por gravedad a las riberas semiáridas, en las que puede encontrar un nicho de productividad, desarrollo rural y servicios ecosistémicos. La continuidad del regadío en las riberas semiáridas y particularmente en las templadas no está en este momento asegurada.

El análisis DAFO/CAME de la modernización de regadíos muestra que las fortalezas son superiores a las debilidades, y que las oportunidades son tan relevantes como las amenazas. Las estrategias ofensiva y defensiva resultan ser las más adecuadas para la modernización de los regadíos. Las zonas por modernizar se enfrentan a retos importantes. El riesgo de abandono del riego y la agricultura puede ser combatido con el desarrollo de nuevas funcionalidades para el regadío, más cercanas al desarrollo rural y a los servicios ecosistémicos que a la producción agraria.

Este análisis debe servir para que las instituciones que financian y ejecutan la modernización de los regadíos tengan criterios para priorizar inversiones y para desarrollar políticas de ayuda a la modernización que permitan a la vez asegurar la viabilidad de las comunidades modernizadas y extender el uso de los fondos públicos a la mayor extensión de regadío posible. Este trabajo supone una base para la planificación de la modernización de regadíos en las próximas décadas.

1. Introducción

El Partenariado del Agua del Ebro-Aragón ha venido desarrollando tareas relacionadas con el conocimiento de los regadíos, su clasificación y su cartografía. Estas tareas convergen en ese Grupo Operativo en un análisis de la gobernanza del agua. Para poder formular modelos de gobernanza, se analizará el contexto actual de los regadíos, con las presiones que distintas áreas políticas ejercen sobre ellos. La Unión Europea y los ministerios de Transformación Ecológica y Reto Demográfico, y de Agricultura, Pesca y Alimentación han puesto en marcha políticas como la nueva PAC, el PERTE del Agua o la estrategia NitraCHE, que condicionan la operación de las comunidades de regantes y que en algunos casos financian a las comunidades o a los agricultores que las componen.

La definición del tipo de gestión que realizan las comunidades de regantes, junto con los instrumentos en los que se apoya esta gestión servirán para poner en relieve las necesidades y oportunidades del regadío. De una forma más global, se analizarán formas de gobernanza que sobrepasen los límites administrativos de las unidades cartográficas de regadío, proponiendo modelos colaborativos de rango superior que permitan aprovechar mejor los recursos, sobre todo en zonas con capacidades de gestión limitadas.

Una vez analizada la gobernanza del agua, es preciso establecer su relación con la modernización de los regadíos... ¿Cómo se relaciona la mejora de las infraestructuras con la mejora de la institución? ¿Cómo permite la modernización superar los retos a los que se enfrentan las comunidades de regantes? ¿Cómo afecta el tipo de regadío a las necesidades y procesos de la modernización? ¿Qué previsiones de modernización se pueden hacer para las próximas décadas? En este documento intentamos aportar respuestas a estas preguntas. Los trabajos previos del Partenariado en clasificación y cartografía, junto con una consulta a las comunidades de regantes sobre los retos a los que se enfrentan sus tareas de gobernanza son las bases para un acercamiento pragmático a la modernización de regadíos, para una formulación de itinerarios de modernización y finalmente para una mirada al futuro, a la continuación de la modernización y a la sensibilidad del proceso a riesgos de distintos tipos.

2. Gobernanza de las comunidades de regantes

El Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas no arroja mucha luz sobre la figura y las funciones de las comunidades de regantes. Establece la naturaleza de sus estatutos, los órganos de gobierno, la posibilidad de crear comunidades generales, y su carácter como corporaciones de derecho público, adscritas al Organismo de cuenca. Hace un cuarto de siglo, en el Libro Verde de la Gobernanza del Agua en España¹ se apuntaron medidas para reforzar el papel de las comunidades de usuarios. Entre ellas, fomentar la creación de comunidades de usuarios de aguas subterráneas, promover la elaboración de planes frente a la sequía y el cambio climático en coordinación con los organismos de cuenca. También se propusieron proyectos de custodia agraria del territorio para lograr mejoras para los agricultores y para la biodiversidad. En el documento se identificaron ámbitos

¹https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua/libro-verde-gobernanza-agua_tcm30-517206.pdf

de mejora de las comunidades de usuarios. Entre ellos, fortalecer su capacidad de gestión, recursos técnicos y administrativos, promoviendo que las pequeñas comunidades se agrupen o compartan recursos; avanzar en la transparencia y rendición de cuentas o facilitar sus acciones para la mejora de la calidad de las aguas.

3. El contexto actual de la gobernanza de las comunidades de regantes

En la gobernanza de las comunidades es preciso destacar iniciativas de los Ministerios, El Gobierno de Aragón o de las propias comunidades, que están suponiendo cambios relevantes. Entre ellas:

- **El sistema FENACORE: rasgos de gobernanza.** En 2015, la Federación Nacional de Comunidades de Regantes (FENACORE) desarrolló un sistema de gestión de comunidades de regantes sostenibles. El sistema se basa en analizar que se cumple una serie de requisitos, que son clasificados como críticos o mayores. Para alcanzar el nivel superior, una comunidad debe de cumplir el 90% de los requisitos críticos y el 70% de los mayores. Para alcanzar el nivel fundamental, una comunidad debe de cumplir el 90% de los requisitos críticos y el 70% de los mayores. Esta certificación abre el camino para que la calidad de la gobernanza de una comunidad de regantes pueda ser objetivamente clasificada. Más allá de la importancia que esto puede tener, por ejemplo, para regular la relación de las comunidades con la Administración, los criterios establecidos en este trabajo son una lista de rasgos de gobernanza de las comunidades de regantes.
- **El PERTE del agua: Kit digital del regadío.** En el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) financiado por la Unión Europea, se establece el desarrollo de PERTEs (proyectos estratégicos para la recuperación y transformación económica). El Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) ha incluido en su implementación del PRTR un PERTE sobre digitalización del ciclo del agua. Este PERTE cuenta con un presupuesto de 200 M€ dedicado al regadío, orientado a las comunidades de regantes, en dos convocatorias de igual magnitud. La primera convocatoria del PERTE del regadío² (100 M€) financia mejoras en la administración, la digitalización, la monitorización del agua en el suelo y de los retornos de riego, el telecontrol, el fertirriego y la mejora energética, entre otros aspectos. Esta convocatoria está pendiente de resolución, y ha recibido solicitudes por unos 80 M€, inferior a la oferta. Esto parece estar relacionado con el tope máximo de cada subvención, la escasa cuantía de subvención de algunos elementos o la necesidad de probar el mantenimiento de las inversiones durante cinco años.
- **La PAC 2021-2027:** Los datos de los riegos realizados por los agricultores en sus parcelas deberán ser almacenados en su registro on-line antes de pasados quince días. Esta medida pretende impulsar la digitalización del sector y la adopción de herramientas de agricultura de precisión, fomentar la colaboración público-privada y la apertura de datos, así como armonizar y normalizar la información (agraria, medio ambiente y desarrollo sostenible). Las manifestaciones de los agricultores han llevado a suavizar algunos aspectos de la información recabada por la PAC.

² <https://www.boe.es/boe/dias/2023/08/02/pdfs/BOE-A-2023-17774.pdf>

- La Estrategia NitraCHE³. La Confederación Hidrográfica del Ebro publicó esta estrategia para contribuir a controlar la contaminación por nitratos en las masas de agua. En las zonas rurales las actividades ganaderas y agrícolas tienen una gran responsabilidad sobre la contaminación difusa. La estrategia pone en marcha medidas complementarias para garantizar el cumplimiento de los niveles de calidad en materia de contaminación por nitratos en aguas superficiales y subterráneas de toda la cuenca del Ebro, definiendo sesenta y una zonas vulnerables frente a las treinta y una existentes hasta la actualidad. En el caso de las autorizaciones para granjas, la CHE tendrá que autorizar todas las nuevas explotaciones de ganadería intensiva. Esta estrategia incluye una medida de control interno de los grandes sistemas de riego en referencia a la cantidad y calidad de los retornos de riego.
- La Ley aragonesa de agricultura familiar. La Ley 6/2023, de 23 de febrero, de protección y modernización de la agricultura social y familiar y del patrimonio agrario⁴, plantea la necesidad de un mayor liderazgo de las comunidades de regantes tanto en el diseño, ejecución y financiación de las obras de creación y modernización de regadíos. También alude a la capacidad de gestión de las comunidades de regantes para contribuir a la mitigación y control de la contaminación difusa. Estas cuestiones se materializan en el objetivo incluido en el artículo 5.g de la norma⁵.
- La Ley aragonesa de dinamización del medio rural. Esta Ley establece el marco normativo de medidas de discriminación positiva y de los mecanismos de promoción, desarrollo y dinamización que logren la igualdad de oportunidades y una calidad de vida equivalente para todos los habitantes del territorio aragonés cualquiera que sea su lugar de residencia. La Ley recoge la medida de “potenciar el papel de las comunidades de regantes en la creación y modernización de regadíos, habilitando nuevas herramientas de apoyo público, siguiendo los criterios de eficiencia y sostenibilidad en un contexto de cambio climático”.

4. Modelos de gobernanza del agua en Comunidades de Regantes

A efectos de clasificación, separamos la gobernanza de los regadíos del Ebro – Aragón en dos ámbitos (la ribera y el monte) y dos dimensiones: gestión de la infraestructura y gestión de la institución.

4.1. Ámbitos del regadío: la ribera y el monte

Los **regadíos de ribera** ocupan terrazas aluviales cerca de los grandes y pequeños ríos del territorio. Están constituidos como comunidades de regantes específicas, que generalmente gestionan canales en derivación del río. Generalmente se trata de zonas muy antiguas, aunque la mayor parte del regadío del Canal Imperial de Aragón (de finales del siglo XVIII) está situado en la ribera. En otras ocasiones, algunos regadíos de ribera están integrados en grandes sistemas de riego. La importancia de los regadíos de ribera

³ <https://www.chebro.es/web/guest/estrategias-de-la-che>

⁴ <https://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VERDOC&BASE=BZHT&PIECE=BOLE&DOCR=2&SEC=FIRMA&RNG=10&EPARADOR=&&PUBL-C=20230313>. La ley fue modificada: <https://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=1305112230505>

⁵ Es preciso tener en cuenta que una parte de esta ley ha sido recientemente derogada.

en el Ebro Aragón se manifiesta en la prevalencia que el riego por gravedad todavía tiene en la zona.

En la Tabla I se presenta la extensión de los sistemas de riego en Aragón en 2021. Los datos incluyen el regadío de las cuencas del Ebro y del Júcar, que cubren un 88% y un 12%, del territorio, respectivamente. Estos datos se han obtenido de la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos (ESYRCE), que realiza anualmente el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación a partir de encuestas realizadas en todas las provincias de España. Según estos datos, en 2021 había un 45% de riego por gravedad, un 38% de riego por aspersión (estacionario y automotriz), y un 17% de riego por goteo. Tras dos décadas de intensa modernización, la dominancia de las riberas explica la gran importancia actual del riego por gravedad.

Los regadíos de ribera tienen características distintivas que van más allá del sistema de riego. Entre ellas destaca la inundabilidad. En muchos casos, particularmente en las riberas del Ebro, estas zonas sufren inundaciones periódicas a pesar de contar con defensas en forma de motas (diques). Las inundaciones son recurrentes y necesitan compatibilizarse con la agricultura de regadío. Otros condicionantes de las riberas son la intensa fragmentación de la propiedad, la presencia del acuífero aluvial (que determina el comportamiento ante la contaminación difusa), la presión urbana (particularmente en el entorno de Zaragoza) y la intensa dedicación a la agricultura a tiempo parcial. En añadido a estas dificultades, los regadíos de ribera, a menudo periurbanos, tienen muchas externalidades positivas, particularmente desde los puntos de vista social y ambiental. Además, forman parte de nuestra historia y han contribuido decisivamente a nuestra soberanía alimentaria. Muchas de las políticas relacionadas con la agricultura de proximidad buscan recuperar este papel de proveer de alimentos de calidad y bajo impacto. La modernización de los regadíos de ribera supone un reto en muchos sentidos. Es un reto para el que en general ninguna de las partes implicadas está preparada. Las dificultades sociales (envejecimiento y abandono), ambientales (proximidad al dominio público hidráulico, inundabilidad), agronómicas (dimensiones reducidas desde la perspectiva de la agricultura industrial) y económicas (la inversión necesaria es mayor que en el monte) han hecho que las experiencias de modernización sean muy limitadas. Las modernizaciones a riego presurizado han sido a menudo traumáticas, mientras que solo hay un ejemplo de modernización a riego por gravedad (Pina de Ebro), que ha sido muy exitoso. Estos problemas han llevado a algunas comunidades de ribera próximas a regadíos de monte incluidos en procesos de modernización a solicitar su adhesión⁶ a estos últimos para beneficiarse de los servicios que una comunidad de mayor tamaño puede proveer.

Los **regadíos de monte** se beneficiaron de las mejoras tecnológicas del siglo XIX y particularmente del XX. El impulso a los grandes sistemas del Canal de Aragón y Cataluña, Riegos del Alto Aragón y Bardenas, trajo un incremento muy importante de la zona regada. A partir de los años 70 del siglo pasado, en estos grandes proyectos y en las escasas zonas de riego con aguas subterráneas, se transformaron tierras de secano a regadío presurizado. La escasa disponibilidad del agua en la cuenca y las subcuencas se

⁶ Ejemplos de estos procesos de integración de regadíos de ribera en regadíos de monte son la huerta vieja de Albalatillo en el Sector XI del Flumen o la Acequia San Marcos en la CR NI Canal del Cinca.

ha sumado a las razones que han venido moderando el desarrollo del regadío en las últimas décadas, como la compatibilidad con la protección del medio ambiente o la importante inversión necesaria. Los proyectos de modernización que restan por hacer en el monte con frecuencia acumulan problemas en los aspectos estructurales, agrarios o ambientales. Los proyectos de modernización más obvios llevan años funcionando.

Tabla I. Superficie de regadío en Aragón según el sistema de riego. Fuente: encuesta ESYRCE de 2022.

Territorio	Total (k ha)	Gravedad (k ha)	Aspersión (k ha)	Automotriz (k ha)	Localizado (k ha)
Huesca	198	48	104	20	26
Teruel	26	19	4	1	3
Zaragoza	196	122	17	13	44
Aragón	420	189	124	34	73

El sistema de riego típico de las riberas es el riego por gravedad, aunque algunos proyectos han transformado a riego presurizado. En el futuro es posible que algunos proyectos modernicen el riego por gravedad, mientras que la mayoría implementen sistemas presurizados. Las riberas son zonas generalmente llanas, de suelos profundos, lo que favorece la eficiencia del riego por gravedad. Si a esto se une una red de distribución que permita aplicar caudales elevados y una parcelación de gran tamaño, que facilite la mecanización, es posible alcanzar adecuada eficiencia de riego y rentabilidad. Por otro lado, en las riberas sigue habiendo interés por la fruticultura y la horticultura, que necesitan de las ventajas del riego presurizado.

En el monte es previsible que el riego presurizado se generalice. Se trata de zonas de relieve en general ondulado. Las zonas llanas (sasos) a menudo tienen una escasa retención de agua, Todo esto hace que el riego presurizado sea el más adecuado para lograr una alta eficiencia en estas zonas.

4.2. Gestión de la infraestructura y de la institución

La gestión de la infraestructura se clasificará según el modelo de distribución de agua a las parcelas de los regantes, que se puede clasificar en estos términos:

- En las redes de distribución en acequias:
 - Anárquico. No hay reglas fijas para la distribución del agua, ni una planificación previa.
 - Turnos. Las acequias reparten el agua a sus tomas, en general comenzando por el extremo aguas arriba. Con frecuencia se asigna un determinado tiempo por unidad de superficie.
 - Negociado. El regante plantea una solicitud de agua a la comunidad, que se dialoga y se puede conceder en términos diferentes a los solicitados. Finalmente, se registra una verificación del agua finalmente concedida.
 - Centralizado. La comunidad realiza el riego en las parcelas por medios telemáticos, siguiendo en lo posible las pautas del regante.
- En las redes de distribución en tuberías presurizadas:

- Negociado. Igual que en redes de acequias, se encuentra en comunidades con poca capacidad de servicio de agua y con bombeos directos, sujetos a la variabilidad temporal del precio de la energía
- Demanda. Los regantes se sirven de la red según sus intereses. Se encuentra en comunidades sin bombeos o en las que bombean a balsas elevadas.
- Centralizado. Igual que en redes de acequias, a menudo incentivado por bombeos directos.

Una parte de estos modelos de distribución de agua se han descrito en la literatura científica⁷ tanto para caracterizar las comunidades de regantes como para calcular la capacidad necesaria en las redes de distribución. El modelo centralizado se ha descrito en el Ebro-Aragón, aunque enfoques similares pueden estar en marcha en otras zonas del mundo.

La gestión de la institución se describe en este trabajo en tres niveles:

- Pasiva. En este nivel, la comunidad responde a los problemas que se generan en la gestión, mostrando un liderazgo muy escaso a todos los niveles. El agua se factura por superficie, las capacidades administrativas son escasas y los órganos de gobierno son poco visibles.
- Activa. En este nivel, la comunidad anticipa los problemas de gestión y los resuelve. Mantiene actividades de gestión innovadoras, que permiten controlar los problemas y que se ocupa de la satisfacción de los comuneros. El agua se factura por volumen. Los órganos de gobierno tienen una alta capacidad de liderazgo, y la comunidad progresa en temas ambientales, energéticos y de representación.
- Mixta. Este nivel tiene características de los niveles pasivo y activo.

4.3. Los modelos de gobernanza

La Tabla 2 muestra los ámbitos del regadío, los modelos de gestión de la infraestructura y los modelos de gestión de la institución. En las casillas interiores de la tabla se presentan modelos de gobernanza y una propuesta de nombres locales que se corresponden con los de la clasificación de las comunidades de regantes propuesta por el Partenariado⁸. La Figura 1 muestra algunos ejemplos de los modelos de gobernanza presentados en la Tabla 2. Las áreas RAT tienen parcelas más pequeñas que las áreas RAS. Esto se debe a las estrechas franjas ribereñas de agricultura templada en las tierras altas, en comparación con las amplias franjas ribereñas de los ríos en las tierras bajas. Las parcelas MAN son grandes en comparación con las áreas ribereñas, pero más pequeñas que las parcelas de áreas MTN modernizadas (la concentración parcelaria es a menudo una fase de la primera modernización).

⁷ Clemmens (1987) Delivery system schedules and required capacities. Proceedings of the Irrigation Division, ASCE. Portland, OR, July 28-30.

⁸ Zapata, N., Playán, E., Castillo, R., Gimeno, Y., Oliván, I., Jiménez, A., Carbonell, X., Fabregas, M., López-Pardo, J. R., Vicente, L. M., Millán, J., Solano, D. and Lorenzo, M.A. 2020. A methodology to Classify Irrigated areas: Application to the central Ebro River Basin in Aragón (Spain). Agric. Wat. Manage. 241, number 106365.

Tabla 2. Clasificación de las comunidades de regantes en función de su ámbito, gestión de la infraestructura y de la institución, modelo de gobernanza y nombre local.

Ámbito	Gestión de la Infraestructura		Gestión de institución	Modelo de gobernanza	Nombre local
Ribera	Acequias	Anárquica	Pasiva	RAT. Riberas en zonas Templadas	Manubles, Ribera del Ebro
		Turnos	Pasiva	RAS. Riberas en zonas Semiáridas	Tarazona, Ribera del Ebro
		Centralizada	Activa	RAC. Sistemas centralizados	Ribera del Ebro, Pina
	Tuberías	Demanda o negociada	Mixta	RTD. Sistemas presurizados, generalmente a la demanda	Altoaragonés, Lalueza
Monte	Acequias	Negociada	Mixta	MAN. Zonas tradicionales de grandes sistemas	Colonización
	Tuberías	Demanda o negociada	Mixta	MTE. Zonas modernas con bombeo con coste Energético alto	Altoaragonés, Loma de Quinto, Cariñena
		Demanda	Mixta	MTN. Zonas modernas por presión Natural o con bombeo y coste energético moderado (energía renovable)	Altoaragonés
		Centralizada	Activa	MTC. Sistemas centralizados	Altoaragonés, Almudévar

Figura I. Fotografías aéreas obtenidas de Google Earth a la misma escala, características de diferentes Modelos de Gobernanza. Las fotografías representan: a) RAT cerca de Villalengua (Zaragoza) en 2018; b) RAS cerca de Villafranca de Ebro (Zaragoza) en 2023; c) MAN cerca de Santa Anastasia (Zaragoza) en 2022; MTN cerca de Castejón del Puente (Huesca) en 2023.



5. Modernización y gobernanza del regadío

La gobernanza está plagada de aspectos intangibles, pero al mismo tiempo se apoya en elementos estructurales, lo que subraya su relación con los procesos de modernización. Una encuesta realizada a comunidades de Riegos del Alto Aragón ilustra el efecto que la modernización de las infraestructuras ha tenido sobre la gobernanza de las comunidades de regantes. De esta encuesta se pueden extraer estas conclusiones:

- Efectos sobre las fincas y el agua de riego:
 - La modernización aumentó ligeramente la superficie regada, debido a las tierras que antes de modernizar tenían estructuras de riego en mal estado.
 - El tamaño de las parcelas ha aumentado con la modernización. Las parcelas de 10 a 30 ha siguen siendo las más frecuentes, pero tanto estas como las de 30-60 ha han aumentado en torno al 50%, en detrimento de las parcelas más pequeñas.
 - El uso del agua por hectárea ha disminuido, pasando el rango modal de 7.500-10.000 m³/ha a 5.000-7500 m³/ha.
 - El coste del agua de riego ha aumentado con la modernización, pasando de un máximo de 15 €/1.000 m³ a más de 50 €/1.000 m³. Estos costes se asocian claramente al consumo energético para los bombeos.
- Efectos sobre los órganos de gobierno y el personal técnico:
 - La modernización ha aumentado el número de miembros de las Juntas de Gobierno de las comunidades, aumentando ligeramente el número de jóvenes (por debajo de 35 años), pero reduciendo levemente el ya bajo número de mujeres en estos órganos.
 - Se ha incrementado el número y la cualificación de los/as técnicos/as en las comunidades. Se incrementa la formación profesional y universitaria.
 - Aumentan los servicios ofrecidos por las comunidades. Entre estos, la financiación, el mantenimiento y la gestión de las especies invasoras.
 - Ha aumentado el riego a la demanda y ha disminuido el riego negociado. El riego negociado es necesario en sistemas de bombeo directo.
 - Se introducen instrumentos de gestión en las comunidades. Entre ellos, balsas de regulación (en más de la mitad de las comunidades) y sistemas de telecontrol (en más del 20% de las comunidades).

La modernización está mejorando los rasgos de gobernanza en las comunidades. La encuesta ha revelado importantes mejoras en la gestión de la cantidad del agua. También se aprecian problemas derivados de la gestión de la energía. Los indicadores de igualdad en participación en la gobernanza, que arrastraban debilidades, no muestran una mejoría clara con la modernización.

6. Propuestas de consolidación y mejora de la gobernanza

Las comunidades de regantes deben mejorar su gobernanza de manera urgente para adaptarse a los retos que plantean las políticas. Una parte de estos retos podrá ser abordada por las comunidades de manera directa, pero muchas comunidades podrían encontrar en nuevos ámbitos de gobernanza una solución de bajo coste al desarrollo de muchos rasgos de gobernanza que actualmente no pueden abordar. Para las comunidades de regantes, abordar los retos significa mejorar en la calidad de su gestión.

Por ello, las siguientes propuestas van en el camino de facilitar el tránsito de la gestión pasiva a la activa.

6.1. Avanzar en transparencia

Las comunidades de regantes, con su naturaleza de corporación de derecho público, están obligadas a ser transparentes⁹ en la gestión de los recursos y en su relación con los comuneros. En estos días, la transparencia guarda una relación directa con la digitalización, aunque ésta no garantiza la transparencia en la toma de decisiones por parte de los órganos de gobierno de una comunidad. La transparencia fortalecerá el papel de “encomienda de gestión” de la Administración desarrollado por las Comunidades de Regantes.

6.2. Avanzar en separación de poderes

Los poderes legislativo, ejecutivo y judicial recaen sobre la Asamblea, la Junta y el jurado de las aguas, respectivamente, de las comunidades. Al igual que en todos los organismos públicos, es preciso que los tres poderes desarrollen sus competencias con autonomía y documentando su trabajo. En la mayoría de las comunidades de regantes queda todavía mucho camino por recorrer en estos aspectos.

6.3. Avanzar en digitalización

La digitalización permite mejorar muchos aspectos horizontales, de gestión de la institución y de gestión de la infraestructura. La digitalización es a la vez una fuente de soluciones y un problema recurrente en las comunidades de regantes. Este reto se encuentra a menudo con un personal de la comunidad con capacidades limitadas, cuando no abiertamente opuesto. La digitalización es un proceso lento, que progresará a la lenta velocidad a la que progresan los recursos humanos.

6.4. Potenciar ámbitos de gobernanza de rango superior

La participación de las comunidades de regantes en entidades supracomunitarias (comunidades generales y federaciones) permite tener acceso a elementos de gobernanza y de representación (como *Irrigants d'Europe*, el Consejo Nacional del Agua, el Consejo del Agua de la Cuenca de Ebro) que tendrían una mala relación beneficio – coste si los tuviera que proveer una comunidad de regantes directamente. Las Federaciones proveen a las comunidades de regantes de servicios de valor añadido, como asesoramiento, interlocución (defensa de intereses ante el Gobierno de España y la Comisión Europea), alojamiento web, software de gestión de la comunidad de regantes o servicio de recaudación ejecutiva de impagos a comunidades federadas.

A la hora de formular una nueva comunidad general, es importante recordar que una comunidad de regantes solo puede pertenecer a una general (es una regla no escrita). Estas nuevas comunidades generales podrían ser interlocutoras con las federaciones del Ebro y Nacional, y contar con un cuerpo técnico propio. En el medio plazo, estas comunidades generales tendrían capacidades muy relevantes en aspectos como

⁹ Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno.

interlocución, energías renovables, control de la calidad del agua o combinar la agricultura con la oferta económica / ambiental / ocio.

Las asociaciones entre comunidades y comunidades generales permiten sumar fuerzas para abordar problemas específicos. En este caso, las comunidades no forman ámbitos de gobernanza de nivel superior, sino que son partícipes de una asociación que tiene un cometido particular, ya sea entre agentes del regadío o de agentes del regadío con otros agentes.

Otra alternativa para mejorar la gestión, sobre todo en comunidades pequeñas, es la mancomunación de servicios con comunidades vecinas. Varias comunidades pueden llegar a acuerdos para compartir sede, personal administrativo y de atención a usuarios, medios técnicos de oficina, guardas, medios técnicos... las posibilidades son muy amplias.

6.5. Contratar servicios externos

Tradicionalmente ha habido gestorías y autónomos que han ofrecido sus servicios a un número de comunidades de regantes. En la pasada década, empresas de servicios han contactado con comunidades de regantes para ofrecer servicios de gestión, incluso de construcción de infraestructura llaves en mano. Estos servicios pueden ser una alternativa de mejora de la gobernanza, siempre que la comunidad no pierda su naturaleza ni el control sobre la operación.

6.6. Especializar los recursos humanos de las comunidades

Comunidades de tamaño grande pueden optar por responder a los retos de gobernanza especializando a su propio personal o contratando a personal adicional. Esta es sin duda una estupenda alternativa. Lamentablemente, no siempre las comunidades tienen los fondos y el tiempo necesarios para avanzar por este camino.

7. Modernización de regadíos en el Ebro – Aragón

7.1. Modernización y rehabilitación de regadíos

En la literatura científico-técnica, se establecen diferencias entre ambos términos desde finales del siglo pasado. Khadra y Sagardoy (2019)¹⁰ presentaron un análisis de modernización y rehabilitación de regadíos, que se basó en décadas de visiones sobre el tema, así como en su experiencia en el ámbito del Mediterráneo. Esta es su aportación a los dos términos:

- La modernización de regadíos fue descrita por FAO en 1996 como “un proceso técnico y de gestión que mejora (a diferencia de la rehabilitación) los sistemas de riego, combinado con reformas institucionales, y con el objetivo de mejorar la utilización de recursos (mano de obra, agua, medios económicos y ambientales) y el servicio de reparto de agua a las fincas”.

¹⁰ Roula Khadra y Juan Antonio Sagardoy. (2019). Irrigation Modernization and Rehabilitation Programs, A Spectrum of Experiences: Analysis and Lessons Learnt. In: Irrigation Governance Challenges in the Mediterranean Region: Learning from Experiences and Promoting Sustainable Performance. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-13554-6_3

- El componente técnico de la modernización puede ser muy variado. Los autores citan las modernizaciones típicas de España en este siglo, en las que se reemplaza el riego por gravedad por riego presurizado mediante un programa integral de obras de riego y de drenaje, de conducción de agua, bombeo y electrónica. Otros países han desarrollado modelos menos ambiciosos de este componente técnico. En el título de este entregable se habla de aspectos tecnológicos y estructurales, que se corresponden bastante bien con este componente técnico.
- El componente de gestión tiene al menos estos elementos: digitalización, formación del personal para operación y mantenimiento de los nuevos sistemas, transferencia de tecnología hacia los agricultores, fortalecimiento institucional, investigación y desarrollo y asistencia técnica sobre buenas prácticas de riego. La discusión sobre este componente lo sitúa en el foco de futuras modernizaciones... es una modernización de segunda generación. En el título de este entregable se habla de aspectos organizativos, que se corresponden bastante bien con este componente de gestión.
- La rehabilitación de regadíos (a veces también llamada “mejora de regadíos”) es la mera vuelta del sistema a las condiciones físicas que tenía antes de un deterioro. Khadra y Sagardoy (2019) recuerdan que en realidad es difícil ver una rehabilitación pura, ya que las inversiones en infraestructura generalmente llevan a una situación mejor que la anterior. En el contexto internacional, la rehabilitación a menudo se asocia a proyectos desarrollados en países en desarrollo por agencias internacionales, en los que la falta de mantenimiento (cuando no la vandalización) han llevado a la pérdida de la funcionalidad del regadío. En el contexto del Ebro-Aragón, esta situación no es conocida. Sin embargo, tal como señala Silva (2012)¹¹, Los regadíos tradicionales e históricos acumulan valores tradicionales y paisajísticos, lo que es un acicate para su recuperación. En el Ebro-Aragón hay regadíos con estos valores, que son susceptibles de ser recuperados. En el contexto de este trabajo, la recuperación debe de estar asociada a un modelo agrario sostenible, por lo que incluso para este tipo de regadíos parece razonable que se aborde como una modernización que proteja los valores y permita al mismo tiempo una explotación de la tierra con las condiciones propias de los tiempos actuales.

A la vista de estas definiciones, es la modernización el objetivo de este trabajo... un proceso que combina las componentes técnicas y de gestión, y en el que España es un referente internacional en este siglo.

7.2. Fases de la modernización de regadíos

Los procesos de modernización del Ebro-Aragón se han dado en distintos momentos en el tiempo. En el siglo XX se realizaron algunos trabajos que modernizaron muchas zonas regables. Estos trabajos de modernización, anteriores al Plan Nacional de

¹¹ Silva, R. (2012). Claves para la recuperación de los regadíos tradicionales. Nuevos contextos y funciones territoriales para viejas agriculturas. Scripta Nova. Vol. XVI, número 142. <https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-412.htm>

Regadíos, se vienen llamando de **Pre-modernización (PR)**. El Real Decreto 678/1993, dio cobertura a las obras para la mejora y modernización de los regadíos tradicionales. En la actualidad ya no se realizan trabajos de PR. Los fondos se destinan a modelos más avanzados.

En los primeros años de este siglo se realizaron proyectos de modernización al amparo del Plan Nacional de Regadíos – Horizonte 2008. En el plan se reconocía una superficie de regadío de 3,5 M ha, de las que 2,3 M ha necesitaban actuaciones de mejora y consolidación. El Plan establecía inversiones de 6,1 M€ en regadíos existentes, contando con la participación del Estado, las Comunidades Autónomas y la Unión Europea. Estos trabajos, que todavía se realizan en muchas zonas, fueron de **Primera Modernización (PM) o modernización integral**. Estos proyectos se desarrollan en comunidades de regantes que no han sufrido una modernización anterior, y cuyo estado estructural es en general deficiente. Las necesidades de PM siguen siendo importantes en el Ebro-Aragón.

La modernización de los regadíos no se acaba con esta primera modernización. Pocos años después de terminada la primera modernización (a lo largo de la segunda década del siglo), en muchas comunidades de regantes se constató que los costes energéticos resultaban inabordables a la luz de la evolución del precio de la electricidad, una vez suprimida la tarifa eléctrica para bombeos agrícolas. En muchos casos fue necesario realizar una **segunda modernización (SM)** que resolviera este tema, lo que típicamente necesitó desarrollos de energías alternativas y balsas adicionales, generalmente elevadas. Esta segunda modernización en muchos casos se amparó en Estrategia Nacional para la Modernización Sostenible de los Regadíos Horizonte 2015. En otros, contó con la inversión del Gobierno de Aragón mediante instrumentos como el decreto 48/2001 (y sus sucesores) para la mejora y modernización de los regadíos existentes (además de para la creación de nuevos regadíos). Esta SM sigue activa en este momento y será necesaria durante al menos una década.

La **tercera modernización (TM)** está centrada en la digitalización de la gestión del agua. Este proceso comenzó a principios de siglo, con el impulso a los sistemas de telemetría y telecontrol de las primeras modernizaciones. Sin embargo, en aquel momento la tecnología no estaba madura, y una buena parte de aquellos sistemas tuvo una difícil explotación o bien están en la actualidad obsoletos. Es por ello que en la actualidad se plantea la digitalización como una necesidad de las comunidades de regantes, que aborda muchos elementos más allá de la telemetría y el telecontrol de las redes presurizadas colectivas. Así, por ejemplo, el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PERTE Digitalización del Ciclo del Agua) contempla una variedad de actuaciones en comunidades de regantes que tienen la digitalización como hilo conductor. Entre ellos, sistemas de telemetría y telecontrol que cubren más elementos de la comunidad de regantes, como las tomas generales de agua, y los flujos de retorno, la cantidad y la calidad del agua, la teledetección, la gestión de la comunidad de regantes o la comunicación con los regantes y las administraciones públicas.

Mientras que la PR no supuso un cambio radical de la comunidad de regantes, la PM sí que la cambió por completo. Las actuaciones de la SM y TM han permitido y permitirán

abordar problemas específicos de las comunidades, con presupuestos en general más pequeños que los de la PM.

Los componentes técnicos de la modernización se pueden entender como un menú: se pueden elegir elementos diferentes dentro del riego con acequias o tuberías. No es preciso abordar todos en el mismo proyecto, y no todas las comunidades necesitan llegar a instalar todos los componentes.

7.3. Componentes de la modernización de regadíos

A continuación, se muestran componentes típicos de los procesos de modernización, y se asignan a las fases en las que son más típicas (PR, PM, SM o TM).

- Componentes técnicos de un sistema colectivo en riego con acequias moderno
 - Aforo electrónico en captación (PM, TM)
 - Balsa de regulación interna (PR, PM, SM)
 - Red colectiva: canales, compuertas y aforadores (PR, PM)
 - Red colectiva: sensores y telecontrol (PM, TM)
 - Hidrantes: compuertas (PR, PM)
 - Hidrantes: sensores y telecontrol (PM, TM)
 - Red colectiva de drenaje / desagüe (PM)
- Componentes técnicos de un sistema colectivo en riego con tuberías moderno
 - Aforo electrónico en captación (PM, TM)
 - Balsa de regulación interna (PR, PM, SM)
 - Impulsión: bombeo, red eléctrica (PR, PM, SM)
 - Impulsión: fotovoltaica, turbinas, sensores y telecontrol (SM, TM)
 - Inyección proporcional de químicos en cabecera de la red para control de mejillón cebra (PM, SM, TM)
 - Red colectiva de riego: tuberías, elementos de control, regulación de presión, puntos de desagüe para mejillón cebra (PR, PM, SM, TM)
 - Red colectiva de riego: sensores y telecontrol (PM, SM, TM)
 - Hidrantes: contadores, válvulas, filtros, ventosas (PM, TM)
 - Hidrantes: sensores y telecontrol (PM, TM)
 - Red colectiva de drenaje / desagüe (PM)
- Componentes de gestión (válidos para acequias y tuberías)
 - Formación continua del personal (PM, TM)
 - Mejora continua de los servicios a los regantes (PM, SM, TM)
 - Portal web y sede electrónica (TM)
 - Capacidades de gestión de la comunidad de regantes apoyados en software (gestión administrativa, gestión del agua, sistemas de telecontrol, sistemas de información geográfica) (PM, SM, TM)
 - Gestión del contenido de agua del suelo (TM)
 - Gestión de los retornos de riego (TM)
 - Gestión de los lixiviados a aguas subterráneas (TM)
 - Capacidades de asesoramiento sobre riegos (TM)
 - Autogestión energética (SM, TM)
 - Servicios más allá del regadío (PM, SM, TM)

7.4. Progreso en la modernización del Ebro – Aragón en el siglo XXI

El progreso de la modernización en el siglo XXI se muestra en la Tabla 3, que contiene la superficie estimada de cada tipo de regadío en el Ebro-Aragón en 2003 (antes de comenzar el primer plan de modernización) y en 2023 (la actualidad). El ritmo transformador de estas dos décadas puede servir para estimar el tiempo necesario para las modernizaciones pendientes. Este tiempo no deja de ser una estimación bienintencionada, porque estas a menudo se enfrentan a problemas de ingeniería, a costes más elevados de lo normal o a visiones contradictorias sobre la modernización dentro de las propias comunidades. La elaboración de la Tabla 3 ha seguido un proceso complejo, dividido en dos fases: estimación de las superficies de regadío en 2003 y 2023 y caracterización del modelo de gobernanza. Se utilizó una geodatabase en la que la superficie de regadío del Ebro-Aragón se dividió en UCR (Unidades Cartográficas del Regadío)¹². Una UCR se corresponde típicamente con una comunidad de regantes, aunque puede corresponderse con parte de una comunidad o varias comunidades.

Para la elaboración de este trabajo se completó la geodatabase llegando a una identificación muy amplia del regadío del Ebro-Aragón¹³. Para caracterizar el modelo de gobernanza se asignó uno de los modelos de la Tabla 2 a cada una de las UCR de la geodatabase. Se realizaron algunas correcciones adicionales para registrar cambios en uno u otro año sin representación cartográfica en este momento. El proceso se basó asimismo en contactar con los tres grandes sistemas más implicados en el proceso de modernización (Riegos del Alto Aragón, Canal de Aragón y Cataluña y Bardenas). Con ellos se revisaron sus comunidades de regantes y tomas particulares. Finalmente, se discutieron dudas puntuales con varios profesionales implicados en este proceso.

La Tabla 3 representa una aproximación al proceso de modernización durante el siglo XXI. Las cifras se presentan en esta tabla en miles de hectáreas, aunque el error de la tabla se estima en algunos casos mayor, de unos pocos miles de hectáreas. Se extraen algunas conclusiones sobre la modernización de regadíos en el Ebro Aragón:

- **Aumento del regadío:**
 - En esta década la superficie regable ha aumentado en 28 k ha, principalmente en el PEBEA y en el progreso hacia la finalización de los planes coordinados en Bardenas y en Riegos del Alto Aragón.
- **Primera modernización (PM) o modernización integral:**
 - La superficie de PM en estos 20 años se estima en 103 k ha, generalmente de MAN (98 k ha) a MTN (67 k ha) y a MTE (27 k ha). El ritmo medio de transformación ha sido de unos 5,2 k ha / año.

¹² Zapata, N., Playán, E., Castillo, R., Gimeno, Y., Oliván, I., Jiménez, A., Carbonell, X., Fabregas, M., López-Pardo, J. R., Vicente, L. M., Millán, J., Solano, D. and Lorenzo, M.A. 2020. A methodology to Classify Irrigated areas: Application to the central Ebro River Basin in Aragón (Spain). *Agric. Wat. Manage.* 241, number 106365. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106365>

¹³ Lorenzo-González, M.A., M. Balcells, E. Playán, Y. Gimeno, D. Quílez, A. Jiménez, I. Oliván, J.R. López-Pardo, R. Castillo, L.M. Vicente, L. Gálvez, J.A. Lax, D. Solano J. Aguaviva and N. Zapata, 2024; Irrigation Cartographic Units (ICU) in the Ebro River Basin in Aragón v.2. [Dataset] <http://hdl.handle.net/10532/7135>

Tabla 3. Superficie estimada de cada tipo de comunidad de regantes en el Ebro-Aragón en 2003 y en 2023.

Tipo de comunidad	Superficie en 2003 (k ha)	Superficie en 2023 (k ha)	Cambio (k ha)
RAT. Riberas en zonas templadas	31	31	0
RAS. Riberas en zonas semiáridas	92	86	-5
RAC. Sistemas centralizados	0	2	2
RTD. Sistemas presurizados	9	12	3
MAN. Zonas tradicionales de grandes sistemas	201	102	-98
MTE. Zonas modernas con bombeo con coste energético alto	70	104	34
MTN. Zonas modernas por presión natural o con bombeo y coste energético moderado (energía renovable)	46	134	88
MTC. Sistemas centralizados	0	4	4
Total	448	476	28

- **Segunda modernización (SM)**
 - La superficie de SM en estos 20 años se estima en 13 k ha, pasando de MTE a MTN. Esta estimación es particularmente compleja, ya que a menudo se realiza sobre parte de una comunidad de regantes o de una UCR.
- **Modelos de gobernanza del regadío:**
 - Las riberas templadas (RAT) no han cambiado en extensión en estas dos décadas. Su situación es en general cercana al abandono.
 - Las riberas semiáridas (RAS) se han mantenido, salvo pequeños cambios a riego presurizado (RTD) y riego por gravedad centralizado (RAC). Estas zonas que han cambiado su modelo de gobernanza (5 k ha) son relevantes para la planificación de la modernización de estas zonas.
 - En el Ebro-Aragón hay 117 k ha de riberas (RAT y RAS), que en general se enfrentan a un difícil y caro proceso de modernización (PM) o al abandono paulatino.
- **Sistemas de riego y tipos de comunidades:**
 - En las zonas de monte el riego por gravedad (MAN) se ha reducido a la mitad, pero aún alcanza 102 k ha. Es preciso progresar en la modernización de estas zonas (PM).
 - El riego por gravedad alcanza 222 k ha entre monte y riberas (RAT, RAS, RAC y MAN), lo que supone un 47% del regadío del Ebro-Aragón, similar al 45% que le atribuye la ESYRCE para el conjunto de Aragón.
 - Las zonas modernas con altas necesidades energéticas (MTE) han aumentado de 70 a 104 k ha, aunque al mismo tiempo algunas comunidades han ejecutado proyectos para disminuir la demanda energética de la red (por lo que ahora están en la categoría de MTN...

- esta es la superficie de SM, con superficie estimada de 13 k ha). Será preciso seguir realizando proyectos de este tipo en las próximas décadas.
- Las zonas modernas con bajas necesidades energéticas (MTN) se han multiplicado por tres, llegando a 134 k ha.
 - Los únicos sistemas centralizados en tuberías (RTC) y en acequias (MTC) suponen importantes ejemplos de explotación de las tecnologías para dar servicio a los agricultores. En el caso de las acequias este es un modelo a explorar para la PM de RAS y RAT. En el caso de las tuberías, este es un modelo a explorar para modernizar MAN (en PM) por un lado, y MTN y MTE (en SM).
- **Modernizaciones pendientes:**
 - En la actualidad quedan por modernizar en PM:
 - 102 k ha de comunidades tipo MAN
 - 86 k ha de comunidades tipo RAS
 - 31 k ha de comunidades tipo RAT

Esto arroja una cantidad total de 219 k ha. No toda esta superficie se modernizará. De hecho, parte de esta superficie (particularmente de los tipos RAT y RAS) está ya abandonada.

La superficie actual de MTE es susceptible se una SM. Se trata de una superficie de 104 k ha.

En cuanto a la TM, toda la superficie de regadío del Ebro-Aragón podría modernizarse. Sin embargo, es previsible que solo las comunidades con infraestructuras modernas afronten esta modernización.

7.5. Retos de la modernización

El taller “Gobernanza y Modernización en el regadío del Ebro en Aragón” organizado por el Partenariado del Agua del Ebro, contó con la participación de 50 personas, con amplia representación de comunidades de regantes, Administración y responsables técnicos. El debate se centró en buscar los retos que afectan a distintos modelos de gobernanza de los anteriormente presentados.



Figura 2. Asistentes al taller sobre gobernanza y modernización en el regadío del Ebro en Aragón, celebrado el 7 de julio de 2023 en las instalaciones del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.

A continuación, se muestran los retos identificados por cada tipo de comunidad, clasificados por su naturaleza:

Riberas templadas / semiáridas (RAS / RAT), incluyendo Pina de Ebro

- Aspectos tecnológicos y estructurales:
 - Concentrar el parcelario para modernizar. Explorar alternativas.
 - Dar servicio a la demanda.
 - Implantar sistemas de medición de los caudales y retorno de riegos.
 - Gestionar las riadas: minimizar el impacto en la agricultura y las infraestructuras de riego.
 - Reutilizar agua.
 - Mejorar las infraestructuras.
- Aspectos organizativos:
 - Avanzar en la mejora de la tarificación.
 - Convencer a las administraciones públicas para que den un tratamiento diferencial a los tipos de regadíos respecto a la contaminación difusa.
 - Mejorar los servicios a los regantes, fortalecer el personal.
 - Mejorar el liderazgo e implicación de las Juntas de Gobierno.
 - Compatibilizar riego y ocio, especialmente cerca de zonas urbanas.
 - Mejorar la digitalización.
 - Coordinar con los diferentes organismos públicos.

Zonas tradicionales de grandes sistemas (MAN)

- Aspectos tecnológicos y estructurales:
 - Resolver la estructura fragmentada de la propiedad.
 - Desarrollar planes de infraestructuras.
 - Aumentar las ayudas para la modernización.
 - Instalar riego presurizado en zonas de ribera inundables.
 - Externalizar una parte de la gestión del riego a empresas.
- Aspectos organizativos:
 - Medir consumo en parcela en riego por gravedad.
 - Implantar la tarifa binómica.
 - Gestionar la contaminación por nitratos.

Zonas presurizadas con coste energético alto (MTE)

- Aspectos tecnológicos y estructurales:
 - Bajar los costes energéticos.
 - Compartir problemas y soluciones entre comunidades.
 - Mejorar la disponibilidad de agua de riego.
- Aspectos organizativos:
 - Gestionar la contaminación difusa.
 - Resolver trámites administrativos crecientes con poco personal.
 - Adaptarse a las nuevas tecnologías.

Zonas presurizadas por presión natural o con bombeo y coste energético moderado (MTN)

- Aspectos tecnológicos y estructurales:

- Disminuir el plazo entre petición de riego al canal y llegada del agua.
- Aspectos organizativos:
 - Aumentar el compromiso de regantes y comunidades para optimizar el uso de la energía.
 - Crear comunidades energéticas.
 - Dar más importancia a las comunidades como gestoras del agua.
 - Profesionalizar la gestión.
 - Aumentar la transparencia y comunicación dentro de la comunidad.
 - Aumentar los servicios prestados por las comunidades,
 - Actualizar la tributación de las comunidades: el IVA como ejemplo.

Comunidades invisibles tradicionales y subterráneas

- Aspectos organizativos:
 - Desarrollar una estructura de gobernanza.
 - Regularizar la situación administrativa: estatutos y concesión.
 - Preparar una estrategia de uso del agua compatible con su agricultura.

Retos transversales (se aplican a todos los grupos de trabajo)

- Desplegar energías renovables, particularmente en zonas de regadío, incluyendo las de reciente modernización
- Vigilar la entrada de empresas de explotación agrícola en las comunidades de regantes modernizadas. La propiedad de estas empresas por fondos de inversión resulta preocupante.
- Declarar los regadíos periurbanos como de interés público.
- Superar la visión cortoplacista de la importancia del uso del agua para la provisión de alimentos a la sociedad.
- Mejorar los servicios de asesoramiento al regante.
- Aumentar la colaboración entre los gestores del agua.
- Mejorar la coordinación con la Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Implicar a los comuneros.
- Consolidar el Partenariado del agua del Ebro como un espacio de diálogo y opinión.
- Trasladar a todas las Comunidades de Regantes las propuestas del taller.

8. Modelos de modernización

8.1. Definiendo modelos para el Ebro-Aragón

De forma general, la modernización supone el tránsito de un tipo de comunidad a otra. La PM siempre produce un tránsito. Sin embargo, la SM y TM pueden afirmar a una comunidad en el tipo en el que está o bien puede producir un cambio. En la Figura 3 se presentan los tránsitos más frecuentes que trae consigo la modernización.

Algunos ejemplos:

- La modernización típica en el Ebro Aragón es de un tipo MAN a un tipo MTE o MTN. El tipo de comunidad de destino dependerá de la posibilidad de aliviar el coste energético con presión natural o con energías renovables.

- Cuando las comunidades RTD o MTN se modernizan, pueden hacerlo para afianzarse en su categoría.
- Las comunidades MTE también pueden hacer una pequeña modernización para pasar a MTN.
- Las comunidades MTE y MTN también podrían hacer una pequeña modernización para pasar a MTC. Esto todavía no ha sucedido en la zona de estudio.
- Las comunidades RAC y MTC pueden hacer una pequeña modernización para mejorar sus capacidades dentro de esta categoría. Este proceso está en marcha en la actualidad. En el caso de RAC, para extender la centralización integral. En el caso de MTC, para rebajar las necesidades de energía de la red.
- A continuación se describen los itinerarios de modernización de los ocho tipos de comunidades de regantes, prestando atención a las diferentes intensidades tecnológicas, estructurales y organizativas, que dan lugar a PM, SM y TM.

8.2. Itinerarios de modernización

Para cada tipo de comunidad de regantes se analizan a continuación itinerarios de modernización desde distintas perspectivas, considerando los beneficios y costes asociados.

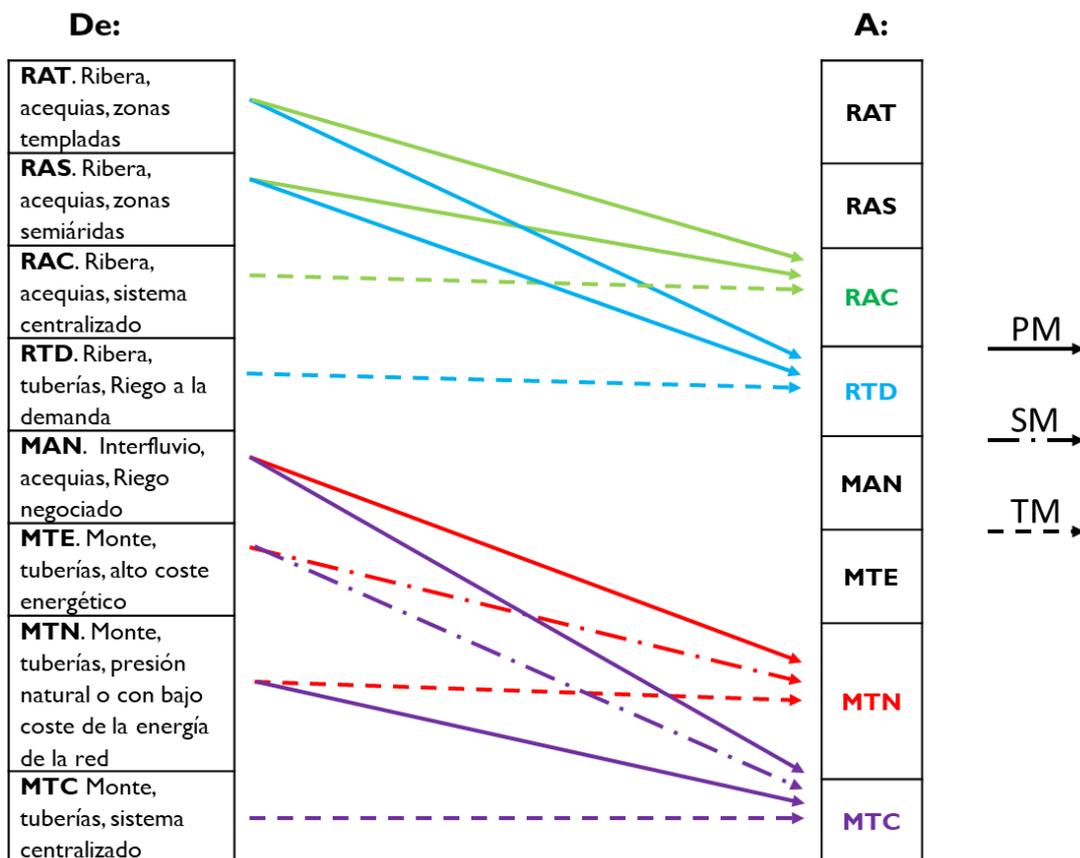


Figura 3. Tránsitos frecuentes en el tipo de comunidad de regantes derivados de la modernización. Se señalan en trazo continuo las primeras modernizaciones, en trazo de punto y raya las segundas modernizaciones y en trazo de rayas las terceras. La realidad es a menudo más compleja de lo que representa esta clasificación.

RAT, Riberas en zonas templadas

Este grupo contiene comunidades en las que el riego a menudo tiene un carácter suplementario y dónde la temporada de cultivo es generalmente corta. A pesar de ello, el riego es decisivo para la producción de algunos cultivos. Muchas de estas comunidades son “invisibles”, ya que se hallan en un momento crítico de su historia. La despoblación de estas zonas, la fragmentación de la propiedad y el abandono de una parte de estas riberas hacen que estas comunidades tengan hábitos administrativos muy relajados. En ocasiones, las comunidades no están al día de sus obligaciones administrativas y sus concesiones no están actualizadas. En muchos casos no hay cargos electos y el mantenimiento de la infraestructura lo realizan los agricultores que usan cada parte de ella. Como consecuencia, la degradación de la infraestructura es generalmente intensa.

RAS, Riberas en zonas semiáridas

Estas riberas están situadas en el Ebro y en sus principales afluentes, dentro de la depresión central. Se trata de comunidades generalmente funcionales, bien organizadas, muy tradicionales y a menudo de productividad media y alta. Los suelos suelen tener adecuadas condiciones para la producción agraria y los costes de riego son moderados. Algunas de estas comunidades realizan obras periódicas que están entre el mantenimiento y la rehabilitación de las infraestructuras. Las concesiones de agua son en general suficientes o más que suficientes, ya que se fijaron en condiciones de abundancia de agua en los ríos y alta intensidad de explotación agraria. Estas comunidades tienen redes de acequias en distinto grado de conservación y riego en parcela por gravedad. Los caudales circulantes son altos, y el desnivel de estos canales podría en algunos casos dar lugar a producción hidroeléctrica combinada con el regadío. El riego por gravedad de estas zonas podría ser eficiente si el caudal fuera elevado (bastante por encima de 100 L/s). Esta no es una condición frecuente, por lo que el riego es en general tedioso y poco eficiente.

RAC, Sistemas centralizados

Se trata de un caso único en el Ebro-Aragón, el de Pina de Ebro. Es un modelo muy exitoso, que ha conseguido aunar eficiencia y rentabilidad. Se están estudiando otros casos.

RTD, Sistemas presurizados, generalmente a la demanda

Tal como se ha comentado anteriormente, se trata de un tipo poco poblado, al que pertenecen las escasas comunidades tipo RAS que han desarrollado proyectos propios de modernización en riberas hacia riego presurizado y las que se han adherido a proyectos en curso fomentados desde comunidades de regantes de monte. Sin duda, estas comunidades representan el futuro de buena parte de los regadíos de ribera. Solo una parte de las riberas podrán plantearse el futuro de la agricultura en base al riego por gravedad.

MAN, Zonas tradicionales de grandes sistemas (generalmente en demanda negociada)

Estas comunidades han sido el nicho principal de la modernización de regadíos en el siglo XXI, dando lugar a decenas de miles de hectáreas de los tipos MTE y MTN. Estas zonas fueron transformadas de secano a riego por gravedad en los siglos XIX y XX. La

heterogeneidad del paisaje y de los suelos en las zonas puestas en regadío hizo que hubiera grandes diferencias en eficiencia dentro de la mayoría de comunidades, con un promedio que generalmente no era más alto del 50%. Se trata de comunidades con un muy buen nivel organizativo, que generalmente pertenecen a grandes sistemas de riego que les aportan servicios técnicos y organizativos. La eficiencia y la satisfacción de los regantes de MAN están por debajo de los niveles potenciales. En ocasiones el sistema de reparto de agua está más cerca de un sistema de turnos que de uno en demanda negociada. Esto puede ocurrir en algunas zonas y/o en los momentos de mayor demanda de los cultivos.

MTE y MTN, Zonas modernas con o sin bombeo y coste energético variable

Estas son zonas de riego presurizado a la demanda, generalmente en grandes sistemas, y que pueden tener necesidades variables de energía de la red. Esto hace que su diagnóstico difiera. La factura energética puede ser nula o ser tan alta como para condicionar la rentabilidad de la explotación de las fincas. Es por ello que en los casos de energía más cara se están planteando con urgencia segundas modernizaciones (SM) de tipo energético.

MTC, Sistemas centralizados

Al igual que sucedía con Pina de Ebro, Almodóvar es un modelo de gestión único hasta la fecha. Es posible que otras comunidades aprovechen la financiación para digitalización de comunidades de regantes para avanzar en esta solución.

9. Análisis de sensibilidad de la modernización a diversos factores

La sensibilidad de la modernización depende en muy buena medida de la fase a la que nos refiramos, distinguiendo entre primera (PM), segunda (SM) o tercera (TM). La fase más sensible es la primera... es la más compleja porque es la más costosa y la que se aborda con menos conocimiento de la transformación que se va a llevar a cabo.

Sensibilidad de la primera modernización (PM). Los factores que inciden sobre la PM de los regadíos pueden clasificarse como internos (dependiendo de la comunidad de regantes o de los propios regantes), externos o mixtos. Estos factores inciden sobre distintas fases de la PM: proyecto, ejecución y explotación. La Tabla 4 presenta un análisis cualitativo de esta influencia en las fases sobre las que actúa cada factor.

Sensibilidad de la segunda modernización (SM). La SM se orienta principalmente a la reducción del coste energético de las comunidades de regantes que afrontaron una PM con una previsión de bajo coste de la electricidad. Los proyectos de SM los plantean comunidades tecnificadas, contentas con sus nuevas infraestructuras, pero que necesitan reducir los costes mediante una combinación de medidas de ingeniería hidráulica (aislamiento de las zonas de mayor necesidad de energía, reducción de la presión de servicio, sectorización en pisos de energía) y de energías renovables (generalmente, fotovoltaica). Las comunidades de que enfrentan a una SM tienen un planteamiento estrictamente económico: reducir los costes pasado el periodo de amortización del proyecto. Por ello, el principal factor que incide en estas modernizaciones es el coste relativo de la energía frente al coste del proyecto, un factor completamente externo.

Sensibilidad de la tercera modernización (TM). La TM está ligada a los objetivos del PERTE del regadío: digitalización del ciclo del agua. A falta de un estudio detallado de las comunidades que han solicitado esta financiación, y de su tipología, parece esperable que las comunidades con más capacidad de gestión y más presionadas por la escasez del agua, el coste de la energía y la contaminación de las aguas de retorno, sean las que han solicitado más ayudas. Al ser las ayudas concedidas sin cofinanciación expresa (más allá del compromiso de mantenimiento por cinco años), en el caso particular de la convocatoria del PERTE no han intervenido factores económicos. En un caso general de digitalización, sin ayudas o con ayudas parciales, las comunidades valorarían la relación coste – beneficio de esta modernización.

Tabla 4. Factores que inciden sobre la Primera Modernización de regadíos, clasificados como internos, mixtos o externos, y con indicación del efecto sobre las fases de proyecto, ejecución o explotación de la modernización. El símbolo “0” indica que no hay efecto, mientras que los símbolos + a +++ muestran niveles incrementales de efecto positivo, y los símbolos - a - - - muestran niveles incrementales de efecto negativo.

Tipo	Factor	Fase en la que actúa		
		Proyecto	Ejecución	Explotación
Interno	Liderazgo de la comunidad de regantes	+++	+++	+++
	Acuerdo de los regantes	+++	++	0
	Necesidades de riego de los cultivos futuros	-	0	--
	Necesidades de fertilización de los cultivos futuros	-	0	--
Mixto	Margen de los cultivos	+++	0	+++
	Coste de la modernización	---	---	--
Externo	Políticas de modernización de regadíos	+++	++	0
	Intensidad de la financiación pública a la obra colectiva	+++	+	++
	Intensidad de la financiación pública a la obra privada de regantes profesionales	+++	0	+
	Políticas restrictivas de concesión de agua para el regadío	--	0	--
	Políticas de control de la contaminación difusa agraria	-	0	-
	Restricciones en el presupuesto de la PAC	---	0	---
	Cambio climático	-	0	-

10. Una mirada a las zonas por modernizar

De las modernizaciones pendientes, las más inciertas son las de RAS y RAT. Es muy escasa la experiencia sobre estas modernizaciones, y por ello es preciso realizar unos análisis de caso. La modernización de los regadíos de RAS y RAT se enfrenta a retos particularmente complejos. Son pocos los proyectos concluidos en RAS, y ninguno en RAT. Mientras que la modernización de RAS puede encontrar vías ligadas a su valor ambiental, a su inundabilidad y a una mejor contrapartida pública, la de RAT parece más difícil y ligada a casos particulares de producción agraria de alto valor.

Por otro lado, un análisis de la presencia de cultivos típicos de riego en las zonas por modernizar (MAN, RAS y RAT) es indicativo de hasta qué punto estas zonas se están manejando como regadíos. A su vez, esto constituye un indicador del interés por modernizar que estas zonas puedan tener. La hipótesis es que los sistemas modernizados (RTD, RAC, MTE, MTN y MTC) han conseguido mantener la práctica del riego, mientras que los sistemas tradicionales (MAN, RAS y RAC) pueden estar progresando hacia el abandono del riego y en parte también de la agricultura.

Se construyeron dos indicadores para caracterizar el riego y la agricultura de baja intensidad, que progresan hacia el abandono. Estos indicadores se derivaron de registros anonimizados de la Política Agrícola Común (PAC) en forma de geodatabase obtenidos del Gobierno de Aragón para el período 2018-2023¹⁴.

El indicador de agricultura de baja intensidad se determinó como el porcentaje de la superficie sin solicitudes de la PAC en ninguno de los seis años de registros. Las subvenciones de la PAC están diseñadas para no subvencionar a las explotaciones que no se dedican a la agricultura. Nada impide cultivar una explotación sin subvenciones de la PAC, pero esto es poco frecuente.

El indicador de riego de baja intensidad se determinó como el porcentaje de la superficie que no cuenta con declaración de un cultivo necesariamente regado en alguno de los seis años de registros. Entre estos cultivos se incluyeron cereales de verano, hortalizas, alfalfa, olivo, almendro, pistacho, viña, frutales y chopos. Este es un indicador de riego, ya que estos cultivos requieren la aplicación de agua en las condiciones locales. Se pueden encontrar excepciones en las explotaciones que riegan otros cultivos, como los cereales de invierno, durante los seis años del registro. Esto sería indicativo de estructuras de riego deterioradas y/o suministro de agua poco fiable.

La Tabla 5 presenta los resultados de este análisis. Se presentan indicadores para las cinco categorías modernizadas por un lado y para cada una de las tres categorías no modernizadas (IDT, RDS y RDT).

¹⁴ Playán, E., Gimeno, Y., Lorenzo-González, M. A., Jiménez, A., López-Pardo, J. R., Oliván, I., Castillo, R., Carbonell, X., Fábregas, M., Vicente, L. M., Gálvez, L., Lax, J. A., Quílez, D., Balcells, M., Solano, D., Aguaviva, J., Paniagua, P., and Zapata, N. 2024. Irrigation modernization in the Ebro – Aragón region of Spain: Past and future trends. *Agricultural Water Management*, 302 (2024) 108975. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108975>

Tabla 5. *Indicadores de baja intensidad de la agricultura y del regadío del Ebro Aragón.*

	Tipo de comunidad de regantes	Indicador de agricultura de baja intensidad	Indicador de riego de baja intensidad
Modernizada	RTD, RAC, MTE, MTN y MTC	15	30
Tradicional	MAN	23	66
	RAS	17	39
	RAT	35	80

A pesar de las posibles fuentes de error, los indicadores reflejan una intensa actividad en las zonas modernizadas y una baja intensidad de la agricultura y del riego en las zonas no modernizadas. Las zonas modernizadas tienen indicadores de baja intensidad de la agricultura y del riego del 15 y 30%, respectivamente. Estos indicadores son superiores en todos los casos en las zonas no modernizadas. RAS es la categoría más similar a las áreas modernizadas, con un 2% más baja intensidad agrícola y un 9% más de baja intensidad de riego. El valor de estas zonas semiáridas para la agricultura y para el riego parece seguir siendo elevado. Los indicadores de MAN son peores. El indicador de baja intensidad de la agricultura es alto, pero el indicador de baja intensidad del riego es del 66%, lo que indica que sólo un tercio del área está cultivada con cultivos dependientes del riego. Está claro que la PM ya transformó las zonas de monte más activas. Finalmente, RAT es la categoría que muestra peores indicadores de baja intensidad de la agricultura y particularmente del riego. Sólo el 20% de la tierra del RAT se utiliza para cultivos que dependen del riego. Parece poco probable que esta categoría desarrolle muchos proyectos de modernización en el futuro.

El interés en la modernización disminuye de MAN a RAS y RAT debido a una combinación de razones sociales y estructurales. El contexto de producción agrícola, la limitada disponibilidad de agua de riego y la intensificación de la contaminación difusa serán factores determinantes adicionales de esta demanda. Es razonable pensar que las comunidades de regantes con alto interés en la modernización y baja complejidad técnica ya hayan completado su primera modernización. La demanda de modernización disminuirá a medida que pase el tiempo. Aunque la superficie de regadío no modernizada en Ebro-Aragón asciende actualmente a 219 k ha, parece poco probable que la primera modernización alcance otras 103 k ha en las próximas dos décadas. Por otro lado, las zonas de MAN, RAS y RAT que no se modernicen probablemente seguirán avanzando hacia el abandono del riego y luego, probablemente, del abandono agrícola. Esto eliminaría los importantes servicios ecosistémicos que actualmente brindan las áreas de riego tradicionales¹⁵.

¹⁵ Vila, J. (2018). Servicios ecosistémicos de los sistemas de riego tradicionales en Sierra Nevada. X Congresso Ibérico de Gestão e Planeamento da Água. Granada. Coimbra, Portugal.

II. Una mirada al futuro

II.1. La inversión en modernización de regadíos en el Ebro - Aragón

La inversión en Modernización de regadíos por los Gobiernos de España y de Aragón en los últimos años se ha estimado en la Tabla 6. Esta tabla se ha elaborado a partir de información estadística de SEIASA y del Gobierno de Aragón. En el caso de SEIASA se ha estimado la inversión por hectárea, puesto que casi todas sus modernizaciones hasta la fecha en Aragón han sido primeras modernizaciones (PM o integrales). En el caso del Gobierno de Aragón, no se ha estimado la inversión por hectárea, ya que la tipología de las obras es muy variada.

Tabla 6. Principales estadísticos de la inversión por los Gobiernos de España y Aragón en Modernización de Regadíos en el Ebro – Aragón (virtualmente toda la inversión en Aragón se hace en el valle del Ebro). Información elaborada a partir de las memorias de SEIASA y de datos de expedientes del Gobierno de Aragón del PDR 2014-2020.

Inversor	Variable	Valor
Gobierno de España a través de SEIASA, contando con fondos de la Unión Europea	Año inicial	2005
	Año final	2022
	Inversión ejecutada	302,0 M€
	Inversión anual media en euros constantes	17,8 M€/año
	Inversión anual media actualizada a 2023	21,8 M€/año
Gobierno de Aragón, contando con fondos de la Unión Europea	Inversión por hectárea	5,65 k€/ha
	Año inicial	2016
	Año final	2021
	Inversión ejecutada	67,7 M€
	Inversión anual media en euros constantes	13,5 M€/año
Inversión anual media actualizada a 2023	15,0 M€/año	
Total	Inversión anual media	36,8 M€/año

De la Tabla 6 se desprende que la inversión pública en regadíos ha venido siendo de 31,3 M€/año, en euros constantes desde 2005. A partir de la información del INE sobre el índice de precios al consumo (IPC), esta cantidad se corresponde aproximadamente con 36.8 M€/ha corrientes de 2004.

Partiendo de esta inversión pública en modernización de regadíos, se puede estimar que la inversión privada (en la red colectiva), se puede estimar la inversión total en la red colectiva. Una hipótesis de una inversión pública de un 60% del montante total lleva a una inversión público-privada anual de 61.3 M€/año y a un coste medio de 9.42 k€/ha. Proyectando estas cifras hacia el futuro se puede estimar el tiempo necesario para llevar a cabo la primera modernización (PM) de los distintos tipos de comunidades de regantes:

- Las 102 k ha de MAN, en 16 años.
- Las 86 k ha de RAS, en 13 años.
- Las 31 k ha de RAT, en 5 años.

- El total de la superficie susceptible de PM en Aragón (219 k ha de MAN, RAS y RAT), en 34 años.

En cuanto a la segunda y tercera modernización (SM y TM), los costes son más inciertos. En el caso de la SM, se unen tres factores importantes. Por un lado, el descenso rápido de los costes de las energías renovables, y la volatilidad del precio de la energía eléctrica. Por otro lado, el hecho de que la SM tiene asociado una rápida disminución de los costes de explotación. Finalmente, la SM la abordan comunidades ya modernizadas, con hábito inversor. Estos tres aspectos se unen para que las decisiones sobre la SM sean rápidas y no siempre se pueda esperar a la cofinanciación pública. En el caso de la TM, no es posible en este momento analizar los resultados de la primera convocatoria del PERTE, que no está ni siquiera resuelta. Es por ello que las inversiones en digitalización no pueden evaluarse ni en su demanda ni en su necesidad de financiación pública.

Los datos manejados en este apartado indican que el nivel actual de financiación pública llevaría a un progreso lento de la finalización de la primera modernización de regadíos en el Ebro-Aragón si toda la superficie restante estuviera interesada. El interés por la modernización decrecerá sin duda de MAN a RAS y de RAS a RAT por una mezcla de razones sociales y estructurales. El contexto de la producción agraria, la disponibilidad de agua de riego y la evolución de la contaminación difusa serán factores determinantes adicionales sobre esta demanda. Es razonable pensar que las comunidades de regantes con más interés y menos complejidad ya han terminado su PM.

11.2. Los regadíos del Ebro – Aragón: imaginando el futuro

Una primera pregunta sobre el futuro de los regadíos es hasta qué punto estos serán necesarios en las próximas décadas, en las que el agua será todavía más escasa, las políticas ambientales pueden ser más restrictivas y la demanda de agua crecerá en otros sectores. Para ello, se puede recurrir al concepto de flujo nacional de agua virtual, que muestra el agua consumida (uso consuntivo) para producir tanto las importaciones como las exportaciones de un país. España es el séptimo país más importador neto de agua virtual del mundo (con un 1,94% del flujo mundial)¹⁶. En la Unión Europea superan a España Alemania, Países bajos e Italia. Cuando los flujos de agua virtual se presentan en valores per cápita, los ciudadanos españoles son los décimos más importadores del mundo, superados en la Unión Europea por Países Bajos y Bélgica. Estos datos muestran que España es ampliamente deficitaria en uso consuntivo de agua (que se asocia muy mayoritariamente a la producción agraria), y de que depende de terceros países para su soberanía hídrica, que en buena medida es soberanía alimentaria. Por ejemplo, en cuanto a cereales, España importa un 2,31% de los flujos mundiales de cereal¹⁷.

Como consecuencia del análisis de estos datos, se aprecia que las importantes exportaciones de frutas, verduras y carne de España no son suficientes - en términos de agua consumida - para compensar las importaciones. Por ello, España depende de la producción agraria de otros países. En este contexto, el regadío es en estos momentos un elemento necesario e insuficiente de soberanía alimentaria nacional. España exporta

¹⁶ Elena Vallino, Luca Ridolfi & Francesco Laio. 2021. Trade of economically and physically scarce virtual water in the global food network. Nature. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-01514-w>

¹⁷ <https://oec.world/en/profile/hs/cereals> (consultado el 8 de febrero de 2024).

productos alimentarios de alto valor añadido e importa cereales y otras materias primas agrarias. Se puede concluir que en el contexto nacional se obtiene un alto valor añadido del agua dedicada a la agricultura. El Ebro - Aragón no estaría en la actualidad a la cabeza nacional de la rentabilización del agua agraria, dada la importancia local de los cultivos extensivos. Sin embargo, en la última década se ha intensificado la transformación de los cereales en productos cárnicos, lo que ha aumentado el valor de las exportaciones agroalimentarias aragonesas, y por tanto, del agua del Ebro – Aragón. Solo en los años 2020 y 2021, las exportaciones agroindustriales aumentaron un 35%, alcanzando los 2.223 M €¹⁸.

Se importador neto de agua virtual tiene dos implicaciones relevantes. La primera es que importamos las materias primas y los alimentos que el país necesita, dejando en los países de origen la contaminación que estos procesos productivos conllevan. La segunda es que los productos que importamos deben cumplir las mismas normas de producción que se cumplen en la Unión Europea. Estas normas son importantes en cuanto a la seguridad alimentaria y también en cuanto a la regulación del trabajo.

Por otro lado, el cambio climático es un factor de primera magnitud. Para hacer una primera aproximación a su efecto sobre la agronomía de los cultivos del valle del Ebro se ha recurrido a la información recogida en la web de AEMET¹⁹ (Tabla 7).

Tabla 7. Estimaciones del efecto del cambio climático en Aragón para distintas fechas. Fuente: AEMET. Promedio de los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para 2023, 2040 y 2060, usando el método de los registros diarios de CORDEX.

Variable	2023	2040	2060
Temperatura máxima, °C	0,7	2,0	2,7
Aumento días cálidos (%)	7	14	18
Temperatura mínima, °C	0,7	1,7	2,2
Descenso días heladas (%)	-10	-22	-27
Precipitación, %	2	1	3
Escorrentía, %	-2	-10	-20
Evapotranspiración real, %	-2	-5	-5

La Tabla da cuenta del incremento de las temperaturas máximas y mínimas, así como del aumento en el número de días cálidos y la disminución en el número de días de heladas. También se aprecia un ligero incremento de la precipitación, una importante disminución de la escorrentía y una ligera disminución de la evapotranspiración en la cuenca, asociada a la escasez de agua.

¹⁸ CESA. 2021. Informe sobre la situación económica y social de Aragón. Panorama económico. Agroindustria. <https://www.aragon.es/-/informes-anuales>

¹⁹ https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos?opc4=0&w=0&opcl=arn&opc2=Tx&opc3=Anual&opc6=0&img=1 Consulta realizada el 7 de febrero de 2024.

A la luz de estos datos, una pregunta relevante es ¿Qué ciudad tiene hoy la temperatura que Zaragoza tendrá en el futuro? Para aproximar esta respuesta hemos recurrido de nuevo a la web de la AEMET, que reporta valores medios de la serie temporal de temperaturas máximas y mínimas de distintas ciudades españolas. La Tabla 8 muestra la temperatura media de Zaragoza, Tarragona y Valencia, así como las estimaciones futuras de temperatura en Zaragoza.

Tabla 8. Valores anuales de la temperatura máxima en Zaragoza en la actualidad y estimados para 2040 y 2060. Se presentan también los valores para Tarragona y Valencia.

Temperatura	Zaragoza serie temporal	Zaragoza 2040	Zaragoza 2060	Tarragona serie temporal	Valencia serie temporal
Máxima	21,0	23,0	23,7	21,1	22,8
Mínima	10,0	11,7	12,2	11,0	12,4
Media anual *	15,5	17,4	18,0	16,1	17,6

*) Estimada como promedio de la máxima y la mínima.

La temperatura media anual en Zaragoza será más parecida a la de Valencia que a la de Tarragona. Sin embargo, al tratarse de dos ciudades mediterráneas, es de esperar que en Zaragoza los veranos sean más cálidos y los inviernos más fríos. Sin embargo, el calentamiento hará que los cultivos del Ebro – Aragón puedan cambiar hacia productos más mediterráneos. La disminución prevista de la escorrentía, unida a una menor cantidad de nieve, harán que la disponibilidad de agua para riego baje. Por todo ello, los cultivos de las próximas décadas deberían tener menores necesidades hídricas que los actuales, y centrarse en las temporadas de primavera y otoño, en las que la disponibilidad de agua debería ser mayor. Cultivos leñosos adaptados a la escasez de agua, como los típicamente mediterráneos (viña, olivo y almendro) podrían ser frecuentes en el futuro, al igual que los cereales de invierno y cultivos hortícolas orientados a industria y en menor medida al consumo en fresco (por la baja disponibilidad de mano de obra actual). Todos estos cultivos se beneficiarán de una menor probabilidad de heladas primaverales. Este escenario de cultivos futuros parece compatible con un mercado receptivo para estos productos, que suministrarán alimentos a una sociedad mundial que probablemente tendrá una dieta más basada en productos vegetales que en la actualidad, en parte por la presión sobre el agua.

11.2. Un análisis DAFO / CAME de la modernización de regadíos

Este análisis se basa en determinar las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) de una actividad. Las fortalezas y debilidades son internas, mientras que las oportunidades y amenazas son externas. El análisis DAFO / CAME permite identificar estrategias que permitan superar la situación actual. Estas estrategias se pueden basar en Corregir las debilidades, Afrontar las amenazas, Mantener las fortalezas y Explotar las oportunidades. La combinación de estas acciones da lugar a cuatro posibles estrategias:

- Estrategia ofensiva: mantener las fortalezas para explotar las oportunidades
- Estrategia defensiva: mantener las fortalezas para afrontar las amenazas

- Estrategia de reorientación: corregir debilidades para explotar oportunidades
- Estrategia de supervivencia: corregir debilidades para afrontar las amenazas

Fortalezas

- F1. Un sistema establecido y conocido para modernizar MAN, con algo de experiencia en RAS y con alguna experiencia en nuevos regadíos sociales de montaña que pueden orientar la modernización de RAT.
- F2. Un claro aumento de la producción de casi todos los cultivos presentes y posibles en el Ebro-Aragón.
- F3. Gracias a un aumento de la eficiencia potencial de riego, la modernización disminuye el uso del agua y la contaminación de los retornos de riego.
- F4. La transición a riego presurizado permite implantar nuevos cultivos, particularmente aquellos que necesitan menos agua para producir igual o más renta (por ejemplo, viña, almendro u olivo).
- F5. Cuando el agua escasea, las zonas modernizadas pueden producir renta agraria con un menor uso y consumo de agua.
- F6. La modernización mantiene la estructura social, genera empleos de calidad en el regadío y también en otros sectores.
- F7. Un sector agroindustrial dinámico y en crecimiento.

Debilidades

- D1. En muchas zonas de regadío tradicional no habrá demanda de primera modernización. La demanda será mayor en MAN que en RAS y a su vez mayor que en RAT. La incertidumbre sobre la rentabilidad de la agricultura frente al coste de la modernización y la degradación de la estructura social en las zonas rurales deprimidas modulan y modularán la demanda a la baja. El abandono del riego y de la agricultura parece que aumentarán en los próximos años.
- D2. La capacidad de pago por la modernización de las administraciones públicas y de los regantes es moderada. Esto parece ser debido a que, en el contexto del regadío español, los regadíos del Ebro-Aragón están en la gama baja de rentabilidad, como se refleja en el precio que se ha venido pagando por las fincas de regadío.
- D3. La Ley de Aguas establece al regadío como el último de los usos del agua en prioridad frente a situaciones de escasez. Esta es una situación socialmente correcta, pero que aboca al regadío a absorber la mayor parte de los déficits de agua en el Ebro-Aragón.
- D4. De entre los insumos de la producción agraria de regadío en el Ebro-Aragón, la mano de obra destaca por una disponibilidad muy limitada. Las zonas de regadío a menudo se encuentran cercanas al pleno empleo.
- D5. En un contexto de creciente escasez de agua, es preciso anotar como debilidad que las zonas regables de Ebro-Aragón no cuentan con recursos no convencionales disponibles. No hay mar y las aguas depuradas se usan aguas abajo de los ríos.
- D6. El regadío del Ebro-Aragón está más especializado en la producción de materias primas (para piensos y otros productos agroindustriales) que de

alimentos. Esto es compatible con la baja disponibilidad de mano de obra, pero lleva a una renta agraria moderada.

Oportunidades

- O1. El cambio climático aumentará las temperaturas en el Ebro-Aragón, lo que parece que bajará el riesgo de heladas y aumentará la duración de la estación de cultivo. Esto permitirá atraer cultivos hortícolas y frutales de alto valor añadido que en estos momentos no se realizan en la zona. Estos son algunos de los cultivos que se desarrollan en el sudeste español.
- O2. La energía, otro de los insumos clave para la producción agraria, tiene una creciente disponibilidad en las zonas rurales del Ebro-Aragón. La abundancia de sol y viento hacen que sea posible contar con agua presurizada en las zonas regables a un precio moderado.
- O3. El fomento de la agricultura de proximidad y de estación pueden favorecer la distribución del regadío por el territorio. Esto dará impulso a la agricultura en las riberas, facilitando las inversiones en la modernización de RAS y RAT.
- O4. Digitalización, automatización y robotización de los trabajos agrícolas, lo que reducirá la necesidad de mano de obra.

Amenazas

- A1. La agricultura es casi la única actividad consumidora de agua en el Ebro – Aragón y la mayor usuaria. El cambio climático va a acentuar la escasez de agua, lo que afectará principalmente al regadío tradicional, pero también al modernizado. Al regadío tradicional lo empujará al abandono o a la modernización. Al regadío modernizado lo empujará a otro modelo agrario, menos intensivo en agua.
- A2. La creciente regulación de los caudales ecológicos de los ríos puede disminuir el agua disponible para el regadío.
- A3. El creciente control de la contaminación de las aguas introducirá restricciones crecientes en el uso de los fertilizantes orgánicos y minerales, y de agroquímicos en general. Esto puede afectar a la distribución de los cultivos y a su rendimiento.

La matriz DAFO / CAME (Tabla 9) muestra las cuatro estrategias que se pueden seguir para impulsar los regadíos en el Ebro – Aragón. La exploración de la parte DAFO muestra que las fortalezas son superiores a las debilidades, y que las oportunidades son tan relevantes como las amenazas. Esto último es debido a las incertidumbres actuales sobre la intensidad y rapidez del cambio climático y otros procesos asociados, como la escasez de agua, la protección de la calidad de las aguas, la evolución de las fuentes de energía, las tendencias de consumo de proximidad o la automatización. Tomando en consideración estos factores, parece que las estrategias ofensiva y defensiva resultan ser las más adecuadas para la modernización de los regadíos.

Las fortalezas del sistema toman protagonismo y deben ser usadas para explotar las oportunidades y afrontar las amenazas. El hecho de que las inversiones públicas necesiten 34 años para modernizar los regadíos restantes del Ebro-Aragón necesita una planificación específica. No parece posible ni aumentar la inversión pública radicalmente,

ni disminuir sensiblemente el coste de la modernización, ni esperar 34 años en estos días de rápido cambio global. En este contexto, se puede pensar que la modernización de MAN puede seguir el camino trazado por veinte años de experiencia, respondiendo a la demanda de las comunidades de regantes. De la misma manera, hay comunidades dinámicas de RAS que podrían lanzarse a modernizar sus regadíos.

Tabla 9. Matriz DAFO / CAME para la modernización de los regadíos del Ebro Aragón.

Externo	Interno	Fortalezas F1. Sistema establecido y conocido F2. Aumento de la producción F3. Alta eficiencia de riego F4. Nuevos cultivos F5. Renta protegida de la escasez F6. Empleos de calidad F7. Agroindustria dinámica	Debilidades D1. La demanda de modernización puede bajar D2. Capacidad de pago moderada D3. Último en derecho al agua D4. Poca mano de obra D5. Sin recursos no convencionales D6. Más producción de materias primas que de alimentos
	Oportunidades O1. Atracción de nuevos cultivos O2. Energía renovable disponible O3. Agricultura de proximidad O4. Automatización reduce la necesidad de mano de obra	Estrategia ofensiva Implementar un plan ambicioso de modernización en monte y riberas. Sistemas modernos para captar nuevos cultivos en el monte y las riberas, pensando en mercados de proximidad y en industria	Estrategia de reorientación Fomentar los regadíos como nichos de cultivo de alimentos sostenibles y de calidad, generando demanda de modernización para atraer nuevos cultivos
	Amenazas A1. Escasez de agua creciente A2. Mayores caudales ecológicos A3. Restricciones en fertilizantes	Estrategia defensiva Diseñar una agricultura de regadío moderna y eficiente, basada en un uso moderado del agua y los fertilizantes, orientada a la producción de alimentos y materia prima para la agroindustria.	Estrategia de supervivencia Mejorar las condiciones de vida en el medio rural para abordar la modernización de las zonas rurales que lleve a una provisión de alimentos limpios y próximos.

Sin embargo, la modernización de todas las comunidades de RAT, casi todas las de RAS y de las de MAN que no se lancen necesitará de planes específicos para que salir adelante. Si bien RAS podría operar con una financiación pública similar a la empleada para modernizar MAN, el caso de RAT es muy diferente. Es previsible que RAT necesite un mayor compromiso público con la modernización porque tiene un clima menos adecuado, una parcelación más atomizada y una estructura social todavía más comprometida que la de RAS.

Esto lleva a pensar que es posible compatibilizar el plan de modernización con otro en el que el diseño de una agricultura atractiva pueda dar pie posteriormente a la formulación de proyectos de modernización incluso en zonas menos favorecidas (RAS y RAT). Esta segunda estrategia se encontrará con las dificultades derivadas de explotar zonas de regadío con infraestructuras obsoletas. Sin embargo, hay ejemplos en estas zonas en los que los agricultores que han invertido en regadíos para dar salida a explotaciones innovadoras en cultivos y renta. La modernización de RAS y RAT puede avanzar por este camino, afianzando con inversiones en redes de riego las iniciativas locales. La agricultura de proximidad, las figuras de protección de productos locales y la

demanda social de una alimentación con rasgos más comprometidos con el medio ambiente pueden dar lugar a iniciativas en este sentido. Esta agricultura tendrá que vivir con los ríos y con las restricciones hidrológicas que puedan imponerse a la agricultura de ribera. No es un reto pequeño.

11.3. Modernizaciones futuras: incentivos y nuevas funcionalidades del regadío

La modernización de regadíos es una herramienta que permite mantener la funcionalidad del regadío. Hasta el momento se ha explotado únicamente la vertiente más productiva y agronómica de esta herramienta, y se han explorado de forma muy preliminar otras funcionalidades. En un contexto de escasez de agua, las modernizaciones del futuro necesitarán explotar todas estas funcionalidades para garantizar el mejor uso del recurso. Este es un aspecto por explotar y sujeto a interpretaciones, pero sobre el que merece la pena empezar a debatir. A este respecto hay que diferenciar como ya se ha hecho en el apartado 10.2 dos grupos de sistemas de riegos:

- a) Grupo I: sistemas modernizados (RTD, RAC, MTE, MTN y MTC) han conseguido mantener la práctica del riego,
- b) Grupo II: sistemas tradicionales (MAN, RAS y RAT) están progresando hacia el abandono.

La modernización del Grupo I previsiblemente seguirá una senda marcada por el avance tecnológico y la reducción de la disponibilidad hídrica (paralelo al aumento de temperaturas). Estos caminos convergen en un óptimo que irá condicionando los cultivos y modificando la actividad socioeconómica en busca de la rentabilidad. Es un bloque guiado por la competitividad, que necesitará desarrollar en paralelo sistemas de reducción-minimización de su impacto sobre el entorno y el medio ambiente. La velocidad de adaptación a las novedades tecnológicas y a un mundo cambiante exigirá profesionalización, pero también capacidad económica para absorber e integrar los cambios en la producción. Es posible que se generen nuevos grupos que quedarán descolgados del proceso de tecnificación.

Por otro lado, la modernización del Grupo II se muestra compleja. La elevada parcelación del terreno y la vocación agraria en declive pueden necesitar incentivos mayores, en forma de porcentajes de subvención más elevados. Esta inversión adicional puede ser compensada por una mejor gestión de las inundaciones en el caso de RAS y por el desarrollo de proyectos ligados a productos específicos de calidad diferenciada en el caso de RAT. Estas ideas son en este momento incipientes, y necesitan ser sancionadas por la práctica, pero parecen ser merecedoras de proyectos piloto.

Otro abordaje de las modernizaciones del grupo II para mantener su actividad y evitar el abandono es el desarrollo de nuevas funcionalidades, de las que tampoco estará exento el Grupo I, aunque probablemente de forma diferente (Tabla 10).

La explotación de estas funcionalidades necesitará de una visión más amplia del proceso, más cercana al desarrollo rural que a la producción agraria. También será precisa la colaboración de otras administraciones, como los ayuntamientos, que quieran poner en valor los espacios rurales, la pequeña agricultura y el agua como parte del paisaje.

Tabla 10. Algunas ideas sobre nuevas funcionalidades para los regadíos del grupo II (MAN, RAS y RAC).

Ideas para nuevas funcionalidades	MAN (zonas tradicionales de grandes sistemas)	RAS (riberas en zonas semiáridas) RAT (Riberas en zonas templadas)
Producción alimentaria segura	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación a grandes sistemas productivos • Producción de biomasa 	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura periurbana • Productos diferenciados
Creación de diversidad paisajística y medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Reaprovechamiento de nutrientes y mejora de la calidad del agua • Preservación del tránsito cultivo-río y creación de zonas de interés forestal 	<ul style="list-style-type: none"> • Renaturalización • Corredores ecológicos transversales a la dirección de los ríos. • Regulación morfosedimentaria a través del aterrazado.
Contribución al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> • Potenciación de la agricultura como sumidero de carbono 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la superficie de zonas húmedas y retroalimentación del ciclo hidrológico
Patrimonio hidráulico y sostenibilidad energética	<ul style="list-style-type: none"> • Compensación de los costes energéticos globales 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de antiguos aprovechamientos • Conocimiento ecológico local ligado al agua, optimización de la equidad en la distribución y eficiencia del uso.
Reservas estratégicas	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de los caudales medios 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de abastecimiento de agua a poblaciones

11.4. Modernización y el uso consuntivo del agua

La discusión sobre este tema se ha centrado en la comparación entre el uso consuntivo antes y después de la modernización en una determinada parcela de riego o comunidad de regantes²⁰. Sin embargo, este punto de vista no parece suficiente para entender el proceso en el Ebro-Aragón y probablemente tampoco en otras zonas. De hecho, el análisis del Ebro-Aragón evidencia dos problemas.

El primer problema está en el estado del regadío antes de la modernización. A medida que pase el tiempo, en la región del Ebro-Aragón, las comunidades de regantes que entren en procesos de modernización tendrán infraestructuras más degradadas y con más rasgos de abandono. Como consecuencia, será más probable que la modernización aumente el uso consuntivo con respecto a la situación inmediatamente anterior. Una comunidad en la mayor parte de la tierra se dedique a cultivos con bajas necesidades de riego experimentará un fuerte incremento en el uso consuntivo después de la modernización, cuando se desarrollen cultivos con riego intensivo. La cuestión es cómo establecer una comparación justa entre antes y después de la modernización en términos

²⁰ Grafton RQ, Williams J, Perry CJ, et al (2018) The paradox of irrigation efficiency. Science 361:748–750. <https://doi.org/10.1126/science.aat9314>

del uso consuntivo del agua. Al evaluar el cambio en la hidrología del riego tras un cambio de tecnología, se deben evaluar los escenarios antes y después con la misma intensidad agrícola. Esto permitiría evaluar exclusivamente el efecto del cambio de tecnología. De otra manera, se evalúan al mismo tiempo varios aspectos concurrentes, como la tecnología, la facilidad de cultivo, la necesidad de recuperar la inversión y la revitalización de las estructuras sociales.

El segundo problema está relacionado con la escala del estudio. Se requieren análisis de toda la cuenca hidrológica para evaluar el proceso de modernización, abordando la evolución temporal del uso consuntivo del agua, que se ve afectado por todos los procesos concurrentes. La cuenca es también el nivel clave para controlar el uso consuntivo, particularmente en caso de escasez de agua. Cuando el organismo de cuenca restringe el acceso al agua por parte de los agricultores, las comunidades modernizadas se encuentran en una situación mucho mejor que el resto. Las tecnologías modernas permiten alcanzar altas eficiencias de riego y además facilitan la implementación de riego deficitario regulado. La necesidad de adaptarse a asignaciones de agua variables de un año a otro ha facilitado la expansión de cultivos como el almendro, que puede mantener un margen económico positivo incluso con restricciones hídricas relevantes.

La modernización del riego puede traer muchos efectos positivos a la agricultura y la seguridad alimentaria, pero necesita mantener o aumentar los resultados ambientales de las áreas irrigadas para contribuir a la intensificación sostenible de la agricultura²¹. Una cuestión crítica es mantener el uso consuntivo del agua dentro de los límites establecidos por los organismos de cuenca. Dado que estos límites cambian cada año para adaptarse a la disponibilidad de agua, se requiere una agricultura de regadío adaptable para tener éxito. La intensificación sostenible requiere controles ambientales adicionales, como la contaminación difusa, para lo cual la modernización del riego ha mostrado resultados limitados pero prometedores en la región del Ebro-Aragón²².

12. Conclusiones

Este recorrido por la gobernanza y la modernización de las comunidades de regantes, así como por las vías de mejora, ha permitido formular las siguientes conclusiones:

1. Los retos de la gobernanza se acumulan en estos días para las comunidades de regantes. Aunque algunas ayudas públicas se dirigen a mejorar estos aspectos, sin duda las comunidades van a tener que dedicar importantes esfuerzos para alcanzar la transformación que de ellas se espera.
2. Una tabla con el ámbito del regadío (monte o ribera), la gestión de la infraestructura y la gestión de la institución ha permitido formular ocho modelos de gobernanza, que se relacionan de forma libre con ocho especies de la clasificación binomial: una misma especie puede tener hasta cuatro modelos de gobernanza.

²¹ Pretty J, Benton TG, Bharucha ZP, et al (2018) Global assessment of agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nat Sustainability* 1:441–446. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0114-0>

²² Jiménez-Aguirre MT, Isidoro D (2018) Hydrosaline Balance in and Nitrogen Loads from an irrigation district before and after modernization. *Agric Water Manage* 208:163–175. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.06.008>

3. Se han identificado ocho propuestas de consolidación y mejora de la gobernanza. La mayor parte se basan en procesos endógenos de mejora, aunque algunas se basan en el conocimiento externo. Algunas propuestas se basan en la formación de entidades supracomunitarias (Comunidades Generales, Federaciones), mientras que otras se basan en mancomunar servicios o en la creación de asociaciones. Finalmente, otras están basadas en la adquisición interna de capacidades. Este es un proceso lento, pero muy transformador.
4. Se han identificado tres fases de la modernización en este siglo: primera (también conocida como modernización integral), segunda (orientada a disminuir la dependencia energética de las zonas que han pasado la primera modernización) y tercera (basada en la digitalización y relacionada con el PERTE del regadío).
5. Se ha realizado un análisis cualitativo de la sensibilidad de la modernización de regadíos (en sus tres fases: primera, segunda y tercera modernización). El análisis se ha detenido más en la primera modernización, en la que se acumula más experiencia y para la que es más accesible analizar los factores de riesgo internos, externos o mixtos.
6. Las cifras historias de inversión de los Gobiernos de España y Aragón en la modernización de los regadíos del Ebro-Aragón ha permitido estimar una inversión público-privada de 61,3 M€/año, y un coste medio de la primera modernización de 9,42 M€/ha. Con estas cifras, se tardarían 16 años en modernizar las comunidades de regantes tipo MAN (de monte, con riego por acequias en demanda negociada, que suman 102 k ha). Cuando a estas comunidades se unen las de ribera en riego por acequias (semiáridas y templadas), las 219 k ha restantes tardarían en modernizarse 34 años con el ritmo inversor actual. Estas cifras se corresponden con la oferta de fondos públicos, que habría que completar con un análisis de la demanda de modernización por estas comunidades.
7. En paralelo al impulso modernizador de las últimas décadas, se observa que los indicadores de baja intensidad del regadío y de la actividad agraria alcanzan niveles importantes en los regadíos de tipo MAN, RAS y particularmente RAT. Esto parece indicar que la demanda de modernización podría bajar en el futuro en las zonas en las que el abandono sea muy importante.
8. Tras dos décadas de intenso esfuerzo modernizador, el Ebro-Aragón da muestras de intenso progreso, aunque todavía queda mucho trabajo por hacer para modernizar tanto la tecnología y las estructuras como la gestión.
9. Las oportunidades actuales derivadas del Plan de Recuperación, Transición y Resiliencia (PM, SM y TM) permitirán llevar a cabo en los próximos años pequeñas y grandes modernizaciones.
10. Es previsible y necesario que el riego presurizado aumente considerablemente, relegando al riego por gravedad a las riberas semiáridas, en las que puede encontrar un nicho de productividad, desarrollo rural y servicios ecosistémicos. La continuidad del regadío en las riberas semiáridas y particularmente en las templadas no está en este momento asegurada.
11. El análisis DAFO/CAME de la modernización de regadíos muestra que las fortalezas son superiores a las debilidades, y que las oportunidades son tan

relevantes como las amenazas. Las estrategias ofensiva y defensiva resultan ser las más adecuadas para la modernización de los regadíos.

12. Las zonas por modernizar se enfrentan a retos importantes. El abandono del riego y la agricultura puede ser combatido con el desarrollo de nuevas funcionalidades para el regadío, más cercanas al desarrollo rural y a los servicios ecosistémicos que a la producción agraria.
13. Este análisis debe servir para que las instituciones que financian y ejecutan la modernización de los regadíos tengan criterios para priorizar inversiones y para desarrollar políticas de ayuda a la modernización que permitan a la vez asegurar la viabilidad de las comunidades modernizadas y extender el uso de los fondos públicos a la mayor extensión de regadío posible. Este trabajo supone una base para la planificación de la modernización de regadíos en las próximas décadas.