

Informe 2.5.4

**Recomendaciones a los creadores de
soluciones y proveedores de servicios
relacionados con la digitalización del agua
en el regadío.**



Versión 2.0

Marzo 2025

Índice

Contenido

Índice.....	2
1.- Introducción.	3
2.- La digitalización como objetivo en la gestión del agua.	4
3.- Optimización de soluciones de digitalización para regadío.....	5
4.- Recomendaciones a los creadores de soluciones de digitalización y proveedores de servicios relacionados.	6
4.1.- Organización de la información.....	7
4.2.- Gestión de datos.....	9
4.3.- Accesos y permisos	10
4.4.- Costes.....	11
4.5.- Flujo de datos e interoperabilidad	13

1.- Introducción.

La digitalización de los procesos de gestión es una realidad en numerosos ámbitos de la producción agraria. En las explotaciones agrícolas de regadío, la digitalización, es un instrumento indispensable para aumentar la eficiencia del agua utilizada, especialmente en situación de escasez o sequía hidrológica.

Dos terceras partes del agua regulada, en embalses y acuíferos, que se utiliza en España se destina a la producción agraria. En situaciones de déficit hídrico, la mejora de su eficiencia es indispensable para la sostenibilidad, tanto económica del sector agrario como alimentaria para la propia sociedad. Por ello, es indispensable la digitalización de los procesos de gestión del agua en las comunidades de regantes (captación, transporte y distribución) y en implementación de sistemas de riego a presión y su adecuada programación de riego (dosificación y frecuencia del agua del riego).

Tradicionalmente, la digitalización en el sector agrario se ha realizado a partir de la copia y adaptación de diferentes procesos e instrumentos de digitalización desarrollados en otros sectores económicos más proclives a financiar desarrollos digitales. La baja rentabilidad económica de la producción primaria agrícola supone un lastre para el desarrollo de nuevas tecnologías digitales entre los agricultores, aunque existen mecanismos de compensación para implementar tecnologías digitales para mejorar la eficiencia de la gestión colectiva del agua a través de las comunidades de usuarios y/o de regantes (por ejemplo: PERTE de digitalización del regadío, en España;...) como a través de la implementación de instrumentos y tecnologías de riego de precisión en parcela (por ejemplo: PAC 2023-27. Ayudas a la mejora de competitividad de las explotaciones agrarias en España; ...).

Los creadores o adaptadores de soluciones digitales y su adaptación en el ámbito agrario, suelen conocer con exactitud la tecnología que promueven, pero, a veces, pueden desconocer la motivación e idiosincrasia de la toma de decisiones en el sector agrario.

Debido a la importancia de aproximar dos mundos, el sector agrario y el desarrollador de procesos e instrumentos de digitalización, se elabora el presente documento, en el marco del proyecto **Smart Green Water**, para facilitar la creación e implementación de estos servicios digitales.

2.- La digitalización como objetivo en la gestión del agua.

La digitalización permite capturar y medir cualquier información para estructurarla en bases de datos y ser recuperada en nuevos formatos. Presenta dos grandes ventajas, rapidez en las mediciones y acceso de la información elaborada. La gestión del agua en un territorio siempre suele ser compleja. Más aun cuando no es un recurso ilimitado y está en situación de déficit, como sucede en numerosas ocasiones en la Europa mediterránea.

Por ello, la digitalización de la información relativa al agua agrícola, tanto de su captación, transporte y distribución inherente a las comunidades de Regantes, como su distribución en parcela y aplicación a los cultivos para maximizar la producción agrícola y la eficiencia de transformación del agua en productos agrícolas en primer lugar y en alimentos posteriormente, es indispensable para la gestión de recursos en este siglo XXI.

Aunque el agua es un recurso público, la gestión privativa para la producción de alimentos y bienes económicos debe seguir unos criterios de eficiencia para no detraer más recurso del imprescindible para respetar el ciclo natural del agua. Este criterio, es aupado por la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE), aprobada hace ya 25 años y las perspectivas climáticas que numerosos organismos y expertos climatólogos describen.

La modernización del regadío, agua a presión para sistemas de riego por aspersión y goteo, ha supuesto una transformación del riego y una mejora de la eficiencia de transformación del agua. El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, juntamente con la aparición de sensores digitales supone un avanzar a nuevo eslabón tecnológico para la gestión del agua agrícola.

La idiosincrasia del sector agrícola presenta peculiaridades diferentes respecto a otros sectores económicos, por lo que la adaptación de las tecnologías digitales, no suelen ser las habituales en otros sectores económicos. Por esta razón se confecciona este informe de "Recomendaciones a los creadores de soluciones y proveedores de servicios relacionados con la digitalización del agua en el regadío".

3.- Optimización de soluciones de digitalización para regadío.

A grandes rasgos, las soluciones de digitalización pueden tener dos tipologías de usuarios en el ámbito agrario, que por su formación y capacidad de manejo tecnológico habitual determinan dos tipologías de usuarios diferentes y con capacidades y habilidades de interpretación de la información digital a manejar:

- los agricultores regantes, que habitualmente se ocupan de la programación del riego en parcela.
- los técnicos asesores ya sean de las comunidades de regantes o de agrupaciones de productores agrícolas.

Evidentemente, estas tipologías de usuarios pueden ser difusas y desdibujadas en muchas ocasiones. Pero habitualmente, los podemos distinguir en función de su entorno habitual, el campo o la oficina y los recursos tecnológicos que disponen en su mayor parte de la jornada laboral el móvil o el ordenador y por lo tanto deben estos recursos tecnológicos la interfaz que interactúe con cada usuario.

La digitalización para la mejora de la gestión hídrica del regadío debe acercar la información y ser comprensible por cada tipología de usuario, para que pueda tomar

las decisiones más óptimas en cada momento. Estas deben ser **comprensibles e intuitivas** y en cada caso, **fáciles de usar** y adaptadas a la situación requerida.

A la vez, estas soluciones digitales deben tener un coste proporcional al beneficio que perciba el usuario, y por lo tanto, debe resultar **rentable** su inversión y adopción tecnológica. En la gestión del agua agrícola, se produce la paradoja de que el agua más cara es la que no se dispone. Por lo que, cuanto menos disponibilidad de agua se tiene más se invierte en su gestión y eficiencia. La digitalización para la toma de decisiones es una inversión que debe tener un **buen equilibrio coste/beneficio**, aunque cuanto más escasez de agua más fácil es el retorno económico de la adquisición de tecnología.

4.- Recomendaciones a los creadores de soluciones de digitalización y proveedores de servicios relacionados.

Las tecnologías digitales para la optimización de la gestión de los recursos hídricos en el regadío deben ser eficientes, prácticas y deben responder a las inquietudes de los usuarios, ya sean agricultores o técnicos asesores. Para ello se recomienda que la presentación del recurso digital y su presentación al usuario se debe implementar en su parte final con los propios usuarios. Este desarrollo final permite adaptar eficazmente a las expectativas de los usuarios y mantener su utilización de forma permanente en el tiempo.

Existen algunos malos ejemplos de traslocación de la tecnología digital para la gestión del agua sin tener en cuenta la idiosincrasia que caracteriza a los principales usuarios agrarios y escenificando algunos fracasos de una tecnología digital muy precisa, pero de difícil interpretación para la toma de decisiones en el momento oportuno. Por ello se recomienda a los creadores de soluciones de digitalización y proveedores de servicios relacionados que el **desarrollo final de la solución digital se desarrolle juntamente con los previsibles usuarios de su solución**. Estos ayudaran a la

configuración de la interfaz final y la información digital adecuada para facilitar posteriormente la toma de decisiones más oportuna.

Además, es necesario tener en cuenta diversas sugerencias en cuanto a los diversos aspectos de la implementación de las soluciones digitales, como se describe a continuación.

4.1.- Organización de la información

Con mucha seguridad, la información manejada por servicios relacionados con la digitalización del agua en el regadío deberá estar estructurada en un Sistema de Información Geográfica (SIG). La mayor parte de los datos que maneje harán referencia a unas coordenadas geográficas concretas y esta referenciación será la que permita relacionar los datos entre ellos. Las distintas capas de información que manejará el SIG incluirán desde parámetros descriptivos prácticamente constantes, como la elevación del terreno, el trazado de las infraestructuras o el límite entre parcelas, hasta parámetros descriptivos cambiantes entre campañas, como puede ser el tipo de cultivo, y también variables que podrían actualizarse a una frecuencia diaria o incluso menor, como por ejemplo los datos de volumen de agua aportado hasta la fecha a una determinada parcela.

Por ello, algunas de las capas del SIG se cargarán una vez y se actualizarán de manera muy ocasional, mientras que otras se deberán de manera recurrente, por lo que necesitarán alguna interfaz práctica para ello, y otras se deberán actualizar con determinados cálculos que seguramente se realizarán de manera automatizada. Finalmente, puede haber capas de información que provengan de fuentes externas a través de alguna API, por ejemplo, la conexión a sensores o a actuadores.

En el contexto de SIG destinados a la digitalización del regadío puede ser conveniente considerar distintos niveles, cada uno correspondientes a una zona geográfica compuesta de otras geometrías que requieran una visualización o una gestión individualizadas.

En cuanto a la gestión colectiva del agua puede ser conveniente considerar los siguientes niveles:

Pag. 7

- **Comunidad general.** Algunas comunidades muy grandes pueden estar constituidas de la agregación de comunidades de base. En estos casos puede ser conveniente poder manejar ambos niveles de agregación y acceso a los datos.
- **Comunidad de base.** Corresponde al principal nivel de gestión colectiva del agua. Puede agregar directamente las parcelas individuales gestionadas por los regantes, o bien puede haber niveles de gestión intermedios relacionados con la infraestructura, como sectorización relacionada con ramales de las conducciones, zonas de bombeo, agrupaciones de hidrantes, etc.
- **Sector interno de una comunidad.** Correspondería a un nivel de gestión hidráulica que pueda requerir ser visualizado o gestionado como una entidad propia.
- **Parcela individual.** Corresponde al nivel donde la gestión colectiva cede el paso a la gestión privada por parte del regante. Por motivos prácticos, puede ser conveniente que coincida con el parcelario usado en las declaraciones obligatorias de cultivos (PAC).

En cuanto a la gestión privada por parte de los regantes, puede ser conveniente distinguir los siguientes niveles:

- **Finca privada.** Sería una colección de parcelas individuales que comparten la misma asignación a un regante (o equipo de regantes). No necesariamente corresponde a una zona geográfica continua ni tiene necesariamente que estar contenida en un mismo sector interno de la comunidad, puesto que son niveles de organización distintos.
- **Parcela individual.** Sería la misma entidad en la que coinciden la gestión de los regantes con la del colectivo de la comunidad.
- **Unidad de manejo dentro de una parcela.** Puede que los regantes no hagan una gestión homogénea de la parcela individual, sino que la gestionen desglosada en unidades de gestión menores. La consideración de esta posibilidad permitirá mayor flexibilidad para adaptar el nivel de interacción con

la comunidad y con la administración que representa la parcela individual y la realidad del manejo por el regante.

4.2.- Gestión de datos

Como en cualquier sistema digital usado en el contexto de la agricultura, los servicios relacionados con la digitalización del agua en el regadío deberán contemplar algunas consideraciones en la política de datos.

Como marco de referencia sobre la gestión de datos en las soluciones digitales para la agricultura, el código de conducta de la UE sobre el intercambio de datos agrícolas constituye un documento que analizará los principios generales para compartir datos agrícolas dentro de la cadena agroalimentaria.

Este código de conducta incluye algunas consideraciones claras sobre el acceso a los datos, que se resumen a continuación:

- Como paso previo a cualquier recopilación, almacenamiento o uso de los datos agrarios es imprescindible que el originador de los datos haya otorgado explícitamente su permiso.
- Los datos solamente podrán ser recopilados y usados para los fines especificados en el contrato y solamente deberán conservarse durante el tiempo estrictamente necesario para su uso.
- Solamente será posible identificar al originador de los datos si éste ha consentido de manera clara e inequívoca. De lo contrario será necesario usar pseudónimos para identificar la procedencia de los datos.
- La información solamente se podrá compartir con terceros si se requiere para la prestación del servicio solicitado y bajo las condiciones especificadas en el contrato. De lo contrario, solamente se podrán compartir datos agregados, pseudonimizados o anonimizados.
- Los originadores de los datos siempre deberán tener un acceso apropiado y sencillo a los datos. Además, no deberían encontrarse limitaciones para poder mover sus datos a otras plataformas.

4.3.- Accesos y permisos

En el contexto de servicios relacionados con la digitalización del agua en el regadío, el acceso a la información deberá considerar diversos perfiles de usuario. Cada uno de estos perfiles puede requerir interfaces de usuario distintas. Además, cada perfil tendrá distintos permisos para visualizar o editar los datos, con la particularidad de que los permisos pueden depender de la posición geográfica de los datos.

Algunos de los perfiles a considerar:

Regante. Sería el destinatario de la mayoría de información a nivel de parcelas individuales. Por ello, un regante tendrá asignadas unas parcelas concretas, a las que podrá acceder, pero no a otras. Probablemente también convendrá que tenga acceso a ciertos datos agregados donde se incluyen sus parcelas. Podrían distinguirse distintos niveles de regante. En primer lugar, según el nivel de complejidad de las interfaces de usuario y los datos a los que se le dará acceso. Por ejemplo, se puede distinguir entre usuarios básicos y usuarios avanzados. Además, podrían existir regantes que además de poder visualizar información, dispongan de permisos para introducir o modificar los datos correspondientes a sus parcelas.

Gestor colectivo. Sería el usuario especializado en algún nivel de gestión colectiva del regadío. Este usuario, en vez de tener asignadas parcelas individuales, tiene asignado una determinada zona geográfica que puede agregar un gran número de parcelas individuales. Por ejemplo, el técnico que gestiona las peticiones de riego de todo el conjunto de parcelas de una comunidad de regantes. Este usuario sobre todo manejará información agregada, así como la relacionada con infraestructuras. Seguramente tendrá acceso de visualización y edición a toda la información de la zona que tenga asignada, así como toda o parte de la información de las parcelas individuales incluidas.

Administrador. Puede ser conveniente que exista un perfil de usuario que tenga un nivel de acceso y permisos totales. Ello incluye el acceso a datos personales o sensibles. También podría ser el responsable de asignar los niveles de acceso y permisos de los demás usuarios.

4.4.- Costes

Los costes de las soluciones digitales suelen constar de diversos componentes que se describen a continuación. El caso es que los costes pueden ser muy distintos dependiendo del modelo de negocio y de a qué nicho de mercado se dirija la solución digital a comercializar.

El equipamiento físico necesario, a menudo incluye componentes especializados desarrollados expresamente por la empresa que ofrece la solución, junto con otros componentes disponibles en el mercado, con más o menos variedad de posibles proveedores. Este sería el ejemplo de numerosas empresas de sensorización relacionada con el riego, que desarrollan sus propios equipos dataloggers a los que conectan sensores de fabricantes muy especializados. A no ser que se trate de algún producto muy innovador, suele haber variedad de proveedores del equipamiento físico, por lo que los precios pueden relativamente similares entre ellos. Si los clientes se fijan en el coste del equipamiento, puede ser contraproducente fijar precios para el equipamiento más elevados que los competidores a no ser que vayan respaldados por un mayor prestigio de los fabricantes. Además, el coste del equipamiento puede llegar a ser una barrera significativa para la entrada de clientes.

Suscripción a plataformas digitales. El equipamiento físico desplegado en campo suele llegar a los usuarios finales a través de plataformas en la nube, donde se pueden consultar datos. Estas mismas plataformas pueden ser más o menos complejas dependiendo de si solamente albergan los datos para su acceso (visual o descargable), o bien ofrecen procesamiento más elaborado, como cálculos especializados, interpretación no trivial de las observaciones, recomendaciones de manejo de riego o automatización. El coste de desarrollo y explotación de las plataformas variará según su complejidad. Si solamente consideramos el coste de desarrollo y el mantenimiento puramente informático de las plataformas, el coste por unidad de servicio se abaratará según el número de usuarios. Por este motivo es esperable que las plataformas generalistas sean más asequibles que las plataformas especializadas en un sector vertical. Sin embargo, en el coste de explotación de las

plataformas también es necesario tener en cuenta el nivel de fiabilidad y de compromiso con el usuario. Por un lado, según cuán críticos sean los procesos tratados por la plataforma, requerirá mayor nivel de fiabilidad, que incrementará el coste. Si la plataforma elabora algún tipo de prescripción, el nivel de compromiso que aborde tendrá un enorme impacto en el coste. Si la plataforma no asume ninguna responsabilidad, el sobre coste derivado de este compromiso será mínimo, mientras que, si la plataforma se responsabiliza de la calidad de las recomendaciones que ofrece, este componente del coste podría dispararse hasta ser el principal determinante del coste de servicio al usuario.

Servicios personalizados. Alrededor de una solución digital, que puede estar completamente informatizada, puede haber distintos tipos de servicios personalizados, no automatizados y por tanto sujetos a un coste por hora de dedicación del personal. Por un lado, esto incluye la atención para la contratación del servicio, la atención de averías, servicios técnicos de resolución de problemas, formación del usuario, etc. Por otro lado, puede incluir servicios de consultoría en la interpretación de los datos u acciones de optimización de procesos que se pueden emprender a partir de los datos ofrecidos por la solución.

Por otro lado, un aspecto relevante del modelo de costos es cuál es la unidad de facturación. En las soluciones digitales dependientes de la instalación de algún dispositivo en campo, la unidad de facturación suele estar basada en el número de dispositivos instalados. Por ejemplo, el precio de suscripción de sensorica suele estar relacionado con el número de dispositivos. En cambio, cuando el servicio no tiene una parte física cuantificable en campo, la facturación se suele basar en el número de hectáreas, como suele ser el caso en teledetección.

Por todo ello, el modelo de costes es variable dependiente no solamente de la tecnología integrada sino, también, de aspectos estratégicos, bastante intangibles, como son el nivel de compromiso y responsabilidad que asuma la empresa que explote comercialmente la solución.

4.5.- Flujo de datos e interoperabilidad

Los datos que manejar en la digitalización del regadío incluyen algunas capas que sólo será necesario actualizar ocasionalmente (p.ej. el trazado de infraestructuras), otras que se deberán actualizar anualmente (p.ej. distribución cultivos en la presente campaña de riego) y otras que podrían actualizarse con muy alta frecuencia (p.ej. peticiones de riego, datos procedentes de sensores).

Este flujo de datos puede beneficiarse de la posible entrada de conjuntos de datos ya preparados desde otros sistemas. Igualmente, la información manejada por nuestro sistema puede ser de gran interés como entrada a otros sistemas. Por ello es muy conveniente considerar la interoperabilidad entre sistemas informáticos como un requerimiento habitual en el contexto de la digitalización del regadío.

Como referencias de interoperabilidad en el ámbito del riego, la **norma nacional UNE 318002-3 "Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad"** fue publicada en el año 2021 y ya se está aplicando en los sistemas de telecontrol que se instalan en la actualidad en España. Posteriormente, a nivel internacional, en 2024 se publicó la **norma ISO 21622-3:2024 Irrigation techniques — Remote monitoring and control for irrigation** <https://www.iso.org/standard/76901.html>

El objeto de esta norma de interoperabilidad es establecer los requisitos mínimos de estructura de datos para la transmisión de datos entre los diferentes equipos, dispositivos y sensores que se puedan instalar en una red de riego, aunque estos sean de diferentes empresas o utilicen softwares distintos, haciendo factible una agricultura digital.