

Informe de la Jornada técnica

Resultados de la revisión de las dotaciones de riego para el plan hidrológico del cuarto ciclo (2028-2033)

26 de septiembre de 2024

Confederación Hidrográfica del Ebro O.A.



Índice

1	Introducción.....	1
2	Resumen de la Jornada	1
2.1	Presentación. Comisaria de Aguas de la CHE.....	1
2.2	Ponencia sobre la metodología aplicada	3
2.3	Ponencia sobre los resultados obtenidos	3
2.4	Comentarios y aportaciones de los participantes.....	3
2.4.1	Alfonso Barreras, Presidente de ASAFRE	4
2.4.2	José Cavero Campo, Investigador EEAD-CSIC.....	4
2.4.3	Ángel Mateo, C.R. Campo de Berbinzana.....	6
2.4.4	Jose Albiac Murillo, Universidad de Zaragoza	7
2.4.5	José Luis Pérez, presidente de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña	8
2.4.6	José Ángel Subirá Ríos, Presidente de la Comunidad de Regantes Término de Almozara	9
2.4.7	Jesús María Embún, Vicepresidente del Canal Imperial de Aragón.....	10
2.4.8	Xavier Díaz, Director General de la Comunidad General de Regantes de los Canales de Urgell	10
2.4.9	Miguel Ángel Garcia Vera, Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHE	11
2.4.10	Teresa Carceller, Jefa del Área de Planes y Estudios de la OPH.....	13
2.4.11	José Luis Pérez, Canal de Aragón y Cataluña.....	13
2.4.12	Alfonso Barreras, Presidente de ASAFRE	13
2.4.13	Miguel Garcia Vera, Jefe de la Oficina de Planificación de la CHE	13
2.4.14	Aportaciones y preguntas recibida por el chat durante la reunión	13
2.4.15	Aportaciones y preguntas recibida por correo electrónico con posterioridad a la reunión..	14

Índice de Apéndices

- APÉNDICE 1** Presentación sobre la Metodología aplicada. Víctor Pinilla (HEYMO)
- APÉNDICE 1** Presentación de los resultados obtenidos. M^a Teresa Carceller Layel (Jefa del Área de Planes y Estudios de la CHE)

1 Introducción

El jueves 26 de septiembre de 2024 se celebra en la sede de la Confederación Hidrográfica del Ebro la jornada titulada “**Resultados de la revisión de las dotaciones de riego para el plan hidrológico del cuarto ciclo (2028-2033)**”, en formato mixto: presencial y telemático.

El trabajo técnico se inició en enero de 2023 y el 15 de mayo del mismo año se realizó la presentación pública del planteamiento metodológico en una jornada análoga a esta. Se ha realizado de forma transparente y participativa, contando con representantes del sector del regadío de la cuenca del Ebro, de las administraciones agrícolas, la universidad y la investigación.

Las nuevas dotaciones calculadas serán sometidas a los diversos procesos de participación pública del nuevo plan hidrológico, que deberá ser aprobado en 2027.

La jornada fue grabada en su totalidad, previa información a los asistentes, y se encuentra disponible en la web de la Confederación Hidrográfica del Ebro: [Grabación jornada resultados de la actualización de las dotaciones de riego para la Planificación Hidrológica](#).

Comenzó con la presentación por parte de la Comisaria de Aguas, Miriam Pardos Duque, y contó con la asistencia de 168 personas, de las cuales 50 asistieron de forma presencial.

Este informe integra las intervenciones y la respuesta a todas ellas, tanto las realizadas a lo largo del acto como las recibidas en los días posteriores.

2 Resumen de la Jornada

La jornada fue moderada por Javier Salomó Alastuey (Jefe de Sección del Área de Participación de la OPH).

La agenda fue la siguiente:

1. 12:00 a 12:10 horas: Presentación. Miriam Pardos Duque, Comisaria de Aguas de la CHE.
2. 12:10 a 12:45 horas: Metodología aplicada. Víctor Pinilla (Jefe de Proyecto en HEYMO ingeniería).
3. 12:45-13:00: Presentación de los resultados obtenidos. Teresa Carceller Layel (Jefa de Área de Planes y Estudios de la OPH de la CHE).
4. 13:00 a 14:00 horas: Debate, comentarios y aportaciones de los participantes.

2.1 Presentación. Comisaria de Aguas de la CHE

La Comisaria de Aguas, Miriam Pardos Duque, comienza su intervención agradeciendo a los participantes su asistencia. Miriam Pardos Duque acude en representación del Presidente de la Confederación Hidrográfica del Ebro, Carlos Arrazola Martínez, que, por indicación del artículo 9.3 del RD 984/1989, por el que se determina la estructura orgánica dependiente de la Presidencia de las Confederaciones Hidrográficas, establece que, en caso de ausencia del Presidente, será sustituido por la Comisaria de Aguas. La Comisaria de Aguas señala que el Presidente no ha podido asistir por los compromisos de su cargo, a pesar de que hubiera querido estar presente en la jornada.

La Comisaria de Aguas presenta la sesión destacando la importancia de la misma de cara a la elaboración del plan hidrológico del cuarto ciclo. En esta sesión se presenta la revisión y adaptación de las dotaciones

de riego recogidas en la planificación hidrológica, en función del mejor conocimiento científico-técnico disponible. La planificación hidrológica evoluciona con la sociedad y las decisiones del pasado se revisan para ser ajustadas a cada momento. En consecuencia, los planes hidrológicos deben ser revisados cada 6 años.

El plan hidrológico vigente entró en vigor en febrero de 2023. Sin embargo, las dotaciones de riego que están recogidas en este plan son las mismas que las del plan de 1998, ya que no se han modificado en ningún plan hidrológico desde entonces. Estas dotaciones proceden de un estudio realizado en 1993, el cual fue muy novedoso en su momento, y aportó una referencia incuestionable para el desarrollo de la cuenca del Ebro. Con estas dotaciones se han planificado importantes proyectos de nuevos regadíos y de regulaciones, muchos ya terminados, o algunos de ellos en ejecución. Pero la realidad de los regadíos ha cambiado en estos últimos 30 años. En la cuenca del Ebro se ha pasado de tener tecnificado el 35% de la superficie del regadío hace 20 años (2004) al 58% en el 2022. Es decir, un incremento de superficie modernizada del 23 % en 18 años. Esto ha supuesto un cambio radical de los sistemas de riego.

También se ha producido una evolución muy importante de los tipos de cultivo y de las técnicas de cultivo, además de la evolución de las propias series meteorológicas en un contexto de cambio climático. Por otro lado, se comprueba que las dotaciones de los cultivos de la cuenca del Ebro, en comparación con las utilizadas en otros planes hidrológicos españoles, son más altas. Además, los suministros reales para regadío en la cuenca estaban por encima de las dotaciones objetivo establecidas en el plan hidrológico en algunos de los grandes sistemas de riego.

Todo ello animó a que una de las medidas del plan hidrológico vigente fuese la revisión de las dotaciones de riego para ser tenida en cuenta en el plan hidrológico del siguiente ciclo. En consecuencia, con aquella previsión del plan, lo que se presenta es el resultado de casi dos años de trabajo intenso de un estudio dirigido por la Oficina de Planificación Hidrológica (OPH) y realizado con la empresa HEYMO Ingeniería.

Este trabajo se ha querido realizar de una forma participativa. Para ello el propio pliego de prescripciones técnicas del trabajo fue sometido a valoración de diversas entidades vinculadas con el sector agrícola de la cuenca del Ebro. Una vez iniciado el trabajo y tras una primera fase de recopilación de antecedentes, se celebró una jornada el **15 de mayo de 2023**, en la que se presentaron los análisis realizados y la propuesta metodológica a seguir. Con las sugerencias aportadas en esta jornada se han realizado los trabajos. Considerando los numerosos contactos con los representantes de los regantes de la cuenca del Ebro, que siempre han defendido a su sector y mostrado los lógicos recelos y preocupación por las implicaciones de los resultados de este trabajo. Con esta jornada, se presentan los resultados preliminares antes de la finalización definitiva del estudio.

Ahora queda por delante todo el proceso de elaboración del plan hidrológico del cuarto ciclo, el cual se divide en tres fases: Documentos Iniciales, Esquema de Temas Importantes y borrador del Plan Hidrológico. Cada una de estas fases presentan un periodo de 6 meses de consulta pública, que se celebrarán entre enero y junio de los años 2025, 2026 y 2027. El proceso finalizará con la previsible aprobación del plan hidrológico en diciembre de 2027, que planificará para el horizonte 2028-2033, y que contendrá estas nuevas dotaciones objetivo de los regadíos de la cuenca del Ebro.

La cuenca del Ebro tiene una clara vocación agropecuaria. El 95 % del consumo del agua se dedica al regadío, por tanto, la cuenca tiene que hacer un esfuerzo mayor en la gestión sostenible de este regadío,

mostrando su compromiso con la sostenibilidad, que debe ser la marca de identidad de nuestros productos y servicios.

Esta revisión de las dotaciones para la planificación hidrológica incorpora las nuevas eficiencias y series de datos meteorológicos y de cultivos actualizados, además de nuevas informaciones hidrológicas y agronómicas actualmente disponibles. El resultado nace con el objetivo de mostrar a la ciudadanía que la cuenca del Ebro asume una reducción de las dotaciones objetivo en la planificación hidrológica motivada por la gestión más eficiente de sus regadíos. Esta gestión es un resultado del claro esfuerzo económico y social del sector agrícola y de las administraciones que han apostado recursos públicos para impulsar este esfuerzo de modernización. Además, el trabajo analiza escenarios bajo las hipótesis del cambio climático en 2045 y en 2070-2100. También aporta una cantidad ingente de datos de dotaciones por cultivos y comarcas que mejoran sustancialmente la información actualmente recogida en el plan hidrológico.

Con estas nuevas dotaciones objetivo, y una vez aprobado el plan hidrológico, la OPH elaborará los informes de compatibilidad con el Plan en los procedimientos de las nuevas concesiones o modificación de las concesiones existentes. Es, por tanto, un trabajo de base imprescindible y necesario para hacer un plan hidrológico riguroso y actualizado. Espero que valoréis el trabajo realizado en estos mismos términos.

2.2 Ponencia sobre la metodología aplicada

La jornada continua con la presentación técnica de Víctor Pinilla, Jefe del proyecto en HEYMO Ingeniería, sobre la metodología aplicada todas las fases del estudio. Esta presentación se recoge en el Apéndice 1 a este informe.

2.3 Ponencia sobre los resultados obtenidos

Enlazando directamente con la presentación sobre la metodología utilizada, Teresa Carceller Layel, Jefa del Área de Planes y Estudios de la OPH de la CHE, presentó los resultados obtenidos en el estudio centrados en 3 objetivos fundamentales:

- Cálculo actualizado de las dotaciones objetivo para riego según cultivo y comarca agraria.
- Dotaciones en la toma de los principales canales de riego.
- Incertidumbre y evaluación del efecto del cambio climático en las dotaciones.

En el Apéndice 2 a este informe puede consultarse dicha presentación.

2.4 Comentarios y aportaciones de los participantes

A continuación, intervinieron interesados presentes en la sala o en conexión a los que se dio una respuesta, en el tiempo disponible, por parte de los miembros de la mesa. En todo caso en este informe se han agregado contestaciones detalladas a cada aportación con la finalidad de incrementar la transparencia. Intervinieron por este orden las siguientes personas:

1. Alfonso Barreras, Presidente de ASAFRE.
2. José Cavero Campo, CSIC.
3. Ángel Mateo, C.R. Campo de Berbinzana (Tudela, Navarra).
4. Jose Albiac Murillo, Universidad de Zaragoza.
5. José Luis Pérez, presidente de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña.
6. José Ángel Subirá Ríos, Presidente de la Comunidad de Regantes Término de Almozara (Zaragoza).

7. Jesús María Embún, Vicepresidente del Canal Imperial de Aragón.
8. Xavier Díaz, Director General de la Comunidad General de Regantes de los Canales de Urgell.
9. Miguel Ángel García Vera, Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHE.
10. Teresa Carceller, Jefa del Área de Planes y Estudios de la OPH.
11. Alfonso Barreras, Presidente de ASAFRE.
12. Miguel Ángel García Vera, Jefe de la Oficina de Planificación de la CHE

A continuación, se incluyen las aportaciones recibidas por el chat junto con la respuesta consecuente.

- Canal Imperial de Aragón.
- Adela Hernández, Riegos del Alto Aragón.
- José Cavero Campo, EEAD-CSIC.
- Luís Tirado.

Para finalizar se transcriben los comentarios de Gorka Landeras (NEIKER), recibidos a través de correo electrónico el 30 de septiembre, añadiendo las oportunas respuestas.

También se adjunta el documento remitido por el Partenariado del Agua del Ebro-Aragón recibido por correo electrónico el 5 de diciembre por lo que no ha podido ser respondido expresamente.

2.4.1 Alfonso Barreras, Presidente de ASAFRE

1. Pregunta qué ofrece el Organismo de Cuenca a los agricultores y ganaderos y qué medidas presupuestarias se están adoptando para prevenir las riadas del río Ebro y afluentes.
2. También pregunta sobre la calidad de agua que entra por las tomas.
3. Por último, pregunta qué ofrece el Organismo de Cuenca respecto al cambio climático.

RESPUESTA

No se da una respuesta específica por entenderse que las cuestiones planteadas no son objeto del tema tratado en la jornada.

2.4.2 José Cavero Campo, Investigador EEAD-CSIC

Varias cuestiones a cerca de los Anejos 6 y 7 del trabajo*.

1. En primer lugar, indica que, con la dotación sobre la que se hace el cálculo, en 2 de cada 10 años no se cubrirán las necesidades de los cultivos y comenta que sin el Apéndice 6.6 (que no encuentra publicado) resulta difícil evaluar la diferencia entre el percentil 80 y 95.
2. Respecto a la textura del suelo, la variabilidad tanto en textura como en profundidad es muy alta, por lo resalta que hay que utilizar con cautela el balance de agua para establecer las necesidades de riego. Comenta que en la figura 3 del Anejo 6 hay un error en los valores de diferencia entre capacidad de campo y punto de marchitez, con valores mayores a 0,17, sobre todo teniendo en cuenta que en el trabajo se indica que la mayoría de los suelos son de tipo franco y en estos nunca se obtiene un valor mayor a 0,15. Indica que este dato es importante en el cálculo del balance de

* Se tienen en cuenta y se incluyen algunas matizaciones realizadas por el Dr Cavero mediante correo electrónico de fecha 1 de octubre de 2024.

agua ya que el agua disponible en el suelo para los cultivos depende del valor de FC-WP y de la profundidad del suelo y de las raíces. También indica que no ha encontrado el valor de profundidad para hacer los cálculos. Señala además que, salvo que el suelo tenga una profundidad menor de 1 m, en general se considera que debe establecerse 1 metro como profundidad máxima de las raíces en condiciones de regadío para calcular las necesidades. El Apéndice 6.5 tampoco aparece publicado. Convendría añadir una tabla con los valores de ADT y AFA utilizados en cada cultivo y suelo.

3. En la página 24 del Anejo 6 se indica que: “En el mes inicial de la simulación se supone un déficit de humedad del suelo máximo. En los meses en los que el coeficiente de cultivo K_c es cero no se aplica riego, sin embargo, se ha considerado un valor de 0,3 y un valor de agua evaporable total de (AET) de 100 mm en estos meses como ajuste a la posible vegetación residual en estos periodos.” Estos 100 mm entiendo que son para el periodo total sin cultivo. Cuando se utiliza el balance de agua hay que tener cuidado porque una sobrestimación de la contribución del agua de lluvia (por considerar una excesiva capacidad de almacenamiento de agua del suelo) o una infraestimación de la evapotranspiración en los periodos sin cultivo puede llevar a unas necesidades de riego menores de las reales.
4. Por último, señala que las dotaciones de los grandes sistemas de riego están muy condicionadas por valores del pasado de la distribución de cultivos (más demandantes de agua o menos) y de las eficiencias.

RESPUESTA

Se responde a cada uno de los comentarios por separado:

1. Los apéndices que son muy voluminosos no están incluidos al final de los anejos, como se indica en una nota en el índice de cada uno de ellos, sino que se han publicado en un libro Excel que facilita su mejor consulta. Este Excel estaba disponible junto al resto de documentación. La elección del percentil 80% de las necesidades anuales de riego de la serie 1980/81 a 2017/18 como valor de las dotaciones objetivo de riego se considera adecuada, tal y como viene siendo habitual desde los primeros planes hidrológicos realizados desde la aprobación de la Ley de Aguas de 1985. Téngase en cuenta los dos usos fundamentales de las dotaciones objetivo. En primer lugar, su utilización para establecer las demandas del regadío que serán utilizadas en los modelos numéricos de simulación de recursos-infraestructuras-demandas para la asignación de recursos. La Instrucción de Planificación Hidrológica señala las garantías con la que deben ser atendidas cada una de las demandas y la elección de una demanda con el nivel de exigencia del percentil 80% resulta adecuada a este procedimiento. En segundo lugar, está su utilización como referencia en el proceso de otorgamiento de derechos de agua, cuestión para la que también se considera un nivel de compromiso adecuado entre el demandante del derecho y el resto de los usos actuales y futuros de la cuenca.
2. Los valores de las dotaciones objetivo deben ser una referencia general basada en la realidad de la cuenca, sin dejar de lado la perspectiva de la planificación hidrológica. En consecuencia, debe aclararse que los valores de capacidad de campo (FC) y punto de marchitez (WP) y más precisamente de su diferencia (FC-WP), que es la que condiciona la cantidad de agua disponible en el suelo, se han considerado en el rango alto de los valores indicados por Riego y Drenaje 56 de FAO, lo cual aumenta la capacidad del suelo y en consecuencia disminuiría la dotación evaluada por balance. Por el contrario, la profundidad del suelo se relaciona con la profundidad de raíces

en cada momento de cada cultivo, cuyos valores máximos, en general, se encuentra en la zona inferior del rango señalado por la citada publicación de FAO, lo que actúa en sentido contrario, aumentando el valor de las dotaciones. El valor de capacidad del suelo que realmente repercute en el balance es la diferencia entre punto de marchitez con la capacidad de campo y la profundidad de suelo considerada, de modo que es la combinación de ambos valores lo que debe ajustarse. Así y tal y como se indica en el documento, resulta muy importante la validación de los valores de dotación obtenidos con los datos registrado en parcelas adecuadamente regadas, para diferentes cultivos y situadas en distintas comarcas, cuestión abordada en el Anejo 8 del trabajo. En la validación se han ajustado las profundidades de raíces máximas cuando así lo han aconsejado los datos reales de dotaciones aplicadas en parcela disponibles. Para remarcar este importante aspecto se añade en la versión final del documento, un párrafo sobre esta cuestión en el apartado 3.1.4. “Balance de humedad y determinación de las necesidades de riego” del Anejo 6.

Como comprobación adicional se ha realizado un análisis completo de la repercusión que tendría cambiar los valores de la diferencia FC-WP y se obtienen, sin alteración de ninguna otra variable, modificaciones en las dotaciones muy reducidas. Este análisis se añadirá a los análisis de sensibilidad del Anejo 9 en la versión final del documento.

Se aclara que para el balance se ha tomado la profundidad de suelo que corresponde a la profundidad de raíces tal y como se describe en el apartado 3.1.1. del Anejo 6. No se considera adecuado limitar la profundidad de raíces a 1 metro como máximo, si bien es cierto que los casos de tamaños mayores a ese valor se dan únicamente en unas pocas herbáceas y en algunas leñosas, siempre atendiendo a los rangos de validez establecidos en Riego y Drenaje 56, FAO 2006, y con un buen resultado en la validación a los datos experimentales.

No se considera adecuado extraer de forma expresa los datos de ADT ya que se deducen directamente de los ya presentados, y en el caso de AFA, atendiendo a la metodología aplicada son ligeramente variables mes a mes dado que dependen en parte del valor de ET_c en cada mes.

3. Debe tenerse en cuenta que todas estas premisas aplicadas en las épocas sin riego (déficit de humedad en el mes previo al comienzo del balance = valor máximo; $K_c=0,3$; $AET=100$ mm) están del lado de la seguridad en el sentido de contemplar situaciones de alta demanda para las necesidades de riego.
4. En el cálculo de las dotaciones brutas asignadas a los grandes sistemas de riego se han tenido en cuenta los cultivos actuales, especialmente a través de los datos detallados a nivel de parcela obtenidos con base en el SIGPAC-2022. Sin embargo, conscientes de la limitación que supondría considerar este patrón fijo para el futuro de la planificación, y desde un punto de vista que permita un ajuste hacia otros cultivos, estas distribuciones se han modificado, en general, hacia otras más demandantes atendiendo a la realidad previsible en cada sistema.

2.4.3 Ángel Mateo, C.R. Campo de Berbinzana

1. Indica que, respecto a los datos del Canal de Navarra, la fase I es completamente distinta a la fase II del Canal de Navarra, por lo que los datos de la fase I del Canal de Navarra no sirven para la Ribera de Navarra porque hay pueblos en la montaña que no necesitan el agua del Canal.
2. Pregunta qué se considera modernización de regadíos.

3. Pregunta que si para la evapotranspiración se ha considerado la que se produce en los montes que están sin limpiar, porque si no se produjese iría más agua a los ríos, por lo cual pregunta si se ha considerado en el trabajo.
4. También indica que son necesarias labores de limpieza en el Ebro que no se pueden realizar por los agricultores.
5. Por último, indica que en la localidad de Cabanillas se está haciendo un canalón paralelo al Ebro para que los peces de la presa de aguas abajo del Bocal puedan subir a la de aguas arriba del Bocal, sin embargo, indica que en ambas presas hay unos puertos por donde pueden pasar los peces, y, además, ¿qué peces pasarán, los esturiones o los siluros?

RESPUESTA

1. Efectivamente se han tenido en cuenta las distintas características que tienen las fases del canal de Navarra, incluso se ha dispuesto de los datos según sector de regadío y las previsiones futuras establecidas por los regantes. Esto se materializa en que las dotaciones para cada cultivo se establecen, no para toda la zona regable en conjunto, sino de forma específica para cada comarca agraria existente dentro de la zona regable. Este procedimiento es común para todas las zonas regables en las que se han calculado nuevas dotaciones brutas.
2. Se consideran en términos de eficiencia, el riego por goteo y el riego por aspersión.
3. No se ha considerado específicamente, el trabajo es a escala de cuenca.
4. Se entiende que lo indicado no es objeto del tema de la jornada
5. Se entiende que lo indicado no es objeto del tema de la jornada

2.4.4 Jose Albiac Murillo, Universidad de Zaragoza

1. Comenta que antes en el Censo Agrario se metían los sistemas de riego por municipios, pero ya no los ponen, por lo que la fuente actual es ESYRCE del Ministerio de Agricultura, donde la información es a nivel provincial. Pregunta si se han podido comparar las estimaciones de sistemas de riego a nivel provincial con las de ESYRCE.
2. Indica que es normal que en la cuenca del Ebro las dotaciones sean mucho más altas que en otras cuencas donde los sistemas de riego son mucho más modernizados con mucho más riego localizado.
3. También indica que cuanto más modernización de los sistemas de riego, menos agua hay en la cuenca porque se produce menos retorno, aprovechando la modernización para dobles cosechas y cultivos más exigente.
4. Por otro lado, pregunta si se han utilizado los datos de las antiguas 1T que hacen las comunidades autónomas y lo tiene el Ministerio donde se diferencian los cultivos en regadío y secano y se proporciona la información por municipio y cree que da algo de información sobre dobles cosechas.

RESPUESTA

1. Los datos de sistemas de riego se han obtenido del conocimiento de cada uno de las grandes zonas de riego. Así, en el caso del Canal de Navarra se cuenta con información detallada del sistema de riego utilizado por cultivo, sector y campaña; por contraposición, en otros casos, la información es muy escasa. Los datos sobre sistemas de riego facilitados por ESYRCE, que debe

recordarse que es una encuesta y no un censo, lamentablemente son tan agregados, sin ninguna diferenciación por cultivo o grupo de cultivos, que no tiene aplicabilidad práctica en nuestro caso.

2. En la cuenca del Ebro se ha pasado de tener tecnificado en el año 2004 el 35 % de la superficie del regadío, al 58 % en el 2022. Es decir, se ha producido un incremento en 18 años de superficie con regadío a presión (aspersión y goteo) del 23 %. Además, en los últimos años este esfuerzo de modernización se ha incrementado todavía más con la puesta a disposición de los fondos del Plan de Recuperación. Todavía quedan esfuerzos por realizar, ese 40 % que queda pendiente debe de seguir haciendo esfuerzos para incorporarse a la gestión del agua eficiente.
3. Efectivamente es así, es una realidad.
4. Se han revisado los datos disponibles en la estadística agraria de todas las comunidades autónomas con territorio en el Ebro y las de la Administración central. La mayor parte de la información a este respecto se ha obtenido del anuario del MAPA y muy especialmente del SIGPAC, que aporta información de cada cultivo en regadío a nivel de parcela identificando el polígono exacto. La información sobre dobles cosechas, salvo en alguna zona regable con datos publicados, se ha obtenido por encuesta directa. Para trabajos futuros se analizará la aplicabilidad de los datos de dobles cosechas que puedan recogerse en las hojas 1T municipales, aunque sólo evalúa para cada municipio la superficie regada divididas en tres conceptos: 1ª ocupación, ocupaciones posteriores y ocupaciones asociadas.

2.4.5 José Luis Pérez, presidente de la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña

1. Expone que la reducción de los derechos de riego es un tema muy importante y sensible. Indica que, expresando el acuerdo de la Federación de Comunidades de Regantes del Ebro, no están de acuerdo en la reducción de las concesiones de riego, que pueden limitar el futuro de los regantes teniendo en cuenta, además, el largo periodo que lleva su actualización (más de 20 años desde la última actualización), lo que requería propuestas de dotaciones a futuro.
2. Indica que la realidad actual en el Ebro la componen dos modos de regadío distintos: las zonas de riego tradicional, cautivos al riego por inundación, que por sus características no se pueden modernizar, salvo tal vez sus canales, pero nunca a nivel de parcela; y por otro lado las zonas susceptibles de modernización. Por lo que pregunta, si se ha tenido en cuenta esta diferenciación, señalando como paradójico que, al Canal Imperial de Aragón, sin posibilidad de modernización, se le proponga una reducción de más del 15%, y, sin embargo, al Canal de Aragón y Cataluña, en modernización y susceptible de modernización, se le aplica un 12,4% de reducción, por lo que solicita que se revise, este aspecto que considera un error manifiesto.
3. Indica que de la dotación objetivo para el Canal de Aragón y Cataluña (8.238 m³/ha/año) no sirve solo a la agricultura, si no que se destina también a otros usos (abastecimiento, industria, ganadería, etc.), y solicita que se indique claramente la dotación para cada uso.
4. Declara su pesimismo en cuanto a la periodicidad de la actualización de las concesiones, lo que unido a los rápidos procesos de cambio que algunas zonas regables deben aplicar, puede limitar su evaluación.
5. Finalmente señala ¿Van ustedes a imponer estas dotaciones objetivo sin tener en cuenta la diferenciación entre zonas modernizables y no modernizables? Recalca la importancia de tener una buena comunicación entre las partes interesadas para llegar a un objetivo beneficioso para todos.

RESPUESTA

1. Las dotaciones resultantes del trabajo realizado se proponen para su utilización en la planificación hidrológica de cuarto ciclo pero no afectarán al derecho concesional vigente, puesto que las concesiones se respetarán dentro de su plazo concesional. Únicamente se aplicarán en los cálculos del plan hidrológico en los horizontes correspondientes y también para las nuevas concesiones y la ampliación de las existentes.
2. Efectivamente somos conscientes de esa diferencia y se ha tomado en consideración en lo referente a las eficiencias globales de cada sistema. Las eficiencias en el canal, en la distribución y las asociadas al método de aplicación del agua en parcela se han considerado específicamente para cada zona y cultivo. Aún así en estas zonas tradicionales la dotación calculada hasta ahora consideramos que estaba sobreestimada, cuestión que se ve refrendada, en sus líneas generales, por los datos de uso global registrado en las tomas de los canales. Además de que no debe renunciarse a actuaciones que generen ahorro en estas zonas tradicionales que debe particularizarse en cada caso.
3. El trabajo de revisión de dotaciones se centra únicamente en la de riego, no obstante, en los cálculos realizados para los diferentes Canales de riego se han descontado los volúmenes destinados a abastecimiento o industria si éste era significativo.
4. No entramos a valorar ese aspecto, la periodicidad de actualización de las concesiones deriva de la aplicación de la normativa vigente. Es importante, en todo caso, tener en cuenta lo dicho en respuesta al primer apartado.
5. Como en todos los trabajos de planificación mantenemos el compromiso de transparencia, diálogo, participación activa. Para esta revisión de dotaciones se ha hecho con un estudio en el que se siguió una metodología participativa desde el principio (el borrador de pliego, la propuesta metodológica, primeros resultados, etc) y se ha sido totalmente transparente, se recogió como medida en el programa de medidas del plan vigente para realizarlo de forma anticipada a la revisión de cuarto ciclo y así lo hemos hecho. Hasta su implantación en el Plan Hidrológico 2028-2027 queda un camino que recorrer que permitirá incorporar mejoras y ajustes.

2.4.6 José Ángel Subirá Ríos, Presidente de la Comunidad de Regantes Término de Almozara

1. Indica que, en una comunidad de regantes como la que él representa, de huerta tradicional, la aplicación del presente estudio le genera dudas, ya que interpreta que la aplicación se realiza según una dotación media por comarca, lo que requeriría un riego a demanda de cada cultivo que no es factible.
2. En relación con la eficiencia por gravedad del 72%, que entiende que es un dato técnico, considera que habría que introducir algún tipo de corrección por tamaño de parcela o, incluso, pendiente. Faltaría detalle en este tipo de comunidades.
3. Añade que, de la misma forma que se limitan las dotaciones máximas en situaciones de sequía, también habría que tener flexibilidad al alza cuando hay mayor disponibilidad de agua.
4. Considera que estas dotaciones no van a permitir la adaptación a diferentes cultivos de las zonas regables a otros cultivos.

RESPUESTA

1. En el trabajo se consideran dotaciones netas específicas por cultivo para cada comarca agraria porque esto nos es necesario para el análisis de la compatibilidad que hacemos para las concesiones que se solicitan a Comisaría. En el caso de los grandes sistemas de riego se ha considerado la dotación media resultante teniendo en cuenta el patrón de cultivos que se obtiene de la estadística agraria.
2. El dato de eficiencia global que hemos considerado para este canal es del 61,2%. La eficiencia global incluye las eficiencias de conducción, distribución y método de aplicación de cada cultivo.
3. La gestión de las sequías corresponde al Plan especial de Sequías del Ebro y los prorrateos en las dotaciones se tratan y establecen en el marco de los órganos colegiados. Las dotaciones propuestas están diseñadas con la intención de no ser un factor que limite a la producción.
4. Entendemos que el establecimiento de nuevos cultivos puede deberse a multitud de factores. En todo caso, en los grandes sistemas de riego, se han introducido correcciones sobre los cultivos registrados en la estadística agraria, considerando un cierto aumento en los más demandantes, con la finalidad de atender ciertas posibles modificaciones de los cultivos en el futuro.

2.4.7 Jesús María Embún, Vicepresidente del Canal Imperial de Aragón

1. Indica, en relación con los datos de agua servida mostrados por Teresa, que en el Canal Imperial de Aragón llevan tres años con el embalse bajo y los regantes han limitado el riego y las segundas cosechas (sólo un 15%). Por lo que en los datos de consumo del Canal hay que tener en cuenta que se ha regado menos porque no se han podido poner segundas cosechas, a pesar de que estas son necesarias.

RESPUESTA

1. Los datos utilizados respecto a la demanda servida a los canales se corresponden con los datos facilitados por el SAIH considerando la media de los últimos 5 años correspondiente al periodo 2016/17 al 2020/21. No hemos considerado el 2022 por no ser representativo debido a los efectos de la sequía en línea con lo que se indica.

2.4.8 Xavier Díaz, Director General de la Comunidad General de Regantes de los Canales de Urgell

1. Agradece al equipo técnico de planificación la comunicación previa de la información y el haberles podido presentar su propio estudio de necesidades hídricas, realizado por sus ingenieros agrónomos. La propuesta de reducción de la Oficina de Planificación para los Canales de Urgell es de más de un 15%, que no corresponden con las conclusiones del estudio previamente mencionado, en el que con las dotaciones actuales en un año normal apenas se cubren las necesidades hídricas, y en un año seco no alcanza. Además, la tendencia es que los años secos sean más habituales. Por otro lado, en los Canales de Urgell se ha modernizado por iniciativa privada sólo un 11% de la superficie de riego en 25 años, siendo el resto un riego tradicional por inundación, por lo que la realidad del regadío no ha cambiado significativamente respecto a la que existía cuando se realizó el estudio histórico de dotaciones, pero si la tendencia a tener cada vez temperaturas más altas, más evapotranspiración y menos aportaciones de lluvia y más irregulares. Señala que para garantizar la sostenibilidad económica de las explotaciones agrarias

necesitan como mínimo mantener las concesiones, porque en caso contrario se producirá un abandono y desalojo del campo, que es precisamente lo que se quiere evitar.

2. Por otro lado, entiende que, para un riego sostenible, si se puede, se debe modernizar. Por eso están llevando a cabo obras de modernización junto con el Gobierno de Cataluña (tres embalses para la regulación de futuros sectores y mejora de la red en alta). En todo caso, señala que el proceso correcto sería establecer un plan de dotaciones menores a medida que se moderniza, pero si se hace al revés indica que la reducción de las concesiones va en perjuicio de todas las explotaciones agrarias de su zona regable.

RESPUESTA

Las dotaciones resultantes del trabajo se proponen para su consideración en el cuarto ciclo de planificación hidrológica y, no afectarán al derecho concesional vigente puesto que las concesiones se respetarán dentro de su plazo concesional. Únicamente se aplicarán en los cálculos de dicho plan hidrológico en los horizontes correspondientes y también para las nuevas concesiones y la ampliación de las existentes.

En el trabajo, se ha realizado el análisis de los efectos del cambio climático que se recogen en un apartado específico.

2.4.9 Miguel Ángel García Vera, Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHE

En primer lugar, agradece las aportaciones de los asistentes. Indica que lo presentado en la jornada no es un punto final y que queda un recorrido por delante. Así, en los documentos iniciales, que serán el inicio del camino de la planificación, que saldrán previsiblemente a consulta pública en diciembre de 2024, se incluirá un anejo con estos resultados dentro de la caracterización de la demarcación, de modo que todas las aportaciones e inquietudes se puedan hacer durante todo el proceso de planificación. Este trabajo tendrá el objetivo de poder ir encajando todas las aportaciones, dudas e inquietudes que se han ido manifestando en la jornada y que se podrán seguir aportando, para que el trabajo sea transparente y con el ánimo de escuchar y buscar soluciones conjuntas.

Pone de manifiesto que el sector y sus representantes están comprometidos con sus agricultores y expresan cautela y preocupación. También es cierto que tenemos un reto muy importante que abordar entre todos para adoptar una medida que se espera que se dé en el Plan Hidrológico. Esta medida se canaliza a través de la propuesta concreta presentada en este trabajo, el cual está avalado en datos técnicos de mucho rigor. En cualquier caso, indica que, si hay algún dato que no esté claro, con la información actualizada en la web de la CHE, se revisará y actualizará con las aportaciones que se han recibido y las que se reciban más adelante.

Las dotaciones de 1993, que se revisaron y validaron en 2004, tenían un sesgo al alta, con unos valores en el plan hidrológico altos en comparación con otras confederaciones hidrográficas españolas. La propia evolución de la realidad hace que la revisión de esas dotaciones sea necesaria. Insiste en que cada paso que da la OPH es compartido y se quiere que así sea.

En respuesta a las dudas e inquietudes expuestas, indica que las respuestas se van a acotar al tema de la jornada, aunque señala que estará disponible por si alguien quiere tratar otros temas que se han comentado.

En cuanto al tema de cambio climático, en este trabajo se ha querido que la Confederación plantease una conclusión respecto al efecto del cambio climático en las dotaciones de agua. Y en el trabajo presentado se ha visto que se da un 7% en el horizonte 2045, mientras que en el 2100 podría ser un incremento de las dotaciones de riego del 20%, en una perspectiva a medio-largo plazo. Esto demuestra una preocupación de la planificación del Ebro en intentar adaptarse a la realidad del cambio climático, con unos valores que tienen que ayudar a gestionar ese futuro.

Es importante tener en cuenta que cada sistema de riego, y cada comunidad de regantes, tiene una realidad, que se podrían agrupar en dos bloques, como indicaba José Luis Pérez, o incluso en muchas más. Por eso es muy importante que en los procesos de participación que está habiendo, y que va a haber en el futuro, cada comunidad de regantes comparta su situación para poder analizar los aspectos más concretos.

Hay comunidades que tienen margen de mejora y esta es viable. En algunos casos lo están haciendo. Si en el Plan se dan dotaciones de riego modernizado a zonas que no lo estén se produciría una colisión, pero lo que se ha hecho es manejar un espectro de cultivos que permiten una cierta modificación a futuro y se han manejado eficiencias global bajas en los sistemas tradicionales, con valores próximos al 60% que corresponden a sistemas muy poco evolucionados. El discurso genérico de que todos los riegos tradicionales no tiene margen de mejora no es realista. El objetivo perseguido no es caprichoso, la reducción en las dotaciones que se propone se considera que es compatible con mantener la producción mejorando las eficiencias.

Por otro lado, comenta que el plan hidrológico pone dotaciones a efectos de planificación, para la asignación de recursos y para utilizarlas en sus informes de compatibilidad de cara a las nuevas concesiones y la revisión o modificación de características de las ya existentes. No se pretende hacer una revisión de las concesiones existentes para adaptarlas a las dotaciones de la planificación. Lo que se va a hacer ahora es una revisión de las dotaciones del plan porque se considera que no puede ir en el cuarto ciclo con unas dotaciones que son del año 1993, ya que es necesario adaptarlas a la situación actual.

Cuando se calcula una dotación de grandes sistemas, se quita de la parte de regadío la de abastecimiento, ganadería, industria, etc., dejándose solo lo que es regadío.

En cuanto a la eficiencia, se sabe que esta depende de muchos factores, y de alguna manera estas eficiencias se han analizado en el trabajo y se han compartido. En cualquier caso, desde la OPH se muestran abiertos a sugerencias razonadas y justificadas.

Respecto a las dotaciones y el percentil a utilizar, comenta que la instrucción dice que la garantía de los regadíos se puede incumplir el 20% de los años con un déficit determinado. Por eso se utiliza la dotación del percentil 80 en los planes. Se ha hecho así desde el principio, porque se entiende que en el 20% los años, por la propia garantía agrícola que da la Instrucción, puede haber algún tipo de déficit. Por supuesto, este valor no puede ser mayor del 50%, que es lo que dice la Instrucción que no se puede admitir. Ese es el motivo por el que se maneja a efectos de planificación el percentil 80. Manejar la dotación teórica máxima del año más seco de la serie de valores anuales supondría reducir dramáticamente la superficie que se podría regar en la cuenca del Ebro.

En cuanto al mosaico de cultivos, indica que la referencia básica ha sido el SIGPAC, que son datos que reflejan los cultivos con gran precisión a nivel de parcela. En cualquier caso, hay una cierta flexibilidad. En

el caso de los grandes sistemas, que se han analizado con detalle, se ha dado un margen al tipo de cultivos a tratar. En este sentido, se ha dialogado con los representantes de los grandes sistemas para intentar encajarlo dentro de lo razonable.

Las dotaciones serán integradas en los balances, que se compartirán con los interesados, y que tendrán un efecto en la toma de decisiones del propio Plan. Debe tenerse en cuenta que dotaciones irrealmente altas tendría efectos a futuro: limitaciones a las concesiones, menores garantías, menos posibilidad de nuevos regadíos, etc. La decisión final la tomará la CHE, después de escuchar a todos los interesados con gran atención.

2.4.10 Teresa Carceller, Jefa del Área de Planes y Estudios de la OPH

Aclara unos detalles. En una tabla de su presentación viene la media de los datos que proporciona el SAIH, donde menciona los últimos 5 años, sin considerar el 2022 por no ser representativo, pero ha faltado indicar que es del 2016 al 2021. Esto es importante porque estos últimos 3 años que son anómalos no se han considerado.

Por otra parte, indica que, en la página web de la CHE, los apéndices de los anejos están en formato Excel, no están en el texto en PDF.

2.4.11 José Luis Pérez, Canal de Aragón y Cataluña

Una pregunta adicional. ¿Qué se va a hacer con los cuantiosos hectómetros cúbicos que se van a liberar? Además, indica que, en la cuenca del Ebro, y en concreto en Aragón, quedan muchos regadíos sociales por hacer que se han paralizado. Considera congruente que se utilicen estos caudales para estas iniciativas que llevan muchos años esperando.

2.4.12 Alfonso Barreras, Presidente de ASAFRE

Cuando venía de joven la CHE era un padre para los regantes y quiere que esto siga siendo así.

2.4.13 Miguel García Vera, Jefe de la Oficina de Planificación de la CHE

En respuesta a José Luis Pérez, indica que en el Plan Hidrológico vigente se tienen previstas 63.000 hectáreas de nuevos regadíos con financiación pública. Está recogido y se está trabajando en ello. En el siguiente Plan se va a pedir a las comunidades autónomas, y departamentos de agricultura, que den sus previsiones de posibles nuevos regadíos en la cuenca del Ebro. Con la propuesta que estos organismos envíen, la CHE comprobará si lo que se propone tiene garantía de recurso de agua o no. El procedimiento en el plan es ir revisando sistema a sistema si esas nuevas propuestas tienen cabida o no respecto al agua disponible. Por lo tanto, en respuesta a la pregunta, se verá en el plan qué hacer con estos recursos. Se va a empezar a trabajar de inmediato y, además, aunque son tratamientos complicados, se hará compartiendo los análisis con todos los interesados.

Con esto se dio por clausurada la Jornada.

2.4.14 Aportaciones y preguntas recibida por el chat durante la reunión

Canal Imperial de Aragón

¿Las dotaciones que planteáis son en parcela? Significa que la eficiencia se suma al origen.

Respuesta: La dotación que se plantea para los trece grandes sistemas de riego es la dotación bruta, teniendo en cuenta las tres componentes de la eficiencia: conducción, distribución y aplicación. Correspondería a la dotación en la toma del canal. Además, en la ficha se incluyen también las dotaciones netas y en parcela para los distintos cultivos, como datos intermedios.

Al Canal Imperial se le reduce 15,29 % respecto al actual PHE pero como no estamos cumpliendo con el actual que estamos un 10 % de más, significa que hay una reducción del 25 %. Eso significa cerrar el CIA.

Adela Hernández, Riegos del Alto Aragón

¿Para asignar las dotaciones a los cultivos de los grandes sistemas también se ha seleccionado el percentil 80?

Respuesta: Las dotaciones netas de los cultivos de los grandes sistemas también corresponden con las calculadas para el percentil 80%. Es coherente mantener este percentil para las dotaciones netas como base para la determinación de las dotaciones objetivo en todos los regadíos, tanto dentro como fuera de grandes sistemas.

José Caveró Campo, EEAD-CSIC

Sin poder saber cuál es el percentil 95 y 80, no se puede saber cómo de lejos se está de las necesidades de garantía de un 95%. Ese dato del 95 aún no se ha presentado, o yo no lo he encontrado.

Respuesta: Dado el gran tamaño de los apéndices, aquellos que son más grandes se presentan en formato Excel, para facilitar su consulta y utilización. Este Excel acompaña al resto de fichero en la web.

Luís Tirado

Felicito a la CHE por comenzar a reducir dotaciones, se deberían haber comenzado hace muchos años, cuando ya se veía que la disponibilidad de agua disminuía. Pero me temo que va a ser necesario más adelante reducciones superiores y con la reducción de dotaciones debería venir acompañada la disminución de la superficie neta de regadío, que permita restaurar zonas esteparias de alto valor ecológico que se perdieron hace décadas, disminuir la contaminación difusa y poder beber de boca sin problemas de nitratos y otros contaminantes y que las zonas declaradas vulnerables dejen de existir en el futuro. Es un reto complicado y difícil pero ineludible para que el regadío en el futuro sea compatible con el medio ambiente. Ahora mismo no lo es.

Respuesta: Efectivamente en cada revisión del plan hidrológico se realiza un nuevo análisis de las aportaciones, recursos, usos-demandas, niveles de garantía, estado masas de agua, presiones, etc y en especial, una actualización de los balances de los diferentes sistemas de explotación a situación actual y futura considerando además las previsiones de efectos del cambio climático. Todo ello permite hacer propuestas respecto a los importantes aspectos que se indican.

2.4.15 Aportaciones y preguntas recibida por correo electrónico con posterioridad a la reunión

Gorka Landeras, de NEIKER

El 30 de septiembre se recibió un correo electrónico, remitido por Gorka Landeras, de NEIKER, con varios comentarios y aportaciones realizadas directamente sobre el pdf del Anejo 6 "Determinación de las

necesidades de riego de los cultivos”. A continuación, se transcriben y se da respuesta a todas estas aportaciones.

1. Pág. 4. Tabla 1. Valores de $K_{c\ med}$, $K_{c\ fin}$ tabulados para condiciones climática medias y $H_{c\ max}$ (*altura máxima*) *Herbáceas*. Señala que hay valores más actualizados. Ver artículos de Pereira 2020-21.
2. Pág. 7 y siguientes. Sobre la “Evaluación del coeficiente de cultivo en la fase inicial” se apuntan diversas cuestiones:
 - 2.1. Mucha precaución con este procedimiento de ajuste. Se utiliza a escalas de tiempo diarias, para realizar balances hídricos diarios. En este caso la escala de tiempo es mensual.
 - 2.2. La K_c inicial, además de la frecuencia de humedecimiento y de la ET_o , también depende de las propiedades físicas del suelo, puesto que la textura condicionará la dinámica de la evaporación directa desde el suelo, y por tanto la cantidad de agua que haya en esos primeros 10-15 cm de suelo.
 - 2.3. Al párrafo “En los cultivos leñosos la $K_{c\ ini}$ dependerá, además de la frecuencia del humedecimiento del suelo y la ET_o , de la cantidad de cobertura de gramíneas o malezas, la densidad de los árboles y la densidad del mantillo.”; se apostilla: en realidad no sólo en cultivos leñosos, sino en todo tipo de cultivos. Lo que sucede es que en leñosos estos factores son más relevantes.
 - 2.4. Esta frase de trabajo me parece clave: “La frecuencia de riegos depende del sistema de riego y de las prácticas culturales por lo que la casuística a considerar es diversa e inadecuada en un trabajo de las características del que nos ocupa.” Esta frase por sí sola justifica no utilizar este procedimiento de ajuste. Hay que tener en cuenta que, en muchas comarcas del Valle del Ebro, va a ser precisamente la aplicación del riego la que va a determinar los intervalos de humedecimiento. Si se considera que dada la variabilidad de riegos y la escala del estudio (temporal y espacial) es inmanejable tener en cuenta la frecuencia de riegos, tiene poco sentido utilizar este procedimiento, y de hecho es contraproducente al generar resultados alejados de la realidad.
 - 2.5. Error en la fórmula, debe decir. $E_{so}=1,15 ET_o$
 - 2.6. En relación con las fórmulas que calculan E_{so} , t_1 y AFE, se señala: si se está trabajando con valores de ET_o mensuales y AFE, según este procedimiento, como máximo es 7; t_1 siempre va a presentar valores muy bajos inferiores a 1 y por tanto siempre se aplicará la fórmula de abajo de $K_{c\ ini}$ y con valores de t_1 bajísimos. Otra cosa es que el valor de ET_o mensual se haya dividido entre los días del mes para obtener valores de ET_o diarios. Pero esto no se menciona en el texto. Aun así, resultaría muy forzado.
 - 2.7. ¿Por qué hasta 10 mm? De hecho, en un escenario real, es el riego el que va a condicionar este procedimiento de ajuste, y las dosis de riego suelen ser superiores a 10 mm. (Anteriormente se comenta que se excluye el riego... pero es que esto se aleja drásticamente de la realidad).
 - 2.8. En el caso de haber utilizado valores mensuales de ET_o para calcular t_1 , el supuesto de que T_w fuera menor de t_1 no se va a dar nunca.
 - 2.9. En relación con la primera fórmula que aparece en la pág. 9, se indica: el valor de ET_o es mensual (media ponderada) pero las unidades de mm/mes como resultado final, así lo interpreto leyendo el texto.

- 2.10. Al hilo de que la frecuencia de humedecimiento se ha hecho corresponder con la frecuencia de la precipitación siempre y cuando esta sea inferior a 10 días, se menciona lo siguiente: Interpreto que la frecuencia de humedecimiento (sin tener en cuenta riegos, lo cual me parece poco adecuado) se ha establecido como máximo en 10. O 10 o menos. ¿Por qué 10? Obviar los riegos en parcelas de regadío a la hora de determinar frecuencias de humedecimiento distorsiona totalmente la realidad de estas parcelas, pero aun obviando estos riegos, o suponiendo que estas parcelas fueran de secano, habría que justificar lo de los 10 días.
3. Pág. 15 y siguientes. Me parece que utilizar ajustes de riego deficitario controlado en el contexto de un estudio muy general y global de estimación de necesidades hídricas para el establecimiento de dotaciones de riego no tiene mucho sentido a no ser que se circunscriba a comarcas muy concretas (quizás sea así como se ha planteado). RDC es una técnica que se aplica a determinadas situaciones bajo supervisión técnica, que resulta de gran interés, pero que en mi opinión no debería extrapolarse como una estrategia generalizada (quizás sí a comarcas concretas) a la hora de determinar dotaciones de riego.
4. Pág. 17. En relación con el balance de humedad del suelo. Este punto es el que me suscita grandes dudas con respecto a la metodología adoptada. Lo descrito en el capítulo 8 de FAO 56 está concebido para la realización de balances hídricos diarios preferentemente realizados mediante el método del coeficiente dual. En el caso de este estudio se realizan balances hídricos mensuales, y en este contexto no le veo sentido a utilizar estos procedimientos. De hecho, me parece peligroso hacerlo, porque es algo así como utilizar fragmentos de procedimientos concebidos para una escala temporal en otra totalmente diferente. Por otra parte, el primer párrafo es una declaración de intenciones en cuanto a que se pretende asegurar que el riego evite producir ningún tipo de estrés hídrico. Establecer alcanzar AFA como objetivo del riego va justamente en sentido contrario a esa declaración de intenciones. A partir de AFA se produce riesgo de estrés. AFA es un buen indicador para determinar el momento del riego, pero no para fijar la dosis. Si lo que se quiere es evitar este riesgo de estrés el objetivo ha de ser no alcanzar (no rebasar) este nivel de déficit hídrico (AFA). Y lo que se planteará a continuación es justamente lo contrario: regar lo necesario para rellenar el suelo hasta AFA. Conceptualmente esto significa que el cultivo estará permanentemente en una situación de riesgo de estrés hídrico (si no llueve lo suficiente), a no ser que se planteen riegos diarios, lo cual tendría poco sentido.
5. Pág. 18. En relación con la dependencia de la profundidad de raíces del estado de desarrollo del cultivo, se señala: Este aspecto es también clave y condiciona los resultados. Los valores tabulados en FAO 56 de Z_{rmax} son valores en general excesivos para la realización de un balance hídrico en la mayor parte de las condiciones. Al margen de que la profundidad del suelo puede restringir estos valores, suponiendo profundidad ilimitada, la absorción de agua por parte de los sistemas radiculares no es homogénea a lo largo de todo el perfil de profundidad radicular. En general la absorción va disminuyendo con la profundidad. Este aspecto se tiene en cuenta explícitamente en FAO 66, que es una evolución de FAO 56, y que, al menos, a nivel conceptual, debería haber sido consultado en este apéndice. Con respecto a Z_{rmax} resulta recomendable aplicar un porcentaje de reducción, 0,75-0,65 Z_{rmax} . Por lo comentado con respecto al patrón de absorción de agua con la profundidad, y por no tener en cuenta la profundidad de los suelos creo que es

muy necesario aplicar esta reducción. No aplicar este porcentaje reductor puede condicionar mucho los resultados finales y alejarlos de la realidad.

6. Pág.20. ¿Las ET_c mensuales se dividen entre el número de días para estimar un valor medio del mes en mm/día? Supongo que será así porque el ajuste de p según esta fórmula no tiene sentido para valores de ET_c en mm/mes. En cualquier caso, la utilización de este enfoque en intervalos mensuales, como se ha comentado anteriormente, resulta muy dudosa.
7. Pág. 21. Se apunta a que puede haber un error en los valores de FC-WP de la figura 3, ya que están en torno a 0,17 o más y deberían estar próximos a 0,15.
8. Pág. 23. ¿La ET_{ci} no multiplica sólo al exponente 0,00095?... tal cual aparece en la fórmula parece multiplicar a todo lo que está a su izquierda.
9. Pág. 24. La estrategia de riego expresada en las ecuaciones contradice la frase que aparece debajo de ellas. No sólo el déficit hídrico no se encuentra siempre entre cero y AFA, sino que una vez que se supera AFA un mes, a no ser que la lluvia lo evite, el cultivo estará permanentemente en situación de riesgo de estrés hídrico. Esta estrategia de riego no es aceptable para la mayor parte de los casos. El objetivo de dosis de riego no debe ser que el déficit D_{ri} se iguale con AFA, sino que sea significativamente menor que AFA (si se quiere evitar el estrés hídrico). La idea sería conseguir que el déficit hídrico sea 0, es decir, regar hasta capacidad de campo (reponer totalmente la reserva de agua del suelo) o bien regar hasta reponer un cierto porcentaje de la reserva de agua del suelo, pero en cualquier caso siempre alcanzar un déficit hídrico significativamente menor que el déficit hídrico correspondiente a AFA.

Esto me parece un error conceptual grave, al menos según lo he entendido. En cualquier caso, insisto en que la metodología que se describe en el capítulo 8 de FAO 56 no está pensada para ser aplicada en este contexto caracterizado por una escala espacial y temporal que no se ajustan al contexto de este capítulo 8 de FAO 56. De hecho, estrictamente hablando, al adoptar esta metodología se debería haber minorado la ET_c con un coeficiente de estrés K_s , ya que esta metodología del capítulo 8 está concebida precisamente para esto, es decir, para estimar la ET_c en condiciones no óptimas (estrés hídrico), pero claro, en una escala de balance hídrico diaria, no mensual

RESPUESTA

Se responde a cada uno de los comentarios por separado:

1. El artículo Pereira, L.S. et al. (2021). Standard single and basal crop coefficients for vegetable crops, an update of FAO56 crop water requirements approach. Agricultural Water Management 243; fue analizado durante la fase de elaboración del trabajo, como lo denota su inclusión entre la bibliografía consultada. Sin embargo, en la mayor parte de los casos de K_c de mediados y finales tratados en el artículo se corrobora la bondad de los valores propuestos por FAO en 2006 y en los casos en los que se apuntan modificaciones estas son en casi todos los cultivos menores a $\pm 0,05$. Por esta razón no se consideró incluir estas pequeñas modificaciones ya que la repercusión es mínima. Esta aclaración se incluirá, adicionalmente, en la versión definitiva del Anejo 6.
- 2.1. Este procedimiento de ajuste de las K_c del periodo inicial realizado para su uso posterior en un balance mensual ya fue aplicado de la misma manera a la que ahora se utiliza en el estudio desarrollado por el CSIC en 2004 y que es el precedente directo de este. Consideramos que este procedimiento, propuesto por FAO (2006), es aplicable a escala mensual. Aunque en trabajos de detalle puede considerarse que es adecuada la escala diaria, es importante tener

- en cuenta la magnitud de este estudio de revisión de dotaciones. Se está trabajando con 85.000 km² y con todos los cultivos que se desarrollan en el territorio, por lo que considerar una escala diaria no permitiría llegar a los fines perseguidos en el trabajo. Se considera, tal y como se ha venido haciendo anteriormente, que la escala mensual resulta aceptable para el nivel de conclusiones que se persigue.
- 2.2. Se incluye en el texto la referencia a que la K_c inicial también está condicionada por las características del suelo.
 - 2.3. Se ajusta el párrafo para mayor claridad: “En los cultivos, y muy especialmente en los leñosos, la $K_{c\ ini}$ dependerá, además de la frecuencia del humedecimiento del suelo y la ET_0 , de la cantidad de cobertura de gramíneas o malezas, la densidad de plantas y la densidad del mantillo.”
 - 2.4. El cálculo realizado ha tenido en cuenta la frecuencia media de los episodios de humedecimiento dependientes de la lluvia diaria. El valor obtenido es el que se ha aplicado, pero considerando un valor máximo de 10 días, para no reducir artificialmente los valores de K_c inicial. Esto resulta equivalente a decir que si no se produce un evento de lluvia en 10 días el suelo se humedecerá artificialmente mediante riego. Ciertamente es una simplificación, pero consideramos que la escala y objetivos del trabajo la justifican.
 - 2.5. Se corrige la errata que había en el texto.
 - 2.6. Efectivamente los cálculos han sido realizados con valores de ET_0 mensuales expresados en mm/día. Se añade la aclaración al texto.
 - 2.7. Realmente no se excluye el riego en este ajuste ya que el valor del tiempo entre eventos de humedecimiento se limita, como máximo a 10 días, cuestión que se justifica por la utilización del riego al faltar la lluvia. Por su parte la consideración de eventos de humedecimiento ligeros o medios para el ajuste (hasta 10 mm) se ha realizado dado que este fue también el procedimiento aplicado en el estudio del CSIC (2004). Siguiendo la línea de aquel trabajo, si se hubiera considerado una intensidad mayor, hubiera sido necesario tener en cuenta si los suelos eran ligeros, medios o gruesos para poder aplicar correctamente la metodología descrita por FAO (2006). El gran número de casos ya contemplado en este trabajo llevó a descartar la consideración de qué posible textura podría tener el suelo de cultivo para este ajuste concreto.
A pesar de la dificultad de aplicación, se toma nota de la reflexión que se plantea con la finalidad de poder analizar posibles procedimientos de mejora en esta línea de trabajo.
 - 2.8. Misma respuesta que para el comentario 2.6.
 - 2.9. Se realizan el ajuste del texto para dejar esto más claro.
 - 2.10. Se trata de un procedimiento que aborda este aspecto de forma simplificada. El límite de 10 días se ha escogido de forma convencional para reflejar, en cierta forma, la necesidad de regar cuando la precipitación se espacia en exceso y evitar así generar valores demasiado bajos del K_c de la etapa inicial. Un tratamiento más sofisticado de esta cuestión, por ejemplo, diferenciando entre grupos de cultivo, podría ser aplicado en el futuro si se logra recabar la información de soporte necesaria.
3. Compartimos totalmente la apreciación de que los valores evaluados de dotaciones asociadas a riego deficitario controlado no deben ser una estrategia general de planificación. De hecho, los valores propuestos serán de aplicación solo en determinados casos concretos y debidamente justificados por las circunstancias.

4. La elección del periodo de tiempo al que se aplican estas técnicas depende de la finalidad de lo que se esté estudiando. Para la determinación de los valores representativos de las dotaciones objetivo para toda la cuenca del Ebro, con los datos actualmente disponibles, consideramos mucho más fiable el uso de la escala de tiempo mensual que el de la diaria, dada la insuficiencia y divergencia de datos a esta escala. Lo mismo sucede con la elección del coeficiente de cultivo único en lugar del coeficiente dual, lo cual resulta un opción ineludible dada la escala espacio-temporal del trabajo, además de estar claramente aceptada por la propia publicación de FAO 56 (véanse, por ejemplo, el cuadro 10 y la formula nº 81 de la citada publicación).

En el balance mensual, tal y como está planteado, AFA no se plantea como un objetivo de riego, sino que realmente lo que produce es que el riego siempre será el necesario para que el suelo nunca tenga un valor de humedad por debajo del volumen correspondiente a AFA para cada cultivo y etapa de desarrollo. Es erróneo entender que el balance mensual representa que el riego completa la humedad hasta AFA, ya que lo que realmente sucede es que la humedad nunca baja del valor establecido de AFA.

5. La profundidad de raíces condiciona los resultados obtenidos de forma directa, de modo que a mayor profundidad los requerimientos de riego obtenidos serán menores. Los rangos incluidos en FAO 56 para cada cultivo son, en general, amplios. Estos rangos, en muchos casos, tienden a ser aún mayores en los análisis realizados para ciertos cultivos en FAO 66. En el trabajo desarrollado los valores de la profundidad de raíces, especialmente para las herbáceas, se encuentran en la parte inferior del rango ofrecido por FAO 56. Además, es importante destacar que los valores de las necesidades de riego obtenidas han sido sometidos a un proceso de calibración con los valores registrado en parcelas controladas, con riego eficiente con multitud de cultivos, sistemas de riego y emplazadas en diversas comarcas agrarias. En este proceso de validación/calibración la profundidad de raíces ha sido la variable fundamental que ha permitido realizar ajustes.
6. Efectivamente la ET_c de cada mes se expresa en (mm/día) tal y como se menciona en el texto, de modo que resulta coherente con la fórmula planteada para evaluar el factor de agotamiento.
7. Debe aclararse que los valores de capacidad de campo (FC) y punto de marchitez (WP), y más precisamente de su diferencia (FC-WP), que es la que condiciona la cantidad de agua disponible en el suelo, se han considerado en el rango alto de los valores indicados por Riego y Drenaje 56 de FAO, lo cual aumenta la capacidad del suelo y, en consecuencia, disminuiría la dotación evaluada por balance. Por el contrario, la profundidad del suelo se relaciona con la profundidad +de raíces en cada momento de cada cultivo, cuyos valores máximos, en general, se encuentra en la zona inferior del rango señalado por la citada publicación de FAO, lo que actúa en sentido contrario, aumentando el valor de las dotaciones. El valor de capacidad del suelo que realmente repercute en el balance es la diferencia entre punto de marchitez con la capacidad de campo y la profundidad de suelo considerada, de modo que es la combinación de ambos valores lo que debe ajustarse. Así y tal y como se indica en el documento, resulta muy importante la validación de los valores de dotación obtenidos con los datos registrados en parcelas adecuadamente regadas, para diferentes cultivos y situadas en distintas comarcas, cuestión abordada en el Anejo 8 del trabajo. En la validación se han ajustado las profundidades de raíces máximas cuando así lo han aconsejado los datos reales de dotaciones aplicadas en parcelas disponibles.

Como comprobación adicional, se ha realizado un análisis completo de la repercusión que tendría cambiar los valores de la diferencia FC-WP que han producido, sin alteración de ninguna otra

variable, modificaciones en las dotaciones muy reducidas. Este análisis se añadirá a los análisis de sensibilidad del Anejo 9 en la versión final del documento.

8. Se corrige la errata que había en el texto: ET_{ci} debe encontrarse en el exponente de la expresión.
9. Tal y como está planteado el balance se asegura que el riego dentro del mes siempre será el necesario para que el suelo nunca tenga un valor de humedad por debajo del volumen correspondiente a AFA para cada cultivo y etapa de desarrollo. En consecuencia y por definición, al no bajar la humedad en el suelo de la cantidad de agua representada por AFA los cultivos no sufren estrés hídrico. Es importante destacar que las variables del balance no representan su aplicación al final de cada mes sino que son el acumulado a lo largo de cada periodo de cálculo. Consideramos que regar hasta capacidad de campo no es adecuado en absoluto y está fuera de las metodologías de referencia.

Los conceptos del capítulo 8 de FAO 56 lógicamente son aplicables a condiciones de estrés hídrico, cuando el coeficiente de estrés se encuentra entre 0 (máximo estrés) y 1 (sin estrés), pero también para establecer las condiciones sin estrés cuando el mencionado coeficiente no interviene por tomar el valor 1.

Ángel Jiménez, Coordinador del Partenariado del Agua del Ebro-Aragón

El 5 de diciembre se recibió un correo electrónico, remitido por el Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Aragón, Navarra y País Vasco, para hacer llegar a la OPH la carta de Ángel Jiménez, Coordinador del Partenariado del Agua del Ebro-Aragón. Se adjunta un documento con sus consideraciones y comentarios con el ánimo de que puedan servir para mejorar la corrección científico-técnica del documento final, aportando nuestra visión de cómo afrontar el loable propósito de actualización de las dotaciones de riego, sin menoscabar la viabilidad de las explotaciones agrarias y la capacidad económica de un sector estratégico de Aragón.

Se incluye a continuación dicho documento y agradecemos el esfuerzo en la revisión de la documentación y la elaboración del mismo. Debido al momento de su recepción no ha podido darse respuesta íntegra en la presente memoria. Algunas de las cuestiones han sido tratadas en contestaciones a las aportaciones precedentes y al resto le daremos respuesta aprovechando los periodos de participación pública de los diferentes hitos de revisión del plan hidrológico que tenemos por delante.

Aportación del Partenariado

Análisis del documento

Actualización de las dotaciones de riego para el Plan Hidrológico del Ebro de cuarto ciclo (2028-2033)

en su versión preliminar para la jornada de presentación en la Confederación Hidrográfica del Ebro el 26 de septiembre de 2024

5 de diciembre de 2024

Resumen ejecutivo

El Partenariado del Agua del Ebro-Aragón está formado por múltiples visiones de la sociedad civil en el ámbito de la agricultura: colegios profesionales, representantes de los regantes, asociaciones profesionales agrarias y centros públicos de investigación. El Partenariado está comprometido con el aumento de la eficiencia en la cuenca, y creemos que una mejor gestión del agua hará que la sociedad confíe más en el regadío del valle para producir alimentos seguros y próximos.

Por ello, desde el Partenariado creemos que es muy importante hacer llegar a la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) y a la sociedad civil nuestros puntos de vista sobre la actualización de las dotaciones de riego para el Plan Hidrológico del Ebro de cuarto ciclo. Estamos convencidos de que estos comentarios servirán para que el documento final tenga la mayor corrección posible desde los puntos de vista científico y técnico. Coincidimos con la CHE en la importancia de actualizar las dotaciones de riego en base a la mejora de la eficiencia que resulta de las ingentes inversiones públicas y privadas en modernización de regadíos en las últimas décadas, así como a los cambios ambientales y a un mejor conocimiento del medio.

Al revisar el borrador hemos encontrado algunos aspectos que necesitan atención, y sobre los que hemos hecho comentarios específicos. Los presentamos en el resto del documento en el orden en el que se encuentran en el documento de la CHE. Sin embargo, estos aspectos se pueden resumir por los mensajes que transmiten:

- Creemos que es muy aventurado usar un enfoque de simulación para determinar las dotaciones porque no se están utilizando datos clave sobre los suelos (como la profundidad o la pedregosidad). Estos datos se encuentran disponibles en parte de la Cuenca, pero de manera general. Además, en la simulación realizada no parece incluirse el drenaje del suelo y tenemos dudas sobre las hipótesis inicial e invernal. No considerar estos aspectos bien podría llevar a subestimar las dotaciones de riego.
- Creemos, sin embargo, que el enfoque de simulación es necesario, particularmente si se realiza a una escala diaria en lugar de mensual. Los datos de suelos podrían incorporarse donde estén disponibles, y estimarse donde no. Una

escala diaria haría que unas lluvias copiosas en algunos días del mes tuvieran una efectividad baja porque buena parte de esta agua se perdería por drenaje. Si la simulación se hace a escala mensual, esto no ocurre, y casi toda la precipitación del mes contribuirá a reducir las necesidades de riego, lo que no es realista. Esto es así a pesar de que se use un enfoque de precipitación efectiva.

- Creemos que sería muy importante considerar el efecto del cambio climático no sólo en las proyecciones futuras, sino también en la época actual. El cálculo de las dotaciones se realiza con los datos climáticos del periodo 1980 a 2018, una serie de 38 años. Sin embargo, las necesidades calculadas para este periodo pasado se aplicarán a partir de 2028. Ahora que el cambio climático es una realidad, ¿podemos aplicar a partir de ahora las dotaciones que se han calculado con los últimos 38 años? ¿Sin hacer un estudio de tendencias en este periodo? ¿No sería más correcto usar el periodo de estudio para proyectar las necesidades que habrá en 2028-2033? Las necesidades medias de 1980 a 2018 son con toda probabilidad menores que las necesidades de 2028. Como consecuencia de este comentario, creemos que en el análisis se están subestimando las dotaciones de riego.
- Creemos que la asignación de un percentil 80% para establecer las dotaciones de riego es práctica común en estos trabajos y permite a los regantes conocer los riesgos a los que se enfrenta en sus cultivos. Sin embargo, nos preguntamos por la gestión del 20% de años restante, en los que no estará garantizado el riego. Esto podría implicar que, incluso habiendo disponibilidad de agua en esos años, las dotaciones no se satisfagan debido a las restricciones preestablecidas. Apostamos por una gestión dinámica de la disponibilidad de agua, en la que se pueda hacer frente a situaciones de alta demanda de agua si la demanda del resto de usuarios y las condiciones de las masas de agua lo permiten. Esto parece plenamente justificado, cuando las dotaciones se reducen dinámicamente cuando el agua escasea.
- Creemos que las estimaciones de eficiencia de riego que se han usado para el trabajo son adecuadas para los sistemas de riego presurizados. Alcanzar estas eficiencias puede no ser fácil en algunos casos, pero es la responsabilidad de todos conseguirlo, tras las inversiones realizadas en modernización de regadíos. Sin embargo, el conjunto de los riegos por gravedad sin modernizar se encontrará con graves dificultades para alcanzar una eficiencia en parcela del 70%. Como consecuencia de este comentario, creemos que en el análisis se están subestimando las dotaciones de riego en estas zonas de riego por gravedad.
- Creemos que el estudio de validación de las dotaciones de riego plantea incertidumbres relevantes. Por un lado, las parcelas de riego eficiente encierran una gran variabilidad de dosis de riego, que es preciso considerar. Por otro lado, los estudios de concesiones están necesariamente influidos por la visión de la administración hidráulica que las aprueba.
- Creemos que sería importante hacer una proyección futura de los cultivos en la cuenca, yendo más allá de suponer que la distribución de cultivos de los años pasados continuará siendo válida en la próxima década. Estamos viendo nuevas e

intensas tendencias de cultivos en la actualidad que sin duda tendrán un efecto sobre los cultivos prevalentes en el cuarto ciclo.

- Creemos que para hacer una contribución más valiosa al documento necesitamos que se publiquen los datos utilizados y un mayor detalle en la descripción de las metodologías empleadas. Compartir los datos de base permitirá realizar análisis alternativos que arrojen luz sobre los aspectos que puedan necesitarlo. Esto concierne, por ejemplo, a las series temporales completas de evapotranspiración y de pluviometría. Respecto de esta última, es particularmente importante disponer de la información diaria. Todos estamos llamados por la Directiva Marco del Agua a participar en la planificación hidrológica, y es preciso facilitarlo para disponer de todos los puntos de vista posibles.
- Finalmente, creemos que para que las dotaciones sean útiles a la planificación hidrológica, deben de aplicarse a la superficie efectivamente regada en cada comarca. Esta superficie está sujeta a cambios relevantes por aspectos como la transformación en regadío o los procesos de abandono del regadío que puedan darse en zonas específicas del valle con condiciones climáticas, estructurales o demográficas difíciles. La asignación de volúmenes de agua medidos a superficies de cultivo medidas es crítica para la buena gobernanza del regadío y para la sostenibilidad de su función social.

Desde el Partenariado seguimos a disposición de la CHE y el resto de los agentes interesados en las dotaciones de riego para continuar con las discusiones y lograr el mejor documento final posible.

Índice

1. Introducción	5
2. Comentarios generales	6
3. Comentarios específicos.....	7
3.1. Análisis de la evapotranspiración de referencia y la precipitación	7
3.2. Agua disponible total: no se incluye la pedregosidad volumétrica del suelo.....	8
3.3. Agua disponible total: no se incluye la profundidad efectiva del suelo	9
3.4. Textura de los suelos de la cuenca: Apéndice 6.7	9
3.5. Balance de humedad en el suelo: no hay drenaje y el balance es mensual	10
3.6. Balance de humedad en el suelo: hipótesis inicial e invernal	11
3.7. Importancia del drenaje invernal para el balance de sales.....	11
3.8. Percentil 80% como dotación de riego.....	12
3.9. Eficiencias de riego en parcela	12
3.10. Validación de las dotaciones	13
3.11. Análisis de incertidumbre y cambio climático: dobles cosechas.....	14
3.12. Análisis de incertidumbre y cambio climático: cambio climático.....	15
4. Conclusiones	15
5. Referencias.....	17
6. Anexo I. Eficiencia de riego en el Valle del Ebro (Lorenzo-González, 2022)	19

I. Introducción

El Partenariado del agua del Ebro-Aragón es un grupo de reflexión y acción en torno al uso del agua en la parte aragonesa del valle del Ebro. En sus once años de existencia, el Partenariado ha contribuido a reescribir los retos del agua desde una visión actualizada para pasar a diseñar una visión de futuro, un esbozo de cómo debería evolucionar la gestión del agua, con una perspectiva técnica socialmente integradora y con la ambición de crear un modelo atractivo, en el que los ciudadanos del Ebro-Aragón, quieran instalarse y con la participación de la sociedad civil. Esta visión es la que ha movido al Partenariado a analizar el documento “*Actualización de las dotaciones de riego para el Plan Hidrológico del Ebro de cuarto ciclo (2028-2033)*”, presentado en versión preliminar por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) el 26 de septiembre de 2024.

El Partenariado ha revisado el documento y ha encontrado aspectos que podrían reformularse para llegar a resultados a nuestro juicio más adecuados desde los puntos de vista científico y técnico. Este no es por tanto un documento que muestre una visión coincidente o no con la actualización de las concesiones, sino un documento que plantea dudas sobre algunos aspectos metodológicos y propone vías alternativas que creemos son más adecuadas para obtener dotaciones que cumplan con el objetivo que se plantea la CHE. Somos conscientes de la importancia de las dotaciones para el futuro de la agricultura en el Ebro-Aragón (y por extensión en toda la cuenca). Por ello realizamos esta contribución a la discusión en este momento en el que es posible hacer aportaciones informales que mejoren la versión preliminar del documento.

Además, este documento puede verse también como una caja de herramientas. Cada grupo de interés sobre las dotaciones de riego podrá usar algunos de nuestros comentarios como herramientas para sustanciar los problemas que pueda tener con el cálculo de las dotaciones. Aportando herramientas para discusión, desde el partenariado creemos estar cumpliendo con nuestro objetivo fundacional.

Aprovechamos esta oportunidad para reconocer el interés de la Confederación Hidrográfica del Ebro por construir consensos alrededor de la planificación hidrológica en general y las dotaciones de riego futuras en particular. Desde el Partenariado estamos decididos a aportar nuestros puntos de vista sobre las dotaciones de riego en la planificación de cuarto ciclo, sabiendo que serán escuchados y esperando que aquellos que se encuentren acertados sean incorporados a los documentos finales. Con este esfuerzo nos sentimos útiles para la sociedad en general y para el regadío en particular.

El Partenariado del Agua del Ebro está compuesto por personas de estas instituciones:



2. Comentarios generales

El Partenariado cree que el documento de actualización de las concesiones sigue un esquema adecuado para el propósito marcado. Sin embargo, en un documento de planificación, que tiene tanta relevancia para el regadío del Ebro, se echa en falta una visión del futuro, que vaya más allá del análisis de los datos meteorológicos y agrarios del pasado y del presente, y que proyecte la realidad actual al futuro próximo.

Un documento de planificación para 2028-2033 bien podría haber comenzado por una discusión con los agentes implicados acerca de qué agricultura habrá en el valle del Ebro en este futuro próximo. La discusión implicaría necesariamente al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y de forma particular a las comunidades autónomas del Ebro, que tienen las competencias sobre la agricultura y los regadíos. Sin embargo, más allá del marco competencial, la rica diversidad de actores en el regadío – que ya están implicados en la propia CHE – contiene un conjunto de voces privilegiadas en la adopción de una visión compartida.

En este sentido, el Partenariado quiere aportar algunos aspectos que a nuestro juicio son importantes para este cuarto ciclo, particularmente en el Ebro-Aragón:

- El cambio del modelo social del regadío, con la intensa profesionalización de un número cada vez más reducido de agricultores y la intensificación de la presencia de empresas especializadas en cultivos específicos.
- El aumento de la superficie dedicada a los cultivos de frutos secos y a la horticultura industrial, con sus rasgos específicos de necesidades de riego y de gestión agraria de la escasez de agua.
- El cambio climático, motor de cambio de las necesidades de riego de los cultivos actuales, pero también de un cambio de la distribución de cultivos y de la implantación de nuevos cultivos.
- La capacidad de los regadíos modernizados para facilitar la implantación de nuevos cultivos y para adaptarse a los efectos del cambio global sobre la disponibilidad de agua.
- Los procesos simultáneos de abandono del regadío, modernización del regadío y creación de nuevos regadíos, recientemente puestos de manifiesto por el propio Partenariado (Zapata et al., 2020; Playán et al., 2024). Estos procesos hacen que la superficie que se riega anualmente en la Demarcación del Ebro sea diferente de la que reflejan las estadísticas a nuestro alcance. Por poner un ejemplo, en este trabajo se analiza la intensidad del regadío (porcentaje del área con cultivos exclusivos del regadío) en distintos tipos de regadíos del Ebro-Aragón:
 - Riegos modernizados: 70 %
 - Riegos grandes sistemas no modernizados: 33 %
 - Riegos de riberas con acequias en zonas semiáridas: 61 %
 - Riegos de riberas con acequias en zonas templadas: 20 %

Estos resultados hacen pensar en la importancia de actualizar los datos de regadío en la demarcación, atendiendo a la intensidad con la que se riegan y a los procesos

de abandono en curso por aspectos como clima desfavorable, infraestructuras obsoletas o despoblación.

3. Comentarios específicos

A continuación, presentamos comentarios sobre aspectos particulares del documento de dotaciones. Estos comentarios no están agrupados por temas, sino que se presentan en el orden en que aparecen en el documento. Esta parte de nuestro informe requiere un poco más de atención por el lector, al que agradecemos su paciencia por haber llegado hasta aquí. Intentamos en los apartados que siguen mostrar las implicaciones de nuestros comentarios, en ocasiones mediante ejemplos.

3.1. Análisis de la evapotranspiración de referencia y la precipitación

- Lugar: Anejo 4
- Juicio:
 - Se presentan en este anejo datos medios mensuales de la evapotranspiración de referencia y precipitación en el periodo de 1980 – 2018. Sin embargo, no se aporta un análisis de tendencias de estas variables a lo largo de los 38 años del periodo de estudio. Esto es particularmente preocupante en las condiciones de cambio climático en las que nos encontramos, que precisan cautela al analizar series climáticas históricas. No parece adecuado considerar que la serie histórica represente ni al momento actual ni – particularmente – al periodo del cuarto ciclo de planificación (2028-2033). Además, no se muestran ni en la memoria, ni en los anejos ni en los apéndices los datos completos de la serie temporal ni de las estaciones ni de las comarcas agrarias, lo que no nos ha permitido hacer un análisis de este tema. Muy probablemente, no considerar el efecto del cambio climático entre 1980 y 2018 está subestimando las dotaciones de riego.
 - Por otro lado, en las condiciones advectivas del valle del Ebro, es preciso evaluar las condiciones de efectos oasis y ropa tendida que pudieran tener las estaciones agrometeorológicas usadas en este estudio, ya que podrían sobreestimar las dotaciones de riego de sus zonas de influencia (Allen et al., 1998).
- Reacción propuesta:
 - Publicar las series de datos completas de – al menos – evapotranspiración y precipitación, con frecuencia diaria cuando sea posible y si no lo es, mensual. La frecuencia diaria es particularmente importante en la precipitación, como se verá más adelante.
 - Realizar un análisis de tendencias sobre los datos de la serie climática.
 - Proyectar la variabilidad de los años pasados al momento actual (más cálido, más seco, con estación de crecimiento de los cultivos más larga) para analizar las dotaciones de riego futuras.

- Analizar a medio plazo la localización de las estaciones agrometeorológicas usadas en este estudio (red SIAR y equivalentes de Navarra, Rioja y Cataluña) para evaluar posibles efectos oasis y ropa tendida. Estos efectos podrían estar sobreestimando localmente las necesidades de riego.
- Documentación adicional: Las tendencias de cambio climático en el valle del Ebro durante las pasadas décadas se han documentado en la literatura científica (Gaitán et al., 2020; Jiménez-Donaire et al., 2020; López-Moreno et al., 2011). Estas tendencias muestran lo inadecuado del uso del pasado climático para planificar las dotaciones futuras sin un tratamiento específico de los datos.

3.2. Agua disponible total: no se incluye la pedregosidad volumétrica del suelo

- Lugar: Anejo 6, ecuación en la página 18; Anejo 9, sección 2.2, 2.3
- Juicio: Debe de incluirse esta variable, que en algunas zonas regables extensas alcanza valores de entre el 5 y el 45% en volumen del suelo. Esto quiere decir que el cálculo del agua útil en estos suelos pasaría por ejemplo de 100 mm a entre 55 y 95 mm si se considerara la pedregosidad. En estos suelos es fundamental considerarla. No considerar la pedregosidad lleva a sobrestimar el agua útil del suelo y a subestimar la dotación de riego, porque las lluvias copiosas no podrán ser retenidas en suelos pedregosos y porque en la simulación realizada se puede estar dejando el suelo más seco a final de temporada que al principio, lo que no sería realista en suelos de baja capacidad de retención de agua.
- Reacción propuesta:
 - Revisar la ecuación, incluyendo en el cálculo del agua disponible los datos de pedregosidad (cuando estén disponibles) y estimaciones (cuando los datos no estén disponibles).
 - Sin valores de pedregosidad, hacer simulaciones del agua en el suelo resulta muy aventurado. En el documento se hace un balance mensual, a riesgo de sobreestimar el aporte al balance de lluvias copiosas en suelos pedregosos.
 - Si no se incluye la profundidad efectiva del suelo, hacer simulaciones es muy aventurado.
- Documentación adicional:
 - Se han documentado este tipo de suelos pedregosos estudios científicos realizados en el valle del Ebro (Faci et al., 2000; Lecina et al., 2005; Playán et al., 2000; Zapata et al., 2013).
 - Más importantemente, comunidades autónomas como Navarra, Cataluña y Castilla-León tienen cartografías de suelos completas o muy avanzadas... ¿Por qué no usar esta información junto con estimaciones en otras zonas, cuando la pedregosidad es un aspecto crítico de la retención de agua del suelo?

3.3. Agua disponible total: no se incluye la profundidad efectiva del suelo

- Lugar: Anejo 6. Secciones 3.1.1 y 3.1.2; Anejo 9, sección 2.2, 2.3
- Juicio: Se discute la profundidad del suelo y cómo la profundidad de las raíces, que evoluciona durante la temporada del cultivo siempre es inferior a la profundidad efectiva del suelo. Sin embargo, no se aporta información acerca de la profundidad del suelo, por lo que todo parece indicar que se ha considerado la profundidad del suelo igual a la profundidad máxima de las raíces en cada cultivo. Esto llevaría a sobreestimar fuertemente la retención de agua en el suelo, ya que algunos cultivos tienen la capacidad de extraer agua de profundidades superiores a 1 m, cuando en el valle del Ebro hay zonas regables extensas con profundidades de suelo de 30-60 cm. No considerar la profundidad real del suelo lleva a sobrestimar el agua útil del suelo y a subestimar la dotación de riego, porque las lluvias copiosas no podrán ser retenidas en suelos poco profundos y porque en la simulación realizada se puede estar dejando el suelo más seco a final de temporada que al principio, lo que no sería realista en suelos de baja capacidad de retención de agua.
- Reacción propuesta:
 - Revisar la ecuación, incluyendo en el cálculo del agua disponible los datos de profundidad del suelo (cuando estén disponibles) y estimaciones (cuando los datos no estén disponibles).
 - Sin valores de profundidad del suelo, hacer simulaciones del agua en el suelo resulta muy aventurado. En el documento se hace un balance mensual, a riesgo de sobreestimar el aporte de lluvias copiosas al balance en suelos poco profundos.
 - Si no se incluye la profundidad efectiva del suelo, hacer simulaciones es muy aventurado.
- Documentación adicional:
 - Se ha documentado la profundidad de suelos regados en el valle del Ebro (Faci et al., 2000; Lecina et al., 2005; Playán et al., 2000)
 - Más importantemente, comunidades autónomas como Navarra, Cataluña y Castilla-León tienen cartografías de suelos completas o muy avanzadas... ¿Por qué no usar esta información junto con estimaciones en otras zonas, cuando la pedregosidad es un aspecto crítico de la retención de agua del suelo?

3.4. Textura de los suelos de la cuenca: Apéndice 6.7

- Lugar: Anejo 6; Anejo 9, sección 2.2
- Juicio: Este apéndice tiene interés porque proporciona datos texturales del suelo (en general, de la superficie del suelo). La fuente de datos no contiene otras variables necesarias para determinar el agua útil del suelo, como la profundidad del suelo o la pedregosidad volumétrica.
- Reacción propuesta: El uso de información de suelos para estimar el agua útil y con ello las dotaciones de riego plantea dudas porque se supone que el suelo es más profundo que las raíces y que está libre de elementos gruesos. En las

condiciones del valle del Ebro, estas hipótesis no se sostienen. Se hace un balance mensual, con los riesgos discutidos en los dos apartados anteriores.

- Documentación adicional: (Faci et al., 2000; Lecina et al., 2005; Playán et al., 2000)

3.5. Balance de humedad en el suelo: no hay drenaje y el balance es mensual

- Lugar: Anejo 6, sección 3.1.4 (ecuaciones de la página 24)
- Juicio: El método empleado tiene dos deficiencias en su planteamiento:
 - No considera el drenaje. Para considerarlo, habría que incluir en las ecuaciones que si D_{ri} es inferior a cero, entonces el drenaje es igual a $-D_{ri}$ y D_{ri} se hace cero. Es posible que esto se haya incluido en el modelo, pero no se ha reflejado en el texto.
 - Al no considerar el drenaje, cuando en un mes determinado hay una lluvia copiosa, toda esta agua contribuye a satisfacer la evapotranspiración en el balance mensual. Esto es erróneo y una fuente relevante de errores en meses de alta precipitación y baja demanda de riego. La realidad es que tras una lluvia copiosa la mayor parte de esta agua drena. Esto lleva a aumentar el agua disponible para el cultivo tras las lluvias y el riego, disminuyendo la dotación de riego.
 - El balance se realiza mensualmente, lo que enmascara todavía más el efecto del drenaje que se produce a escala diaria. Por ejemplo, con una evapotranspiración de 150 mm/mes y una lluvia de 150 mm/mes el modelo dirá que no hace falta riego. Así sería si la lluvia cayera de manera uniforme en todo el mes. Sin embargo, si cae en dos días lo normal es que más de la mitad de esta agua drene y sea necesario regar en algún momento.
 - Es preciso hacer notar que la estimación del drenaje resultante de lluvias excesivas resulta a nuestro juicio necesaria, aunque se haya considerado la percolación profunda parcialmente en la ecuación de precipitación efectiva (página 23). Esto es debido a la torrencialidad de los ambientes semiáridos, en los que las precipitaciones durante la temporada de riego a menudo tienen una alta intensidad.
 - Es preciso hacer notar que la ecuación usada en este trabajo debe ser corregida de $10^{0.00095 ET_{ci}}$ a $10^{(0.00095 ET_{ci})}$.
 - Por poner un ejemplo que ilustre los riesgos del uso de ecuaciones empíricas para estimar la precipitación efectiva, una precipitación de 80 mm en un mes con una ET_c de 270 mm (julio en un maizal regado por aspersión en el centro de la depresión del Ebro) daría una precipitación efectiva de 80 mm... lo que no es realista ya que el suelo no podrá retener esta agua.
 - Como consecuencia de la falta de consideración del drenaje, se aumentaría artificialmente el agua disponible para el cultivo tras las lluvias y el riego, subestimando las dotaciones de riego.

- Reacción propuesta:
 - Para considerar el drenaje adecuadamente, lo mejor sería realizar los balances de agua a escala diaria, estimando el drenaje diario.
 - Alternativamente: abandonar el uso de los balances, si se concluye que no hay datos suficientes ni el detalle temporal necesario. Asumir que el déficit de agua en el suelo al final del cultivo es el mismo que al inicio.
- Documentación adicional: (Allen et al., 1998).

3.6. Balance de humedad en el suelo: hipótesis inicial e invernal

- Lugar: Anejo 6, página 24
- Juicio:
 - La hipótesis inicial de la simulación es que el suelo tiene un déficit de humedad máxima. Entendemos que esto se aplica al primero de octubre de 1980, y que esta es la única condición inicial de la simulación, porque la simulación de los 38 años se realiza de manera continua. No queda claro cómo puede haber un déficit máximo cuando en muchos casos, en primero de octubre no hay un cultivo establecido (el déficit depende del cultivo). El efecto de esta hipótesis sobre la serie temporal será bajo si solo se introduce en 1980.
 - La hipótesis invernal es más problemática. Se asume un valor de K_c de 0.3 y una evapotranspiración máxima de 100 mm en la época invernal de no cultivo. Una investigación reciente realizada en el grupo de investigación ha dado lugar a una evapotranspiración invernal de 207 mm como media de tres años (Cavero, comunicación personal). Hay hipótesis en los modelos de simulación que deben ser manejadas con cautela.
- Reacción propuesta:
 - Las hipótesis utilizadas, particularmente las que tienen que ver con la fase invernal, necesitan una validación o al menos un análisis de sensibilidad. El efecto de estas hipótesis no es previsible, depende de cómo se realice la simulación.
 - Por otro lado, estas hipótesis contribuyen a lo aventurado del uso del modelo de simulación sin los datos necesarios.

3.7. Importancia del drenaje invernal para el balance de sales

- Lugar: Anejo 6, sección 3.1.4, página 24
- Juicio: El drenaje invernal de los suelos regados es más que una pérdida de agua. Este drenaje es a menudo, sobre todo en sistemas de alta eficiencia, el que se encarga de mantener el balance de sales del suelo. Por ello, es importante documentar las cifras de drenaje estimadas en el suelo durante la temporada de cultivo, pero también en el invierno. Si las dotaciones de riego se calculan con unas simulaciones que sistemáticamente secan el suelo al final del cultivo, limitando el drenaje, los suelos tendrían un alto riesgo de salinización. Esto es particularmente cierto cuando la reserva de agua útil del suelo podría estar

sobreestimada por no considerar ni pedregosidad ni limitaciones en la profundidad.

- Reacción propuesta:
 - Corregir las ecuaciones de balance de agua en el suelo para considerar el drenaje. Si se pueden conseguir datos de profundidad y pedregosidad del suelo, hacer balances diarios con datos de suelos y evapotranspiración invernal realistas y reportar el volumen de drenaje simulado.
 - Puesto que estos datos no parecen estar disponibles, abandonar la vía de la simulación.
- Documentación adicional: A partir del trabajo clásico sobre este tema (Ayers y Wescott, 1985), se han realizado estudios que muestran los riesgos de salinización asociados al cambio climático (Aragués et al., 2015) y al riego deficitario controlado (Aragués et al., 2014).

3.8. Percentil 80% como dotación de riego

- Lugar: Anejo 6, página 24
- Juicio: Utilizar un criterio del 80% de probabilidad de retorno para asignar las dotaciones de riego es un criterio frecuente en planificación. Se mejora sustancialmente la situación respecto de la tentación de utilizar el valor medio de la serie temporal. Sin embargo, queda la duda de cómo gestionar el 20% de años de altas necesidades, superiores a la dotación. Cabe destacar que los agricultores están habituados a gestionar la escasez cuando no hay agua disponible. Sin embargo, es posible que en estos años secos se de la situación de que la evapotranspiración sea alta, la lluvia en la zona regable sea baja, el estado cuantitativo de las masas de agua sea adecuado, y sin embargo haya agua almacenada, de manera que se podría asignar parte de esta agua a regar por encima de la dotación... ¿sería esto un problema para la planificación hidrológica? En este momento abogamos por una planificación flexible de la dotación. De la misma manera que cuando la escasez no permite alcanzar la dotación, parece razonable que la dotación se pueda exceder cuando haya recursos disponibles.
- Reacción propuesta: En el contexto de ajustar las dotaciones de riego, se podría especificar que la dotación podría ser rebasada para cubrir las necesidades de riego en años con necesidades superiores a la dotación, siempre que se haga un uso beneficioso de esta agua. Esto parece completamente razonable teniendo en cuenta que las dotaciones reales de riego se reducen cuando no hay agua disponible, en unas medidas que deben ser acatadas por los regantes de acuerdo a la ley de aguas, y que los regantes acatan.

3.9. Eficiencias de riego en parcela

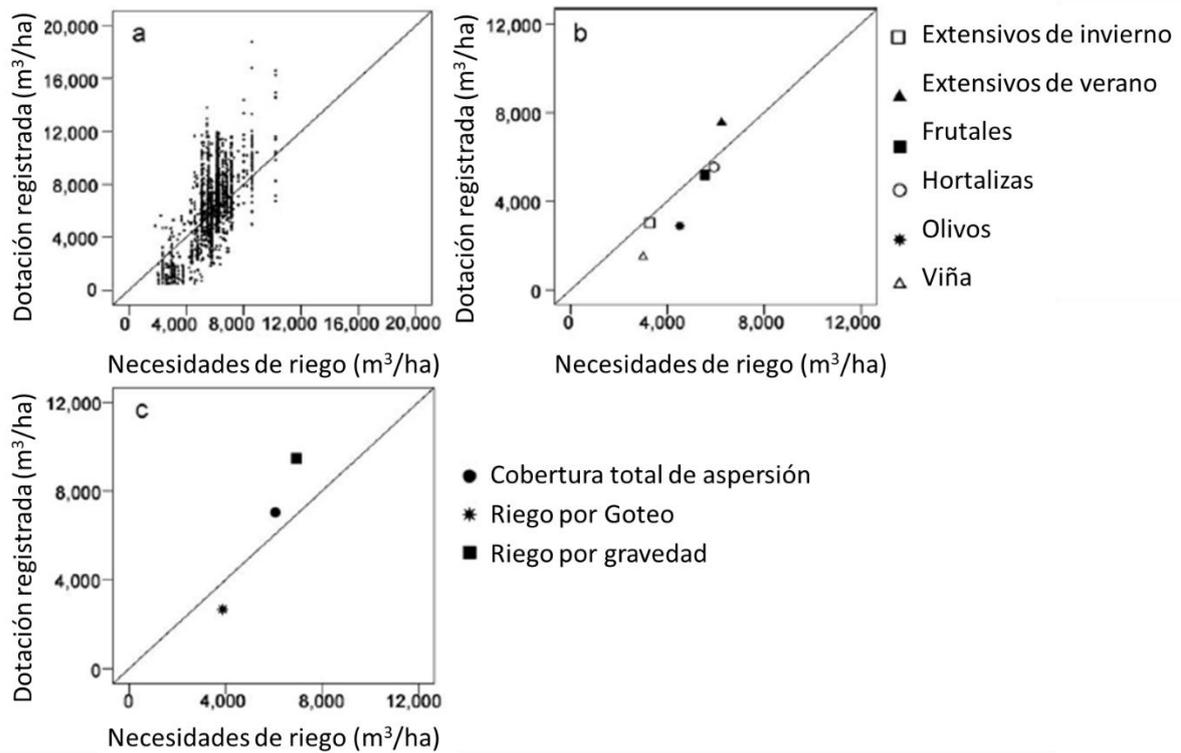
- Lugar: Anejo 7, página 3.
- Juicio: Los valores que se han considerado merecen una discusión.
 - La eficiencia del goteo (90%) parece adecuada para sistemas correctamente diseñados y mantenidos. La mayor parte del 10% de agua que se pierde en parcela lo es por percolación profunda, lo que ayuda al

balance de sales. El invierno es muy necesario para lavar las sales del suelo, particularmente en riego deficitario. Sin embargo, este lavado de invierno está fuera de la temporada de riego.

- La eficiencia de riego en aspersión (80%) es adecuada para sistemas bien diseñados y manejados. Una parte relevante del 20% de agua que se pierde se va a la atmósfera por evaporación y arrastre. El lavado de sales en invierno es igualmente importante. Sin embargo, este lavado de invierno está fuera de la temporada de riego.
- La eficiencia propuesta para los riegos por inundación (70%) es muy alta. La hemos medido, e incluso hemos medido eficiencias más altas, pero en promedio 70% es alta. Conforme progresa la modernización el riego por gravedad, este se concentra en las riberas, donde una eficiencia moderada tiene poco efecto sobre la cantidad del agua y un poco más sobre la calidad.
- Reacción propuesta:
 - El término “riego por gravedad” es más correcto que “riego por inundación”, que es un tipo de riego por gravedad.
 - Considerar reducir la eficiencia propuesta para el riego por gravedad. Un valor del 60% parece un valor adecuado para este método de riego, y ya muestra un nivel de gestión relevante.
- Documentación adicional:
 - Diversos trabajos científicos realizados en el valle del Ebro muestran las dificultades en alcanzar la eficiencia propuesta para el riego por gravedad (Faci et al., 2000; Lecina et al., 2005; Zapata et al., 2000).
 - A mayor abundamiento, Lorenzo-González (2022) realizó un análisis exhaustivo de la eficiencia de distintos sistemas de riego en el valle del Ebro, cuyos resultados dan soporte a este apartado. Los resultados de este análisis se presentan en el Anexo I a este documento. Los valores reportados de eficiencia de riego por gravedad en parcela son extremadamente variables (tanto como lo son los suelos, el caudal de riego y las técnicas de riego), pero un valor del 60% es un objetivo que necesita gestionar de manera adecuada.

3.10. Validación de las dotaciones

- Lugar: Anejo 8
- Juicio: Los resultados de este estudio se asocian a la naturaleza de los datos: se trata de parcelas eficientemente regadas o de concesiones:
 - Parcelas eficientemente regadas. En estas mismas parcelas y con los mismos datos, Salvador et al. (2008) realizaron un estudio comparando la dotación registrada con las necesidades de riego. Los resultados principales se muestran en esta figura:



Si bien las dotaciones registradas medias de los distintos cultivos y de los métodos de riego se ajustan bastante bien a las necesidades de riego, es preciso hacer notar que hay una dispersión muy alta (como se puede ver en la subfigura a): hay parcelas con consumos muy elevados y otras con consumos claramente inferiores a las necesidades. Es por ello que es preciso tomar estos resultados con mucha precaución.

- Concesiones. Los datos se corresponden con un estudio de necesidades de riego orientado a un proceso concesional. No es sorprendente que haya cercanía entre las concesiones solicitadas y los datos de este estudio.
- Reacción propuesta: Mostrar precaución acerca de los resultados de la validación.
- Documentación adicional: (Salvador et al., 2011)

3.11. Análisis de incertidumbre y cambio climático: dobles cosechas

- Lugar: Anejo 9; sección 2.4
- Juicio: No se han considerado expresamente las dobles cosechas. Esto incluye también cultivos de cubierta asociados a cultivos de verano. Estas dobles cosechas tienen un mayor consumo de agua, pero tienen beneficios asociados sobre aspectos como el laboreo, las emisiones de gases de efecto invernadero, o la contaminación por nitratos.
- Reacción propuesta: Adoptar hipótesis más realistas acerca de las dobles cosechas y los cultivos de cubierta en la cuenca con la colaboración de las zonas regables.

3.12. Análisis de incertidumbre y cambio climático: cambio climático

- Lugar: Anejo 9, sección 3.3
- Juicio: La importancia del cambio climático queda manifiesta en el estudio realizado. Los incrementos medios de las necesidades de agua de los cultivos para 2045 son de entre un 6 y un 11% respecto de la situación actual. Sin embargo, los cálculos de la actualización de las dotaciones no se han hecho con los datos de la situación actual, sino con la serie temporal 1980 – 2018, 38 años en los que el clima ha estado cambiando. Utilizar esta serie temporal para representar el punto de partida de la aplicación de las dotaciones (2028, diez años más tarde del final de la serie de 38 años) no refleja el aumento en las necesidades de agua observado de manera particular en los últimos años. Por tanto, las dotaciones que resultan de este estudio parecen estar subestimadas.
- Reacción propuesta: Revisar las dotaciones, estableciéndolas en términos de la fecha de inicio de la planificación hidrológica, lo que llevará a unas dotaciones mayores.
- Documentación adicional: Gaitán et al., (2020); Jiménez-Donaire et al., (2020); López-Moreno et al., (2011).

4. Conclusiones

De este análisis en el Partenariado extraemos las siguientes conclusiones:

1. Es muy aventurado usar un enfoque de simulación para determinar las dotaciones porque no se han usado datos clave sobre los suelos (como la profundidad o la pedregosidad). Además, en la simulación realizada no se incluye el drenaje del suelo y tenemos dudas fundadas sobre las hipótesis inicial e invernal. Un cierto drenaje es inevitable y necesario para mantener el balance de sales en el suelo. Por otro lado, un enfoque de simulación es muy necesario en el valle del Ebro, particularmente a la vista de la gran variabilidad en la precipitación diaria dentro de cada mes. Es preciso realizar simulaciones con paso temporal diario, particularmente para la precipitación, y con datos e hipótesis más realistas. Como consecuencia de estos comentarios (particularmente del paso temporal mensual y del posible secado del suelo durante la simulación de cada temporada de riego, creemos que en el análisis se están subestimando las dotaciones de riego.
2. Es importante considerar el efecto del cambio climático, no sólo en las proyecciones futuras, sino en la época actual. El cálculo de las dotaciones se realiza con los datos climáticos del periodo 1980 a 2018, 38 años. Sin embargo, las necesidades calculadas para este periodo se aplican a partir de 2028. Ahora que el cambio climático es una realidad, ¿podemos aplicar las dotaciones que se han calculado con los datos de 38 años pasados a la asignación de agua una década más tarde? ¿Sin hacer un estudio de tendencias en este periodo? Como consecuencia de este comentario, creemos que en el análisis se están subestimando las dotaciones de riego.
3. La asignación de un percentil 80% para establecer las dotaciones de riego es una práctica común en estos trabajos y permite a los regantes conocer los riesgos a los

que se enfrenta en sus cultivos. Sin embargo, nos preguntamos por la gestión del 20% de años restante, en los que no estará garantizado el riego. Esto podría implicar que, incluso habiendo disponibilidad de agua en esos años, las dotaciones no se satisfagan debido a las restricciones preestablecidas. Apostamos por una gestión dinámica de la disponibilidad de agua, en la que se pueda hacer frente a situaciones de alta demanda de agua si la demanda del resto de usuarios y las condiciones de las masas de agua lo permiten. Lo contrario ya es cierto en condiciones de escasez: se reduce la dotación por debajo de lo establecido.

4. Las estimaciones de eficiencia de riego que se han usado para el trabajo son adecuadas para los sistemas de riego presurizados. Conseguir estas eficiencias puede no ser fácil en algunos casos, pero es la responsabilidad de todos conseguirlo, dado el ingente esfuerzo público-privado realizado en las dos últimas décadas en modernización de regadíos. Sin embargo, el conjunto de los riegos por gravedad sin modernizar se encontrará con graves dificultades para alcanzar una eficiencia en parcela del 70%. Como consecuencia de este comentario, creemos que en el análisis se están subestimando las dotaciones de riego, particularmente en las zonas de riego por gravedad.
5. El estudio de validación de las dotaciones de riego plantea incertidumbres relevantes. Por un lado, las parcelas de riego eficiente encierran una gran variabilidad de dosis de riego, que es preciso considerar. Por otro lado, los estudios de concesiones están necesariamente influidos por la visión de la administración hidráulica que las aprueba.
6. Finalmente, creemos que sería importante hacer una proyección futura de los cultivos en la cuenca, yendo más allá de suponer que la distribución de cultivos de los años pasados continuará siendo válida en los próximos años. Estamos viendo nuevas tendencias de cultivos en la actualidad que sin duda tendrán un efecto sobre las necesidades de riego en el cuarto ciclo.

5. Referencias

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 56, Rome, Italy.
- Aragués, R., Medina, E.T., Martínez-Cob, A., Faci, J., 2014. Effects of deficit irrigation strategies on soil salinization and sodification in a semiarid drip-irrigated peach orchard. *Agricultural Water Management* 142, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.04.004>
- Aragués, R., Medina, E.T., Zribi, W., Clavería, I., Álvaro-Fuentes, J., Faci, J., 2015. Soil salinization as a threat to the sustainability of deficit irrigation under present and expected climate change scenarios. *Irrigation Science* 33, 67–79. <https://doi.org/10.1007/s00271-014-0449-x>
- Ayers, R.S., Wescott, D.W., 1985. Water quality for agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, FAO.
- Faci, J.M., Bensaci, A., Slatni, A., Playán, E., 2000. A case study for irrigation modernisation: I. Characterisation of the district and analysis of water delivery records. *Agricultural Water Management* 42, 313–334.
- Gaitán, E., Monjo, R., Portolés, J., Rosa Pino-Otín, M., 2020. Impact of climate change on drought in Aragon (NE Spain). *Science of the Total Environment* 740. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140094>
- Jiménez-Donaire, M. del P., Giráldez, J.V., Vanwalleghem, T., 2020. Impact of Climate Change on Agricultural Droughts in Spain. *Water* 12. <https://doi.org/10.3390/w12113214>
- Lecina, S., Playán, E., Isidoro, D., Dechmi, F., Causapé, J., Faci, J.M., 2005. Irrigation evaluation and simulation at the irrigation District V of Bardenas (Spain). *Agricultural Water Management* 73, 223–245.
- López-Moreno, J.I., Vicente-Serrano, S.M., Morán-Tejeda, E., Zabalza, J., Lorenzo-Lacruz, J., Garcia-Ruiz, J.M., 2011. Impact of climate evolution and land use changes on water yield in the Ebro basin. *Hydrology and Earth System Sciences* 15, 311–322. <https://doi.org/10.5194/hess-15-311-2011>.
- Lorenzo-González, M.A., 2022. Regadío y calidad físico-química de las aguas superficiales en la cuenca del Ebro. Tesis doctoral Universidad de Zaragoza. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/134927/files/TESIS-2024-113.pdf>
- 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., Zapata, N., 2024. Irrigation modernization in the Ebro - Aragon region of Spain: Past and future trends. *Agricultural Water Management* 302. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108975>
- Playán, E., Slatni, A., Castillo, R., Faci, J.M., 2000. A case study for irrigation modernisation: II. Scenario Analysis. *Agricultural Water Management* 42, 335–354.
- Salvador, R., Martínez-Cob, A., Caverro, J., Playán, E., 2011. Seasonal on-farm irrigation performance in the Ebro basin (Spain): Crops and irrigation systems. *Agricultural Water Management* 98, 577–587. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.10.003>
- Zapata, N., Nerilli, E., Martínez-Cob, A., Chalghaf, I., Chalghaf, B., Fliman, D., Playán, E., 2013. Limitations to adopting regulated deficit irrigation in stone fruit orchards: a case study. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11, 529–546. <https://doi.org/10.5424/sjar/2013112-2902>

- Zapata, N., Playán, E., Castillo, R., Gimeno, Y., Oliván, I., Jiménez, A., Carbonell, X., Fábregas, M., López-Pardo, J.R., Vicente, L.M., Millán, J., Solano, D., Lorenzo, M.A., 2020. A methodology to classify irrigated areas: Application to the central Ebro River Basin in Aragon (Spain). *Agricultural Water Management* 241. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106365>
- Zapata, N., Playán, E., Faci, J.M., 2000. Water reuse in sequential basin irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE* 126, 362–370.

6. Anexo I. Eficiencia de riego en el Valle del Ebro (Lorenzo-González, 2022)

RIEGO POR INUNDACIÓN								
Origen	Sistema	Zona	Ámbito	Superficie de riego	Sistema de riego	Eficiencia de riego en parcela	Eficiencia de riego del Sistema	Año estudio
<i>Lorenzo-González, 2020</i>	Bardenas	SRCB	Sistema de riego	55.300 ha	72% Inund 28% Pres	62% (55 - 71%)	70% (65 - 78%) ¹	2001-2014
<i>Lorenzo-González, 2020</i>	Bardenas	SRCB	Sistema de riego	46.400 ha	>95% Inund	56% (51 - 59%)	49% (38 - 58%) ¹	1982-2000
<i>CHE-CITA (2006-2009)</i>	Bardenas	SRCB	Sistema de riego	56.300 ha	86% Inund	-	94% (87 - 101%) ³	AH 2004-2009
<i>Causapé, 2009a</i>	Bardenas	SRCB	Sistema de riego	54.300 ha	87% Inund 13% Pres	-	94% (92 - 98%) ^{4,3} 90% (87 - 97%) ⁵	2004-2006
<i>García-Garizábal, 2010</i>	Bardenas	Comunidad V	CR	15.500 ha	Inund	-	67% ⁵	2000
<i>García-Garizábal, 2010</i>	Bardenas	Comunidad V	CR	15.500 ha	Inund+mejoras	-	93% ⁵	2007
<i>Lecina et al., 2005</i>	Bardenas	Comunidad V	CR	15.545 ha	Inund	-	49% ⁶ A-húmedo 66% ⁶ A-seco	2000-2001
<i>Lecina et al., 2005</i>	Bardenas	Comunidad V	Sasos	11.054 ha	Inund	53% (40 - 75%) ⁷	-	2000-2001
<i>Lecina et al., 2005</i>	Bardenas	Comunidad V	Aluvial del Riguel	4.491 ha	Inund	62% (51 - 81%) ⁷	-	2000-2001
<i>Cots et al., 2014</i>	Canal de Urgell	Cuenca del río Corb	Cuenca	37.764 ha	Inund	-	56% (Sin RU 49%)	2000-2002
<i>Jiménez-Aguirre, 2017</i>	RAA	La Violada (CR Almodévar)	Sistema de Riego	3.581 ha	92% Inund	-	55,8% ± 3,6% ³	1995-1998
<i>Jiménez-Aguirre, 2017</i>	RAA	La Violada (CR Almodévar)	Sistema de Riego	3.581 ha	92% Inund	-	69,6% ± 4,5% ³	2005-2007
<i>CHE-CITA (2006-2017)</i>	RAA	La Violada (CR Almodévar)	Sistema de Riego	3.640 ha	92% Inund	-	66% ³	AH 2007-2008
<i>Barros et al., 2011b</i>	RAA	La Violada (CR Almodévar)	Sistema de Riego	3.565 ha	94% Inund	-	51% (40 - 67%) ^{3,1}	1995-2008
<i>Isidoro et al., 2004</i>	RAA	La Violada (CR Almodévar)	Sistema de Riego	3.866 ha	Inund	-	48% ³ 38% A-húmedo 54% A-seco	AH 1995-1998
<i>Faci et al., 2000</i>	RAA	La Violada (CR Almodévar)	Sistema de Riego	3.579 ha	Inund	-	70% (50 - 116%) ⁶	1994

RIEGO POR INUNDACIÓN								
Origen	Sistema	Zona	Ámbito	Superficie de riego	Sistema de riego	Eficiencia de riego en parcela	Eficiencia de riego del Sistema	Año estudio
<i>Playán et al., 2000</i>	RAA	La Violada (CR Almudévar)	Sistema de Riego	3.579 ha	Inund	62% ⁷	-	1994
<i>Faci et al., 1985</i>	RAA	La Violada (CR Almudévar)	Sistema de Riego	3.913 ha	Inund	-	67% (61 - 73) ²	AH 1982-1983
<i>Aragües et al., 1985</i>	RAA	La Violada (CR Almudévar)	Sistema de Riego	3.913 ha	Inund	-	45% ⁴	AH 1982-1983
<i>Zapata, 2002a</i>	C. Queiles	CR Tarazona	CR	4000 ha	Inund	49,5% ⁷	42% ⁸	2001
<i>Zapata, 2002b</i>	C. Aragón	Acq. Bayunga	Acequia	1.152 ha	Inund	43 - 61% ⁷	-	Anterior a 2000
<i>Zapata, 2002b</i>	C. Aragón	Acq. Bayunga	Acequia	1.152 ha	Inund+mejoras	54 - 70% ⁷	-	Posterior a 2000
<i>García-Garizábal, 2010</i>	Bardenas	Colector C-XIX-6 Glacis	Colector	95 Ha	Inund	-	56% ⁵	2001
<i>García-Garizábal, 2010</i>	Bardenas	Colector C-XIX-6 Glacis	Colector	95 Ha	Inund+mejoras	-	76 - 89% ⁵	2002-2008
<i>Causapé et al., 2004c</i>	Bardenas	33% Aluviales 77% Sasos	Barranco	97 ha	Inund	-	56% (CV 3%) ^{4.1}	AH 2000/01
<i>Causapé et al., 2004c</i>	Bardenas	100% Sasos	Barranco	216 ha	Inund	-	45% (CV 3%) ^{4.1}	AH 2000/01
<i>Lasanta et al., 2001</i>	Bardenas	Colector -27 Glacis	Colector	433 ha	Inund	-	74% ⁶ (Sin salidas Sub)	AH 1999/00
<i>Basso, 1994</i>	Bardenas	Colector -27 Glacis	Colector	409 ha	Inund	-	66% ⁴	AH 1991/92
<i>Lecina et al., 1998</i>	RAA	Acq. Rufas CR Sector V-Flumen	Acequia	445 ha	Inund	47 - 78%	69 - 56%	1993, 1994 y 1996
<i>Maté et al., 1994*</i>	CAyC	Acq. de La Torrasa	Acequia	330 ha	95% Inund	65% ⁷ herbáceos 89% ⁷ frutal	64%	-
<i>Cots et al., 2014</i>	Canal de Urgell	T. M. Arbeca (R. Corp)	TM	430 ha	Inund	36% ⁷	27,5%	1991
<i>Barragán et al., 2001*</i>	Canal de Urgell	Torreribera	Acequia	107 ha	Inund	70 - 99%	77%	AH 1999-2000
<i>Canela et al., 1991*</i>	Canal de Urgell	Colectividad nº 20 Linyola	Parcela	-	Inund	66% ⁷ Suelos poco prof. 90% ⁷	-	-
<i>Cots et al., 2014</i>	Canal de Urgell	Río Corp	Parcela	30 ha	Inund	60% ⁷ 75 - 86% ⁷ Lutitas 22 - 39% ⁷ Gravas 65% ⁷ Detrítico finos	-	1995-2000
<i>Maté et al., 1997*</i>	CAyC	La Melusa	Parcela	0,55 ha	Inund	76 - 86% ⁷ nivelación	-	-

RIEGO PRESURIZADO								
Origen	Sistema	Zona	Ámbito	Superficie de riego	Sistema de riego	Eficiencia de riego en parcela	Eficiencia de riego del Sistema	Año estudio
<i>Jiménez-Aguirre, 2017</i>	RAA	La Violada (CR Almodívar)	Sistema de Riego	4.000 ha	91% Asp	-	80% ± 5,5% ³	2011-2015
<i>CHE-CITA, (2006-2017)</i>	RAA	La Violada (CR Almodívar)	Sistema de Riego	4.400 ha	91% Asp	-	82% (76 - 94%) ³	AH 2010-2015
<i>Stambouli et al., 2014</i>	RAA	La Violada (CR Almodívar)	Sistema de Riego	3.744 ha	94% Asp 5% Pívo	-	87% (86-131%) ⁶	ER 2011
<i>CHE-CITA, (2006-2017)</i>	RAA	Bco. de La Valcuerna	Cuenca	7.200 ha	100% Asp	-	71% (60 - 87%) ³	AH 2010-2015
<i>Andrés & Cuchí, 2014a</i>	RAA	Cuenca de Alcanadre CR Lasesa	Sistema de Riego	9.786 ha	72% Asp 28% Pívo	-	76% (71 - 83%) ⁵	2009-2010
<i>Stambouli et al., 2012</i>	RAA	CR Candasnos	Sistema de Riego	5.745 ha	73% Asp 7% Got	-	94% (79 - 131%) ⁶	ER 2009
<i>Dechmi et al., 2003</i>	Eje del Ebro	Loma de Quinto de Ebro	CR	2.606 ha	100% Asp	-	127% ⁶	1989, 1995 y 1997
<i>Skhiri and Dechmi, 2012</i>	RAA	Cuenca de Alcanadre Bco. del Reguero (CR Alconadre)	Barranco	1.355 ha	96% Asp 3% Pívo 1% Got	-	63-81% (ER 63-76%) ³ 88-95% (ER 85-91%) ^{4,4} 87% ⁶	AH 2008-2009
<i>Zapata, 2002b</i>	C. Aragón	Acq. Bayunga	Acequia	1.152 ha	Pres	71 - 82% ⁷	-	Posterior a 2000
<i>Merchán, 2015</i>	Bardenas	Bco. Lerma	Barranco	127-352 ha	93% Asp 7% Got	74 - 80%	76% (64 - 81%) ⁵	2006-2013
<i>Abraham, 2010</i>	Bardenas	Bco. Lerma	Barranco	124-346 ha	90% Asp 10% Got	-	72% (70 - 75%) ⁵	2006-2008
<i>Cavero et al., 2003</i>	RAA	Bco. de La Valcuerna Colector D-XI	Colector	494 ha	Asp	-	92 -100% ⁶	Abril 1997-AH 1998
<i>Tedeschi et al., 2001</i>	RAA	Bco. de La Valcuerna Colector D-XI	Colector	470 ha	43% Asp 57% Pívo	-	92% ⁶	Jun 1997-AH 1998

RIEGO MIXTO: INUNDACIÓN + PRESURIZADO								
Origen	Sistema	Zona	Ámbito	Superficie de riego	Sistema de riego	Eficiencia de riego en parcela	Eficiencia de riego del Sistema	Año estudio
<i>CHE-CITA (2006-2017)</i>	RAA	Cuenca de Alcanadre (34 CCRR)	Sistema de Riego	71.800 ha	65% Inund 35% Pres	-	73% (53 - 85%) ³	AH 2008-2015
<i>CHE-CITA (2006-2017)</i>	CAyC	Clamor Amarga (Varias CCRR)	Sistema de Riego	53.100 ha	53% Pres 47% Inund	-	77% (69 - 86%) ³	AH 2010-2015
<i>Causapé et al. 2004c</i>	Bardenas	60% Aluviales 40% Sasos	Barranco	149 ha	61% Inund 39% Asp	-	62% (CV 5%) ^{4.1}	AH 2000/01

*Documento sin localizar, los datos se obtienen de CHE-CITA 2006

$$^1 EfR_T = EVP/(R_f + R_v)$$

$$^2 \text{Irrigation application efficiency IAE} = ET_c/R$$

$$^3 Ef_R = (ET_r - P_{ef}) / R_f$$

$$^{3.1} \text{Irrigation Consumptive use Coefficient ICUC} = (ET_r - P_{ef}) / I - (Aw_i - Aw_f)$$

$$^4 \text{Water application efficiency WAE} = ET_r / (R + P_{ef})$$

Conservative water use efficiency:

$$^{4.1} CWUE = ET_r / (R + P_p)$$

$$^{4.2} CWUE = (ET_r + PEA) / (R + P_p)$$

$$^{4.3} CWUE = (ET_r + Aw_e) / (R + P_{ef} + Aw_i)$$

$$^{4.4} CWUE = (ET_r + PEA) / (R + P_{ef})$$

⁵ ER = 1 - ((D_r + PEA) / R). Cálculo de la eficiencia de riego a partir del volumen de los drenajes (D_r).

⁶ Seasonal irrigation performance index SIPI = NH_n / R_f o Ef_R = (ET_c - P_{ef}) / R_f. Se aplica solo a la Estación de Riego

⁷ Eficiencia de la aplicación del agua de riego en parcela EA = Agua almacenada en la zona radicular / Agua aplicada con el riego.

$$^8 \text{Eficiencia global } E_g = E_d * EA$$

$$^9 \text{Eficiencia de aplicación en parcela } EA_p = NH_n / R_p$$

RAA: Riegos del Alto Aragón

CAyC: Canal de Aragón y Cataluña

Aw: agua disponible para las plantas en el suelo a comienzo (Aw_i) y final (Aw_e) del periodo de estudio.

E_d: eficiencia en la distribución de la red de riego.

ET_c: evapotranspiración de los cultivos en condiciones estándar.

ET_r: evapotranspiración real, actual o efectiva de los cultivos calculada a partir de la ET_c y del volumen de agua almacenada en el suelo.

EVP = volumen de agua evapotranspirada por los cultivos ajustada a partir del volumen de agua disponible para el riego y las necesidades de los cultivos una vez sacada de la ecuación la precipitación efectiva.

NH_n: necesidades hídricas netas.

P_p: precipitaciones.

P_{ef}: precipitación efectiva.

PEA: Pérdidas por evaporación y arrastre (solo riego por aspersión).

R: volumen de agua aplicada al riego.

R_f: volumen de agua facturada.

R_p: volumen de agua aplicada en parcela

R_v: agua derivada del río para el riego (no incluye el volumen de agua reutilizado).

Apéndice 1

Presentación sobre la Metodología aplicada



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
EBRO

DOTACIONES OBJETIVO de RIEGO para el PH del EBRO, CUARTO CICLO

Metodología

Víctor Pinilla (HEYMO Ingeniería) 

26 de septiembre de 2024

Contenido de la presentación

1. Introducción y
2. Objetivo
3. Ámbito geográfico
4. Proceso de elaboración
5. Conceptos previos

Contenido del estudio - Metodología

Anejo 1: Análisis de dotaciones de riego en las normativas de otros planes hidrológicos

Anejo 2: Información recopilada para el cálculo de dotaciones de riego

Anejo 3: Actualización de las Comarcas Agrarias

Anejo 4: Evaluación de la Evapotranspiración de Referencia

Anejo 5: Identificación de cultivos de regadío

Anejo 6: Determinación de las necesidades de riego de los cultivos

Anejo 7: Dotaciones de riego y demandas de los grandes sistemas de riego

Anejo 8: Validación de las dotaciones de riego.

Anejo 9: Análisis de incertidumbre y efectos previsibles del cambio climático

Introducción

- La actualización de las Dotaciones es una iniciativa del Plan Hidrológico vigente contenida en su Programa de Medidas.
- Las dotaciones actuales se basan en estudios previos de 1993 y 2004.
- Las nuevas dotaciones estarán disponibles en la plataforma SITEbro y la web de la CHE.
- El estudio ha sido realizado por HEYMO INGENIERÍA, S.A.U., bajo contratado y la dirección de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Objetivo

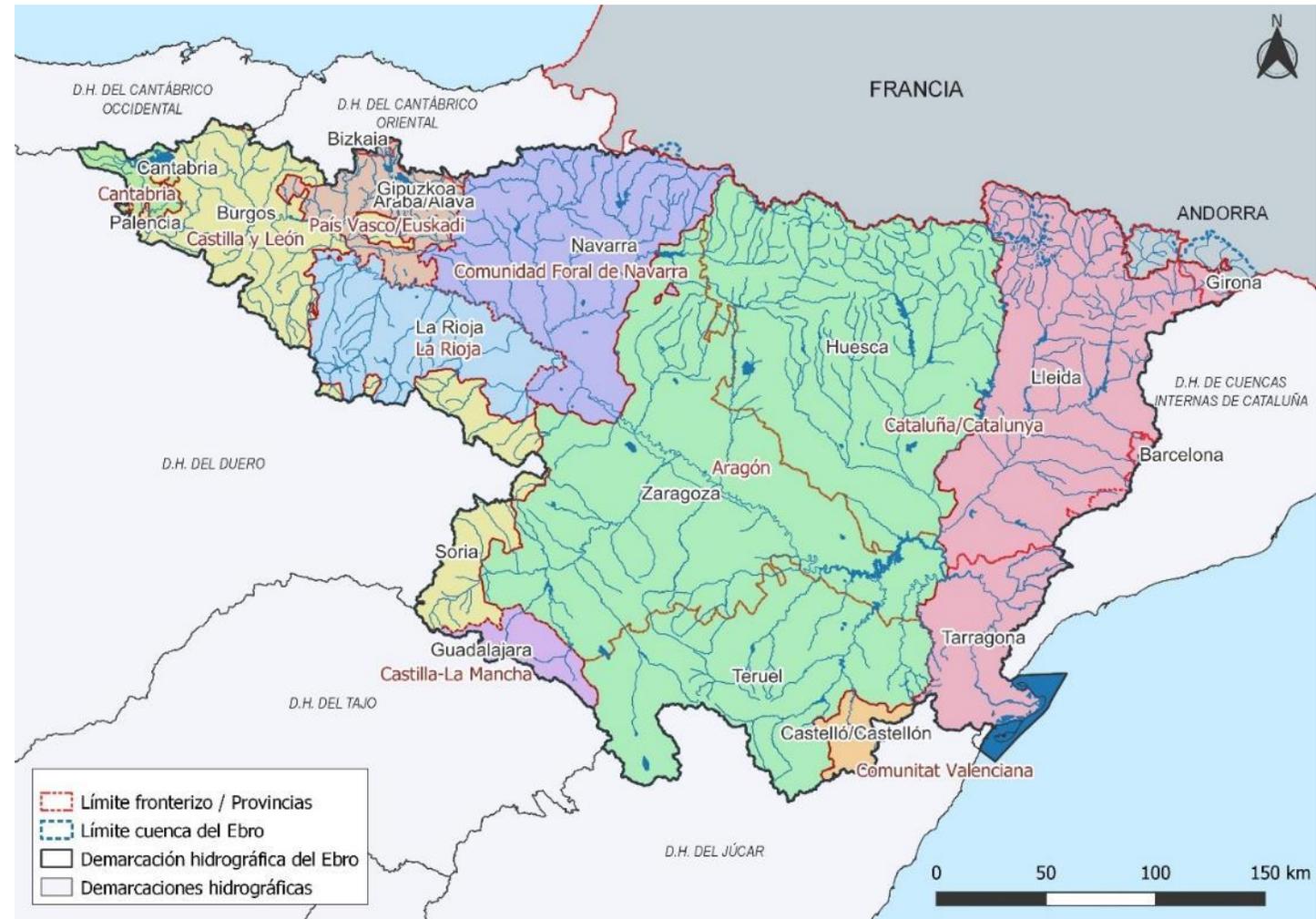
- Cálculo de las dotaciones de riego necesarias para los cultivos en la demarcación hidrográfica del Ebro, por comarcas agrarias y debidamente validadas.

Estas dotaciones configuran la propuesta para su incorporación en el Plan Hidrológico del cuarto ciclo, que abarca el periodo 2028-2033.

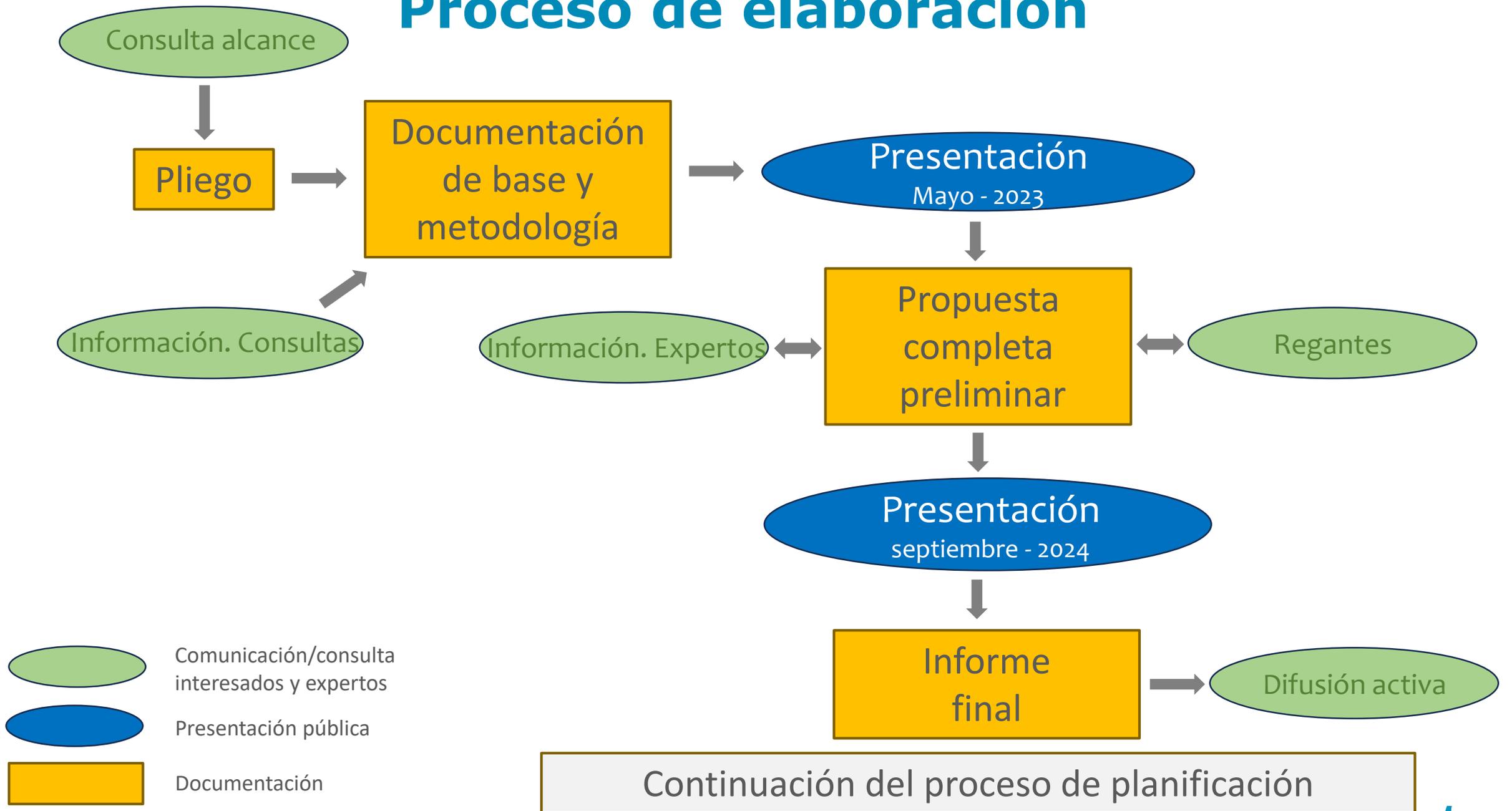
- Determinación de las dotaciones brutas en los grandes sistemas de riego.
- Análisis de incertidumbre y evaluación de los efectos previsibles del cambio climático.

Ámbito geográfico

- El estudio se desarrolla en la totalidad de la demarcación hidrográfica del Ebro.
- Para una mejor precisión, la demarcación se ha dividido en 95 comarcas agrarias.



Proceso de elaboración



Conceptos previos

- ✓ Evapotranspiración de referencia (ET_o)
- ✓ Evapotranspiración de cada cultivo ($ET_c = ET_o * K_c$)
- ✓ Necesidad de riego o dotación neta del cultivo (NR_n)
- ✓ Eficiencia global. Eficiencia en conducción, distribución y aplicación.

$$(E_g = E_c \times E_d \times E_a)$$

- ✓ Dotación en parcela ($NR_p = NR_n / E_a$)
- ✓ Dotación bruta ($NR_b = NR_n / E_g$)
- ✓ La dotación varía cada mes y año. Se adopta el valor del percentil 80 de la serie anual

Aj 1.- Dotaciones de riego en la PH española

- Se examinan las dotaciones objetivo para el riego, recopilando información de :
 - **La 9 Demarcaciones intercomunitarias:** Se extrae información de los anexos del Real Decreto 35/2023
 - **Cuencas Internas de Cataluña:** Se utiliza información del Plan Hidrológico de la Cuenca Fluvial de Cataluña (Decreto 91/2023 y Real Decreto 690/2023)
- Se recopilan y comparan datos de todos los cultivos incluidos
- Como casos especiales se incluye: jardines, invernaderos, setas y chopos.
- Se destaca la dificultad de comparar directamente las cifras debido a la utilización de diferentes metodologías y valores de eficiencia (dotaciones brutas o netas).

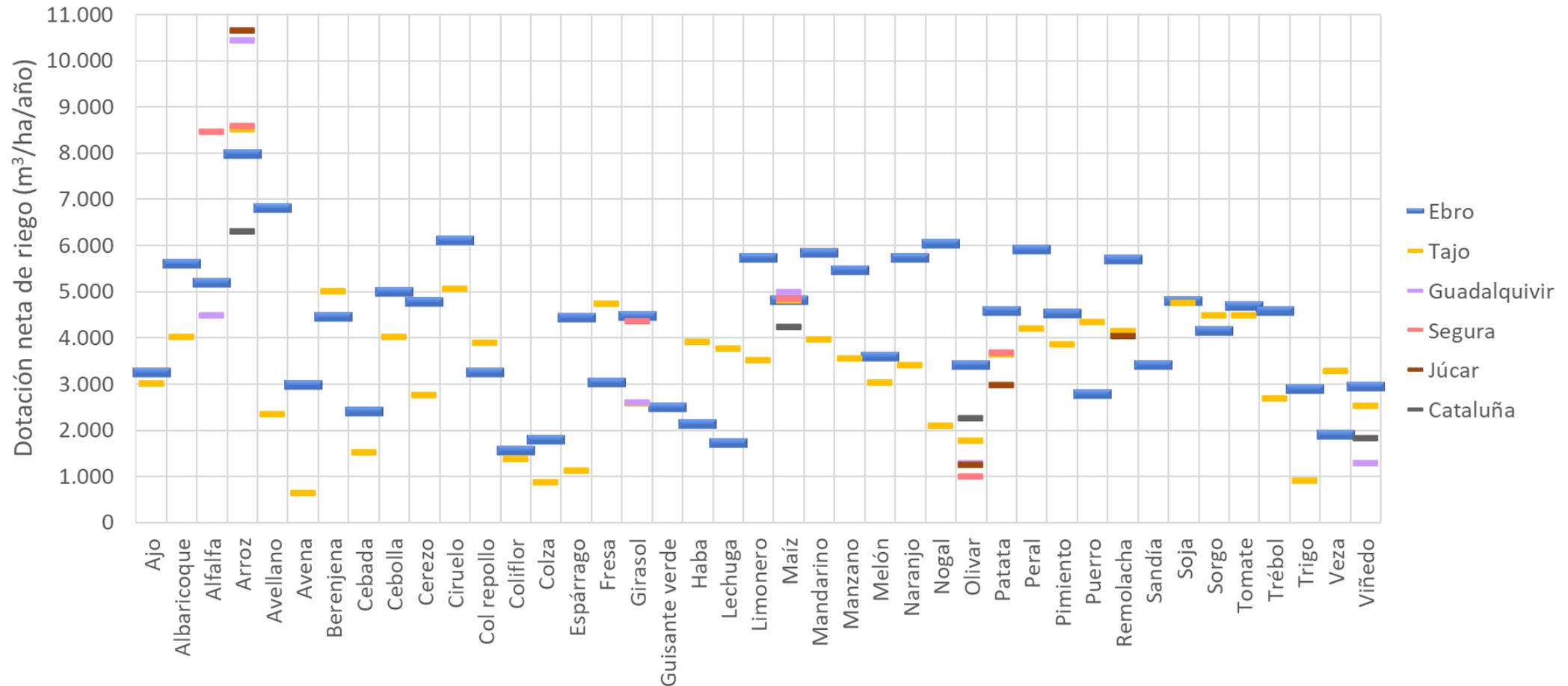
Aj 1.- Dotaciones de riego en la PH española

Plan Hidrológico	Tipo dotación	Valores estadísticos dotaciones				Detalle dotación
		Nº dot.	Máx.	Med.	Mín.	
Cantábrico Oriental	<i>Dotación neta^(*)</i>	27	5.500	1.936	40	<i>Según 9 cultivos y 3 métodos de riego. También dotación para hortalizas en invernadero y riego antiheladas</i>
Cantábrico Occidental	<i>Dotación neta^(*)</i>	27	5.500	1.936	40	<i>Según 9 cultivos y 3 métodos de riego. También dotación para hortalizas en invernadero y riego antiheladas</i>
Miño-Sil	<i>Dotación máxima bruta</i>	14	4.500	3.229	1.400	<i>Para 14 cultivos. En invernado usar coeficiente de 1,5 (incluir estudio agronómico)</i>
Duero	<i>Dotación máxima bruta</i>	58	5.848	4.217	2.187	<i>Para 58 comarcas agrarias</i>
Tajo	<i>Dotación máxima bruta</i> <i>Dotación máxima neta</i>	20 652	7.000 9.000	6.175 3.405	5.400 250	<i>Bruta según 10 sistemas de explotación y diferenciando aguas superficiales de subterráneas.</i> <i>Neta según 78 cultivos y los 10 SSEE</i>
Guadiana	<i>Dotación de referencia mínima y máxima^(*)</i>	42	11.800	4.541	700	<i>Dos tablas: Sistema Oriental, según 20 cultivos (incluidos 3 tipos de olivar); Otros Sistemas, según 22 cultivos (incluidos tipos de olivar)</i>
Guadalquivir	<i>Dotación neta</i> <i>Dotación bruta máx. y mín. (olivar)</i>	17 165	10.450 3.500	4.060 ---	1.290 750	<i>Neta según 17 cultivos</i> <i>Bruta máxima para olivar según 3 tipologías y Bruta mínimas para olivar según P y ETP</i>
Segura	<i>Dotación bruta</i> <i>Dotación neta</i>	567 905	19.516 8.600	6.561 4.369	1.107 1.000	<i>Según 75 UDAs y 17 cultivos en ambos casos</i>
Júcar	<i>Dotación neta</i> <i>Dotación bruta r. apoyo leñosas</i> <i>Dotación referencia Mancha Oriental</i>	1.450 2 ---	10.775 1.250 ---	3.876 --- ---	400 1.000 ---	<i>Neta según 25 cultivos y 58 zonas agrarias</i> <i>Dos valores de bruta apoyo leñosas</i> <i>Mancha Oriental específico del caso</i>
Ebro	<i>Dotación neta</i> <i>Dotación bruta grades ZZRR</i>	1.569 13	9.150 20.213	3.765 10.480	190 6.000	<i>Neta según 63 cultivos y 110 com. agr.</i> <i>Bruta para 13 grandes sistemas de riego</i>
CI Cataluña	<i>Dotación neta</i>	154	8.506	4.266	916	<i>Neta según 27 cultivos y 11 com. agr.</i>

(*) Se trata de dotaciones brutas en parcela

Aj 1.- Dotaciones de riego en la PH española

Comparativa de las dotaciones medias de distintas demarcaciones hidrográficas por tipo de cultivo



Aj 1.- Dotaciones de riego en la PH española

Comparativa de demandas y superficies regadas entre distintas demarcaciones hidrográficas

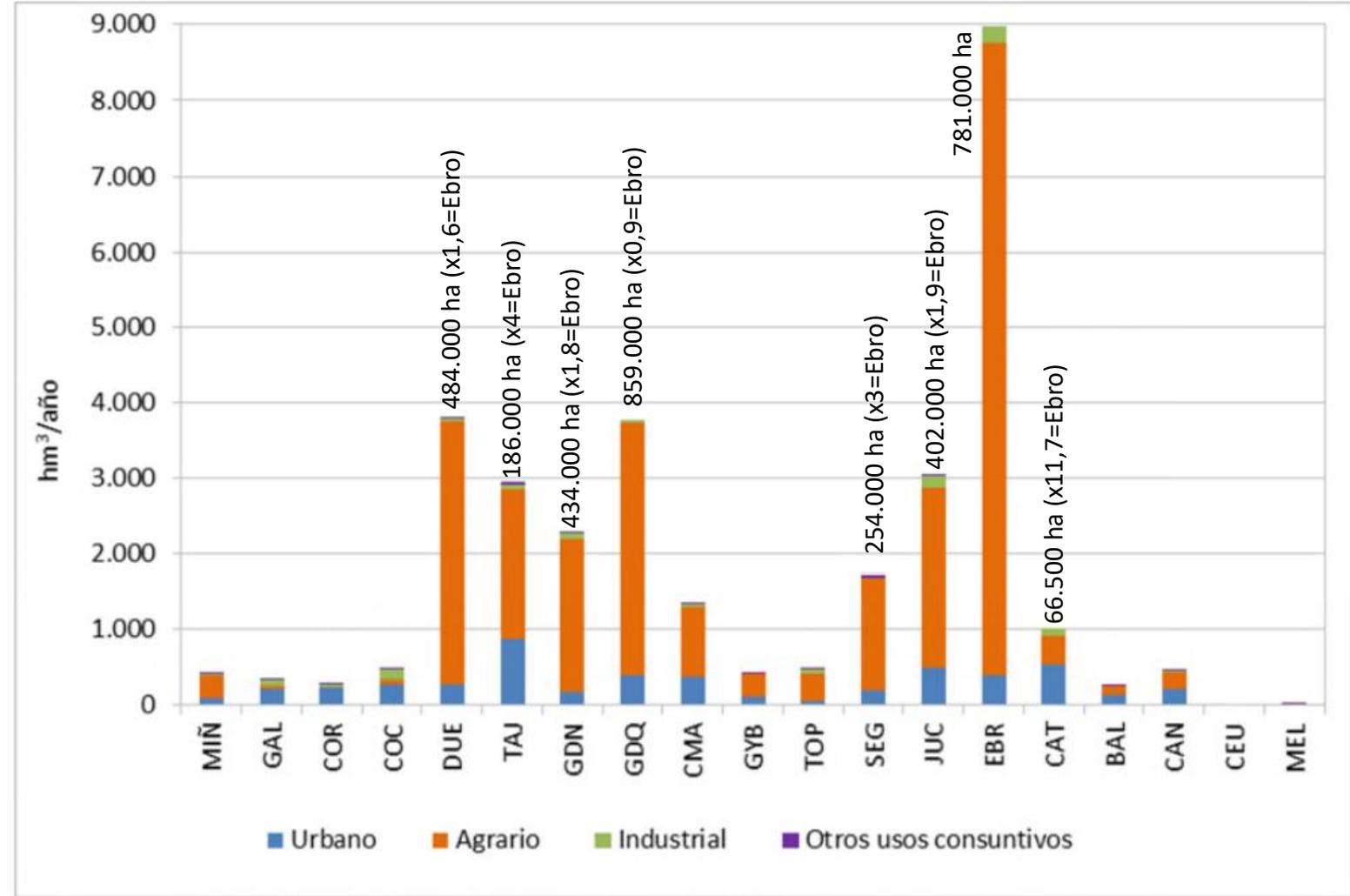


Figura 4.3. Demandas previstas a 2021 por demarcaciones hidrográficas para los principales usos consuntivos, según los planes hidrológicos de segundo ciclo.

Aj 2.- Información recopilada

- **Oficina de Planificación Hidrológica:** Estudios previos, información SIG sobre comarcas agrarias. Colaboración de oficinas de planificación de otras demarcaciones.
- **Servicio Automático de Información Hidrológica (SAIH):** Volumen anual de agua utilizada, superficie regada y dotación media en zonas regables del Ebro.
- **Comisaría de aguas:** Expedientes de derechos de agua para riego.
- **Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR):** Datos de ETo y Kc por cultivo y comarca agraria, otros estudios de interés.
- **Comunidades autónomas:** Información agroclimática y datos específicos de cada región.
- **Comunidades de regantes.** Información sobre usos, cultivos y dobles cosechas, datos de gestión, etc.
- **Fuentes de estadística agraria:** Identificación de cultivos y su evolución en el territorio.
- **Universidades y Centros de investigación:** Artículos, datos y comunicaciones personales. CSIC (Centro Superior de Investigaciones Científicas), NEIKER (Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario), UCIM (Universidad de Castilla la Mancha), UPV (Universidad Politécnica de Valencia), INTIA (Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias), ICVV (Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino), SMC (Servei Meteorològic de Catalunya), ACA (Agencia Catalana del Agua), IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries), SARGA (Sociedad Aragonesa de Gestión Agroambiental), CEH (Centro de estudios Hidrográficos del CEDEX), FEGA (Fondo Español de Garantía Agraria. Organismo autónomo, adscrito al MAPA), ESDAC (European Soil Data Centre), Eurostat (Oficina Europea de Estadística).

Aj 3.- Actualización de las Comarcas Agrarias

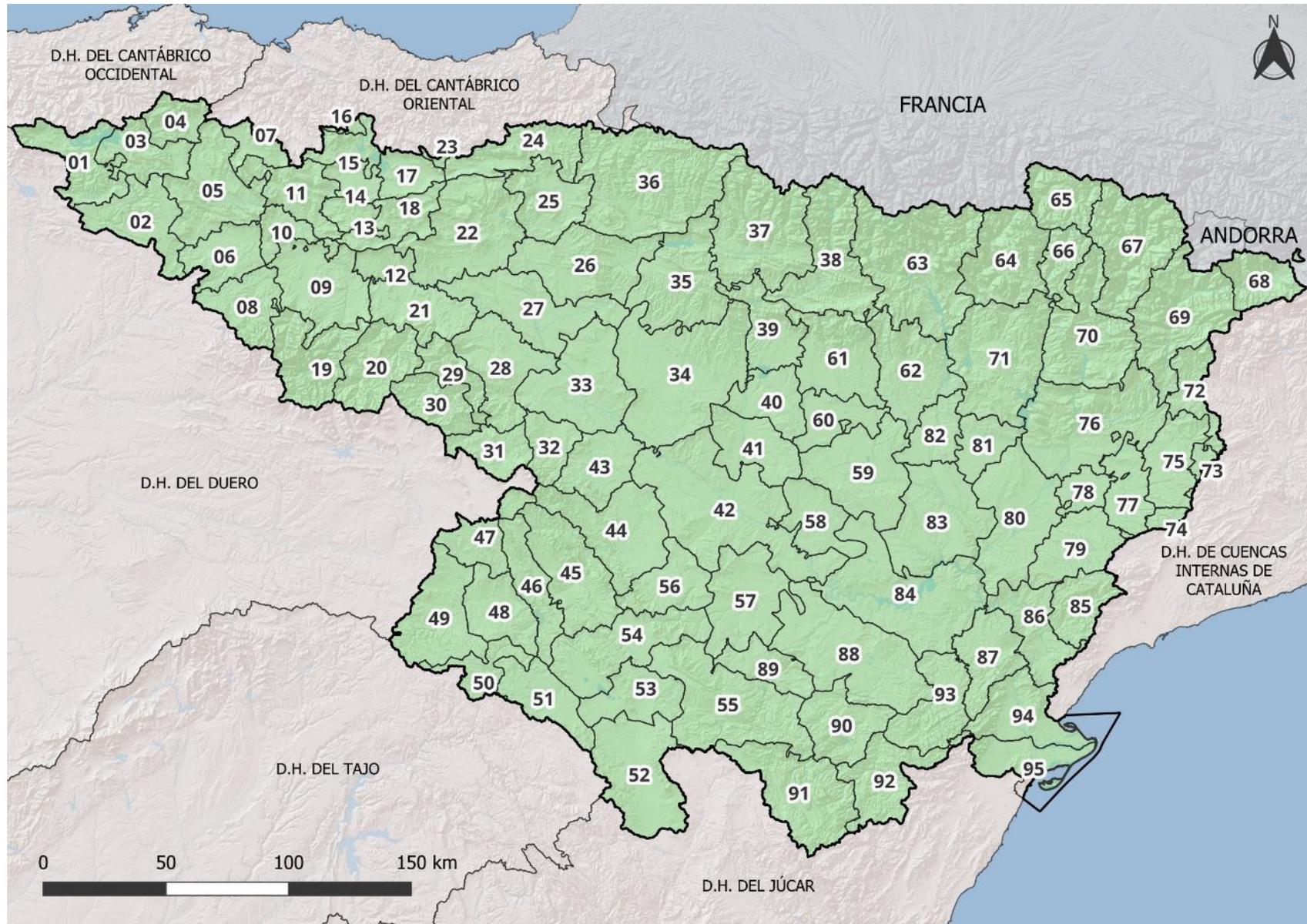
Metodología:

- Se parte de la comarcalización agraria del ciclo 2022-2027 (110 comarcas).
- Se consideran las comarcalizaciones de las 9 comunidades autónomas de la DHE.
- Se recibieron comentarios y sugerencias fruto de la jornada de participación (mayo de 2023).

Criterios de actualización:

- Un municipio solo puede formar parte de una comarca.
- Se utilizan los límites municipales y de la demarcación más recientes.
- Se evita incluir pequeñas partes de comarcas en zonas de borde de la Demarcación.
- Se permite integrar municipios de diferentes comunidades solo en casos muy concretos.
- Se verifica la homogeneidad de la comarca en cuanto a:
 - Elevación del terreno y barreras orográficas
 - Cultivos
 - Temperatura, ETo y precipitación

Aj 3.- Actualización de las Comarcas Agrarias

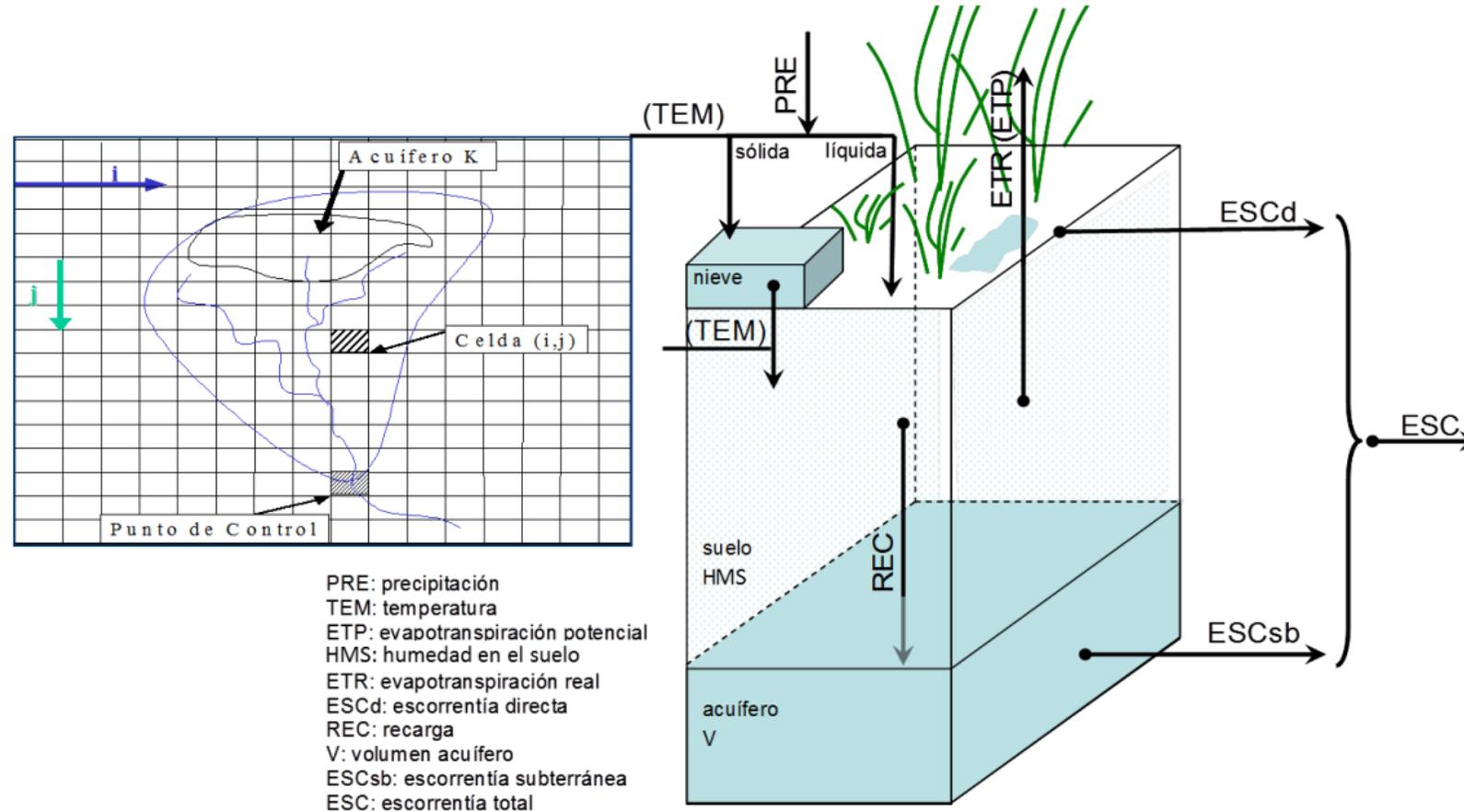


COMARCAS AGRARIAS

- | | |
|---|--|
| 01 - Reinosa | 48 - Ariza |
| 02 - Sedano | 49 - Arcos de Jalón |
| 03 - Villarcayo | 50 - Maranchón |
| 04 - Espinosa de los Monteros | 51 - Molina de Aragón |
| 05 - Medina de Pomar | 52 - Cuenca Alta del Jiloca |
| 06 - Briviesca | 53 - Calamocha |
| 07 - Villalba de Losa | 54 - Daroca |
| 08 - Belorado | 55 - Montalbán |
| 09 - Rioja Alta | 56 - Cariñena |
| 10 - Miranda de Ebro | 57 - Belchite |
| 11 - Añana | 58 - Pina de Ebro |
| 12 - Rioja Alavesa | 59 - Sariñena |
| 13 - Condado de Treviño | 60 - Grañén |
| 14 - Vitoria-Gasteiz | 61 - Huesca |
| 15 - Estribaciones del Gorcea | 62 - Barbastro |
| 16 - Arratia-Nerbioi | 63 - Boltaña |
| 17 - Arabako Lautada | 64 - Castejón de Sos |
| 18 - Montaña Alavesa | 65 - Val d'Aran |
| 19 - Sierra Rioja Alta y Neila | 66 - Alta Ribagorça |
| 20 - Sierra Rioja Media y Torrecilla en Cameros | 67 - Pallars Sobirà |
| 21 - Rioja Media | 68 - Cerdanya |
| 22 - Tierra Estella | 69 - Alt Urgell |
| 23 - Goierri | 70 - Pallars Jussà |
| 24 - Navarra Nord-Occidental | 71 - Graus |
| 25 - Cuenca de Pamplona | 72 - Solsonès |
| 26 - Navarra Media | 73 - Anoia |
| 27 - Ribera Alta-Aragón | 74 - Conca de Barberà |
| 28 - Rioja Baja | 75 - Segarra |
| 29 - Sierra Rioja Baja | 76 - Noguera |
| 30 - San Pedro Manrique | 77 - Urgell |
| 31 - Àgreda | 78 - Plà d'Urgell |
| 32 - Tarazona | 79 - Garrigues |
| 33 - Navarra Ribera Baja | 80 - Segrià |
| 34 - Ejea de los Caballeros | 81 - La Litera |
| 35 - Sos del Rey Católico | 82 - Monzón |
| 36 - Navarra Pirineos | 83 - Bajo Cinca |
| 37 - Jaca | 84 - Caspe |
| 38 - Sabiñánigo | 85 - Priorat |
| 39 - Ayerbe | 86 - Ribera d'Ebre |
| 40 - Almodévar | 87 - Terra Alta |
| 41 - Zuera | 88 - Alcañiz |
| 42 - Zaragoza | 89 - Muniesa |
| 43 - Borja | 90 - Mas de las Matas |
| 44 - Épila-La Almunia | 91 - Maestrazgo-Alfambra |
| 45 - Calatayud | 92 - Els Ports (Morella-Villafranca del Cid) |
| 46 - Ateca | 93 - Valderrobres |
| 47 - Gómara | 94 - Baix Ebre |
| | 95 - Montsià |

Aj 4.- Evapotranspiración de Referencia

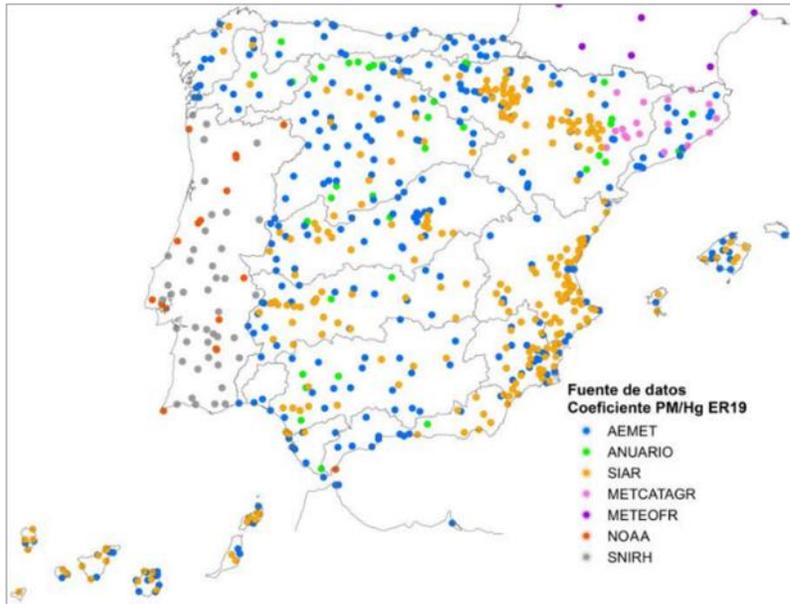
- Información ráster mensual de ET_0 de SIMPA



SIMPA: Sistema Integrado de Modelación Precipitación-Aportación

Aj 4.- Evapotranspiración de Referencia

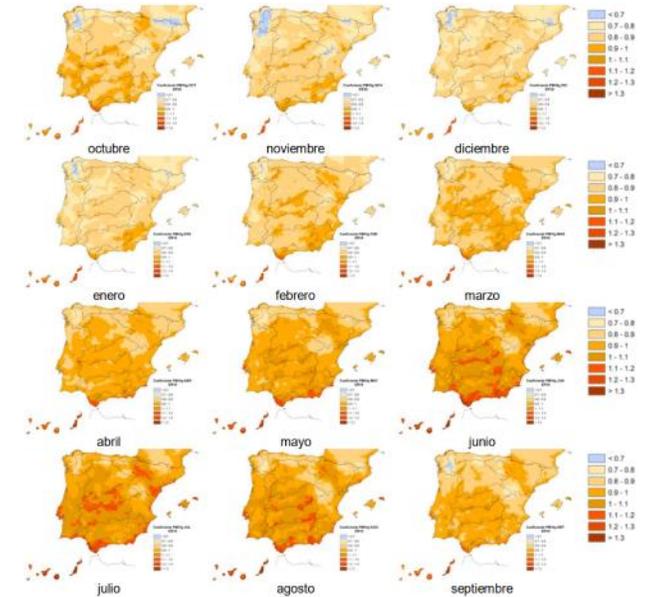
➤ Información ráster mensual de ET_0 de SIMPA



Puntos de cálculo de ET_0
PenmanMonteith



Puntos de cálculo de ET_0
Hargreaves



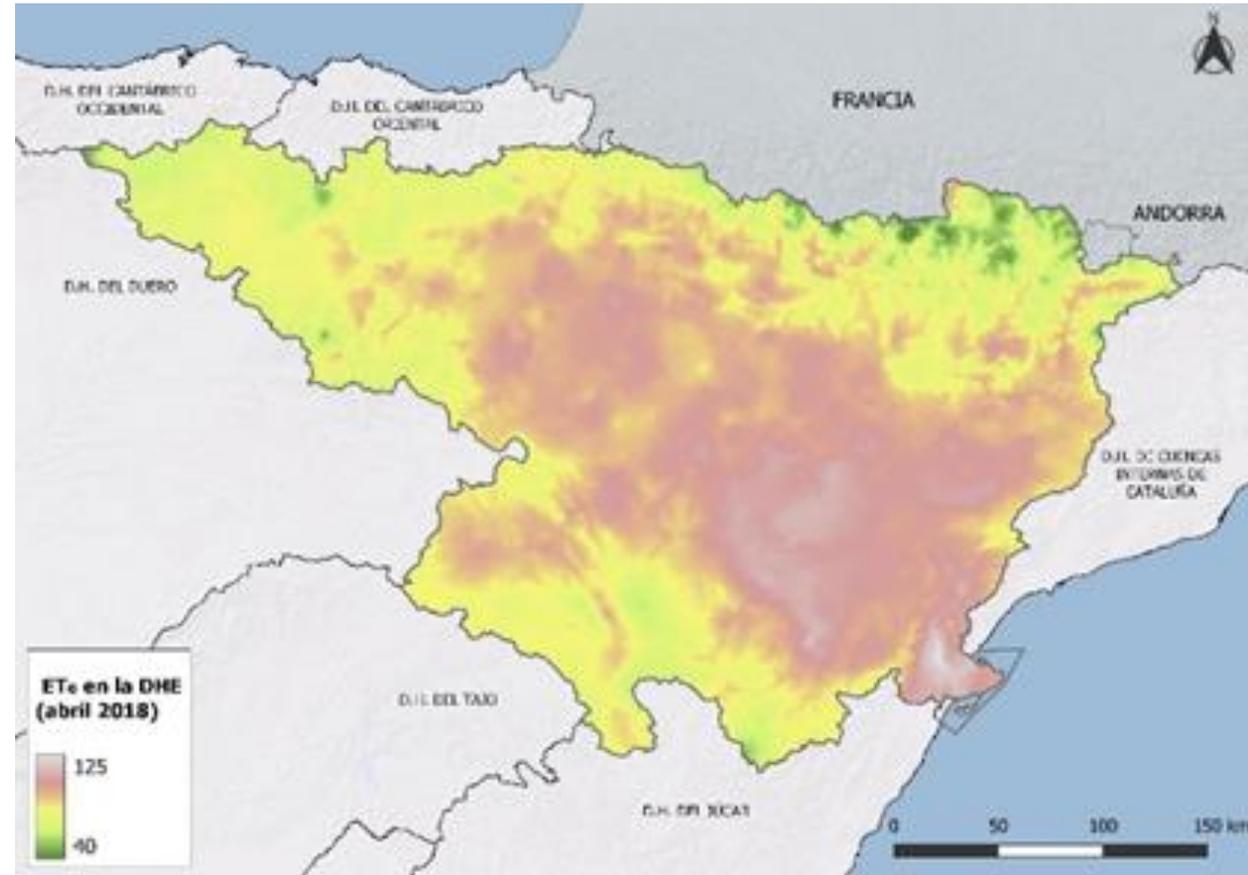
SIMPA: Sistema Integrado de Modelación Precipitación-Aportación

Aj 4.- Evapotranspiración de Referencia

- Información ráster mensual de ET_0 de SIMPA

Resultado:

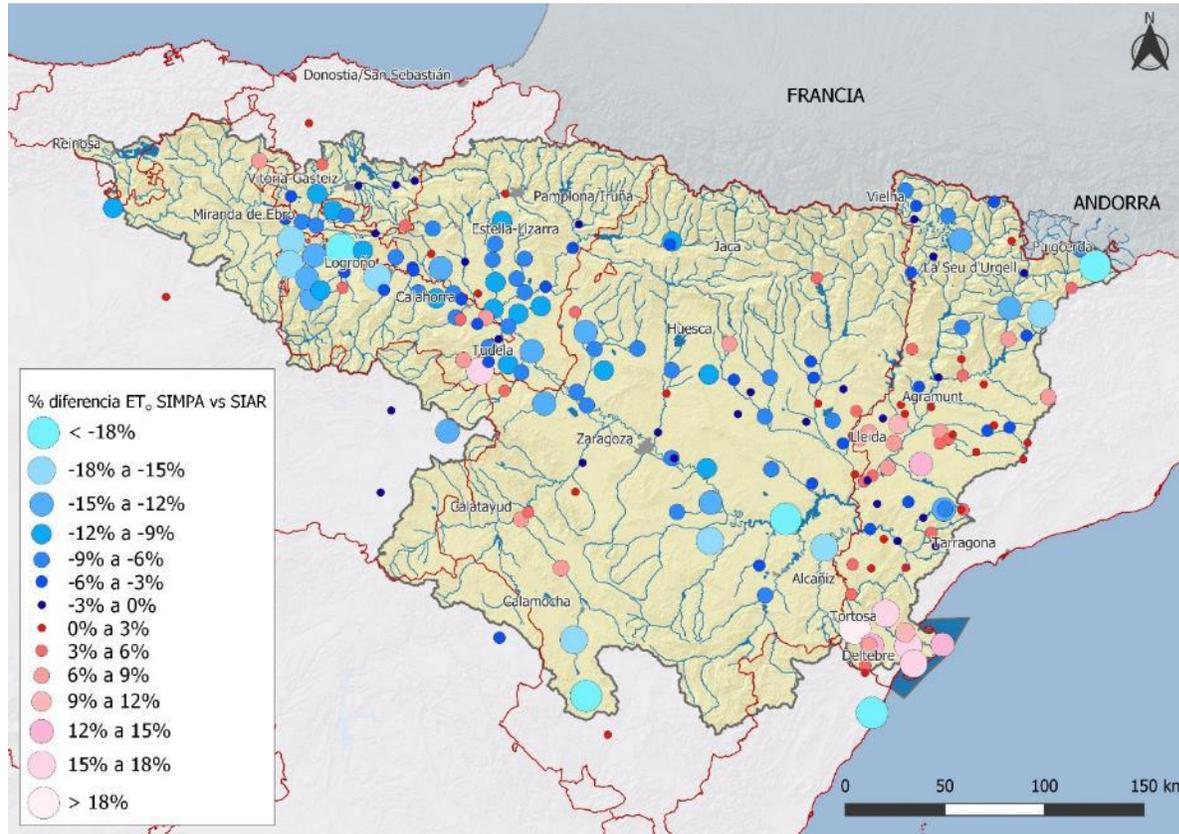
936 mapas ráster mensuales
(oct. de 1940 a sep. de 2018)
de valores ET_0 asimilable a
Penman-Monteith



Ejemplo mapa ráster ET_0 en la DH Ebro. Abril de 2018

Aj 4.- Evapotranspiración de Referencia

➤ Ajuste de ET_0 de SIMPA a datos SiAR: Resultado



Procesos geoestadísticos



936 mapas ráster mensuales
(oct. de 1940 a sep. de 2018)
de valores ET_0 corregidos a los
datos calculados en las
estaciones SiAR

Aj 4.- Evapotranspiración de Referencia

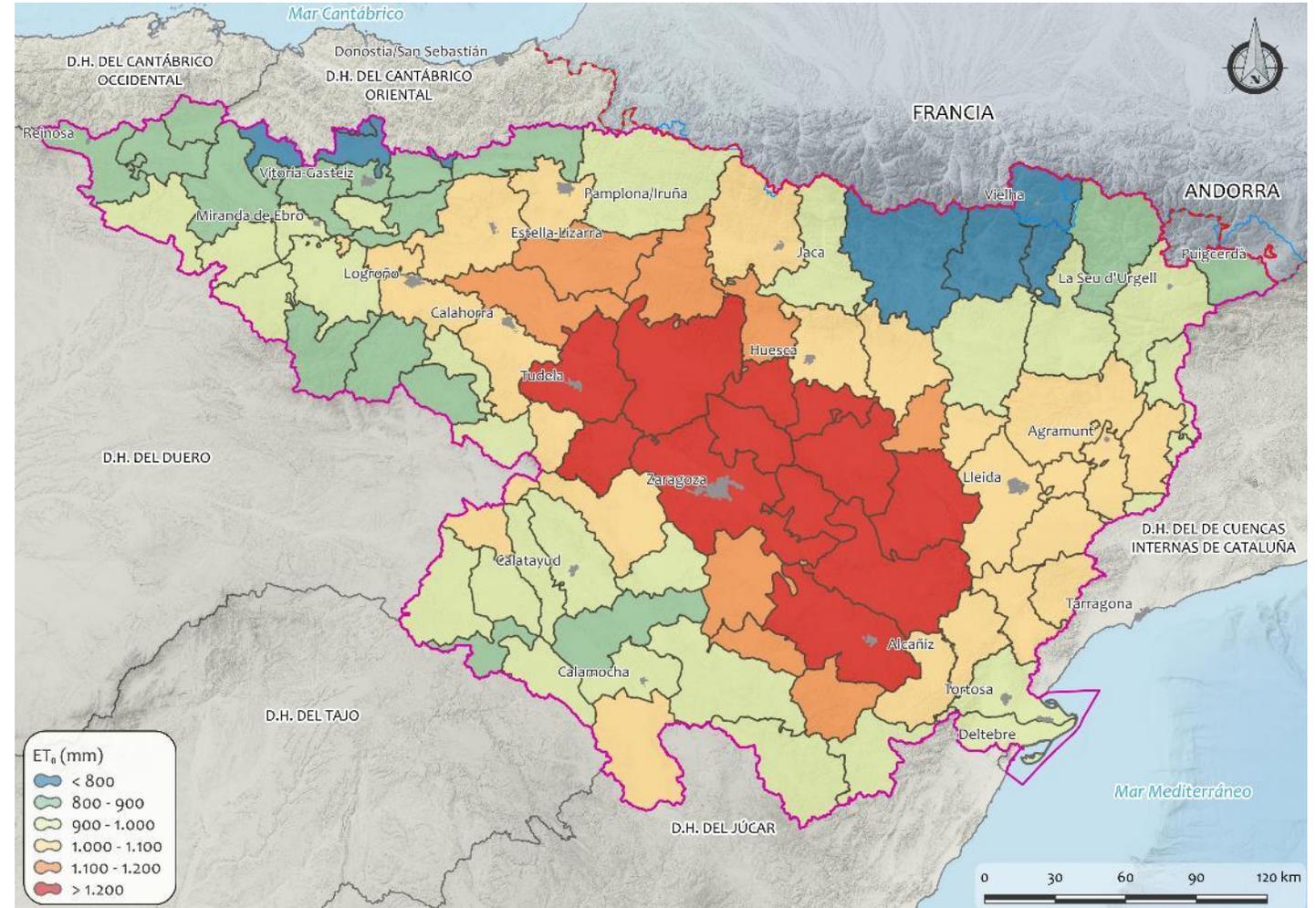
➤ ET₀: Resultado

936 mapas ráster mensuales
(oct. de 1940 a sep. de 2018)
de valores ET₀ corregidos a los
datos calculados en las
estaciones SiAR



936 valores mensuales
(oct. de 1940 a sep. de 2018)
de valores ET₀ según las 95
Comarcas Agrarias

Importante. SIMPA incluye datos
de **precipitación mensual** con la
misma configuración espacio-
temporal que los de ET₀.



ET₀ media anual del periodo 1980/81 a 2017/18 según Comarca Agraria

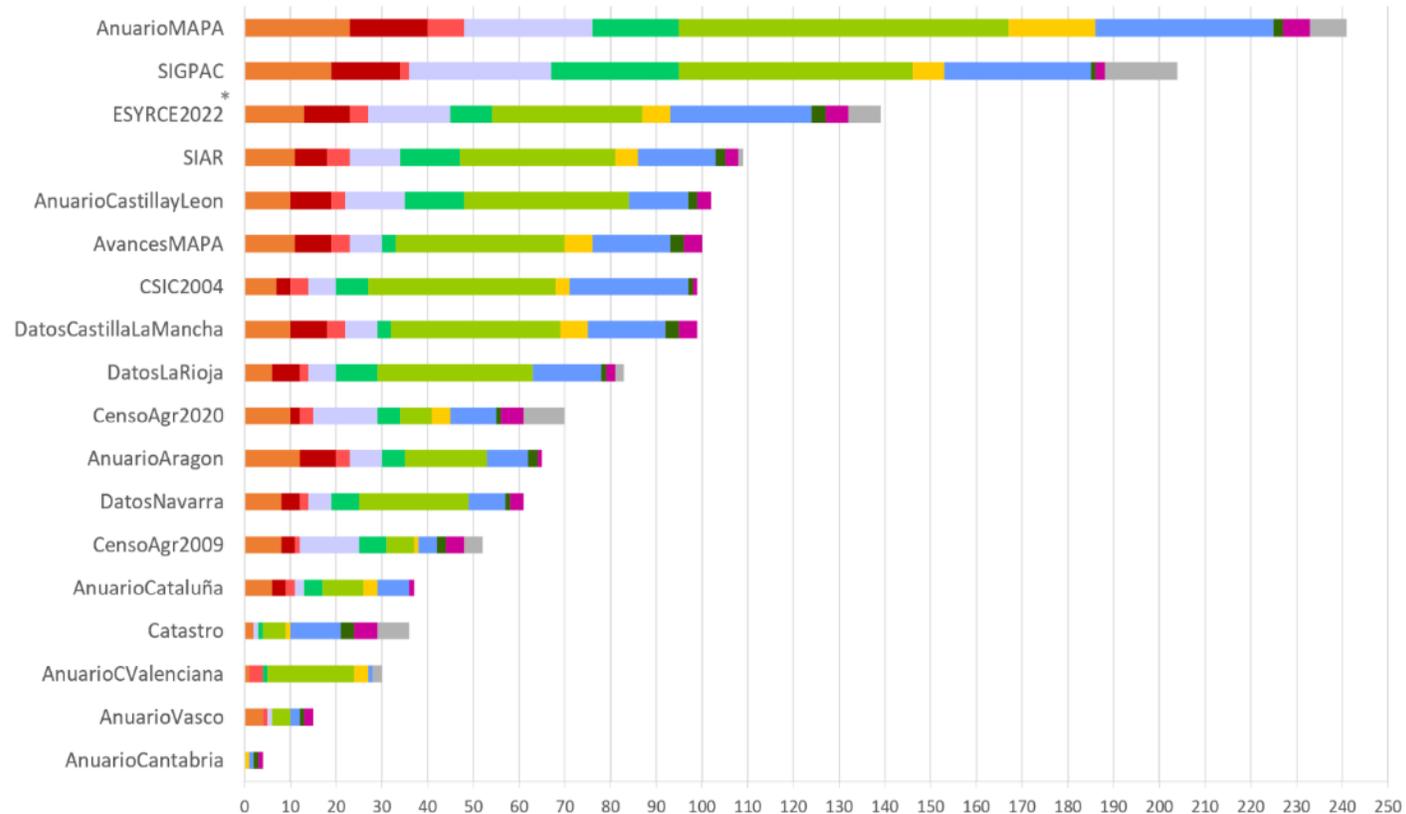
Aj 5.- Identificación de cultivos en regadío

- **Objetivo:** Identificar los cultivos/variedades de regadío presentes en las Comarcas Agrarias de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (DHE).

- Múltiples **fuentes de información**, tanto nacionales como de las comunidades autónomas, incluyendo censos agrarios, anuarios estadísticos, sistemas de información geográfica, etc. Base en estudio CSIC-CHE 2004.
 - **Proceso:**
 1. Recopilación y análisis de la información.
 2. Selección de cultivos en la DHE.
 3. Identificación de cultivos según las 95 comarcas agrarias de la DHE.
 4. Extrapolación de los cultivos a otras comarcas agrarias.

Aj 5.- Identificación de cultivos en regadío

1. Recopilación y análisis de la información.



*No se incluye ESYRCE 2021 dado que los resultados son similares al ESYRCE 2022, incluyéndose más variedad de cultivos en este último



Número de cultivos y variedades por fuente de información, según grupo de cultivos

Aj 5.- Identificación de cultivos en regadío

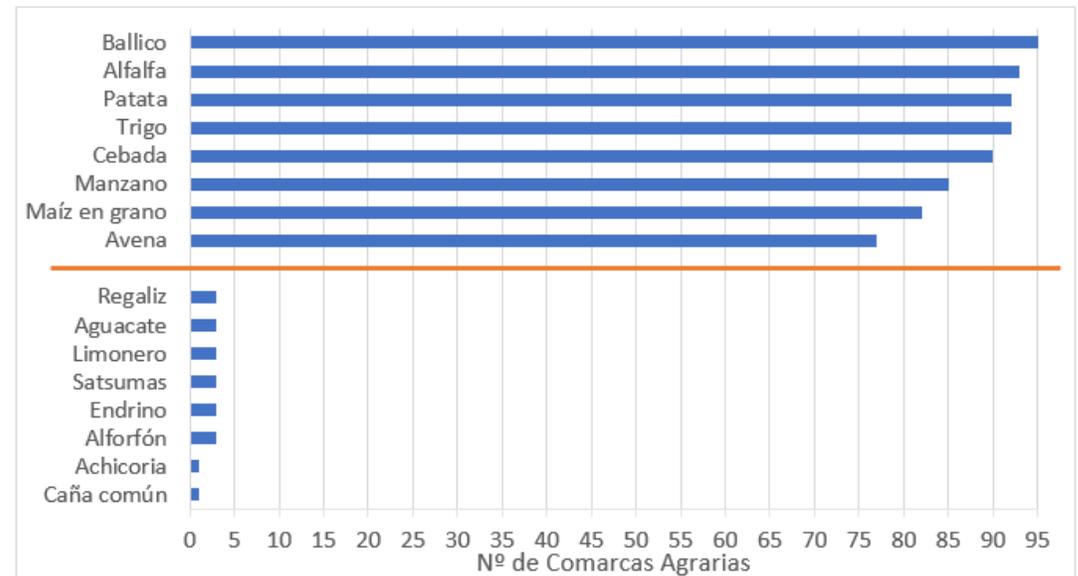
2. Selección de cultivos en la DHE.

Base Anuario del MAPA, SiGPAC y CSIC-CHE-2024 → 154 cultivos/variedades

3. Identificación de cultivos según las 95 comarcas agrarias de la DHE.

Código Color	CSIC (2004)	Anuario MAPA	SIGPAC
A	SI	SI	SI
B	SI	NO	SI
C	SI	SI	NO
D	SI	NO	NO
E	NO	SI	SI
F	NO	NO	SI
G	NO	SI	NO

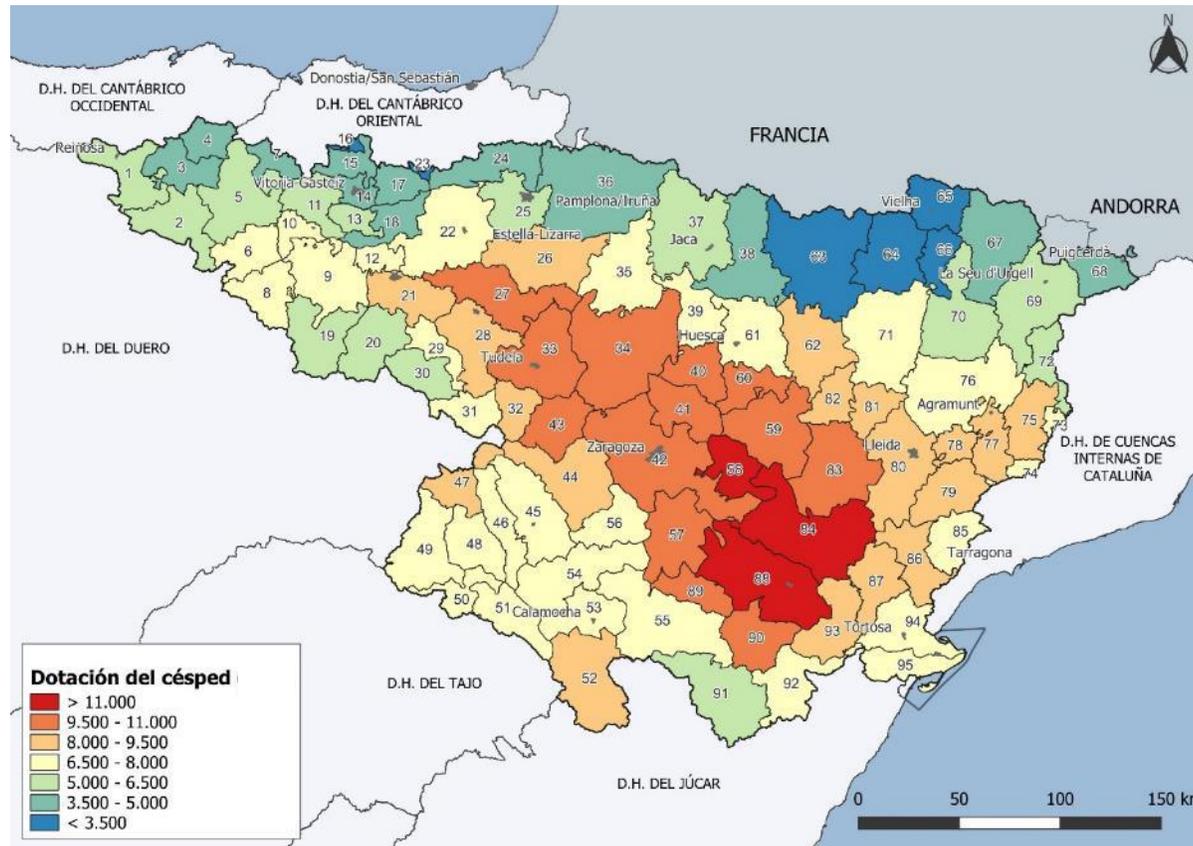
Cod	CULTIVO	Reinosa	Sedano	Villarcayo	Espinosa de los Monteros	Medina de Pomar	Brivesca	Villalba de Losa	Belorado	Rioja Alta	Miranda de Ebro	Añana	Rioja Alavesa	Condado de Treviño	Vitoria-Gasteiz	Estribaciones del Gorbea	Arratia-Nerbioi	Arabaiko Lantada	Montaña Alavesa	Sierra Rioja Alta y Neila	
1-064-00	Alforfón		G	G	G	G	G	G	G		G				G				F		G
1-005-00	Arroz																				
1-006-00	Avena	B	A	C	C	A	C	C	C	E	C			A						F	G
1-012-00	Cebada	B	A	A	C	A	A	A	A	A	A		F	A	F					F	A
1-065-00	Centeno	F	F	G	G	G	G	G	F	G	G			G							G



154 cultivos/variedades * 95 comarcas

Aj 5.- Identificación de cultivos en regadío

4. Extrapolación de los cultivos a otras comarcas agrarias.



Dotación neta del cultivo de referencia (m³/ha/año)

nº datos cultivo/variedad por comarca:

- ✓ 4.883 antes extrapolación
- ✓ 7.663 después extrapolación

Aj 6.- Necesidades de riego

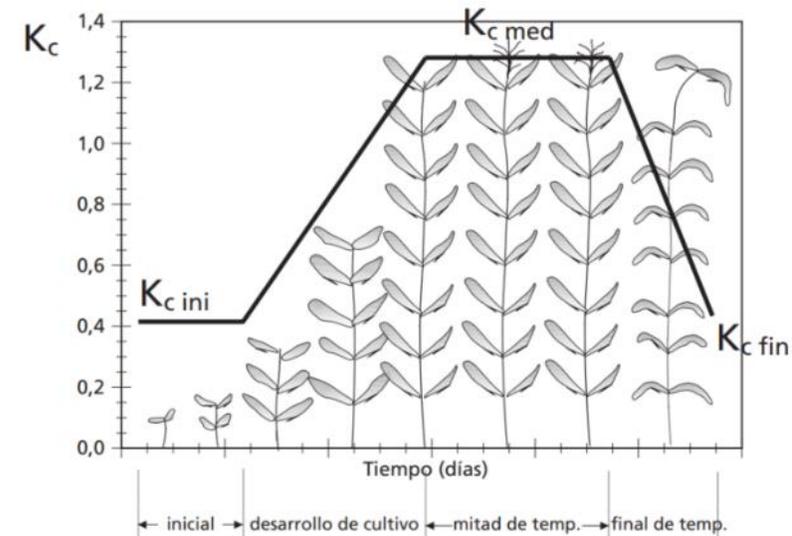
Metodología Riego y Drenaje 56. FAO, 2006.

- **ET_c** Evapotranspiración del Cultivo $ET_c = ET_o * K_c$
 - ✓ K_c Coeficientes de cultivo.
 - ✓ Fenología de los cultivos.
 - ✓ Casos especiales.
 - Forrajeras de corte.
 - Kc mensuales.
 - ✓ Riego Deficitario Controlado.
- **NR_n** Necesidades de Riego netas.
 - ✓ Agua en el suelo. Características de los suelos.
 - ✓ Balance de humedad (sep. 1980 a oct. 2018).

Aj 6.- Necesidades de riego

✓ K_c Coeficientes de cultivo de cultivo de las etapas de desarrollo.

- Etapa inicial.
- Etapa de desarrollo.
- Etapa de mediados.
- Etapa final.



Ajuste climatológico de K_c (tabulados: $HR_{\min} \approx 45\%$, $u_2 \approx 2\text{ m/s}$)

- $K_{c\ ini}$ $f(ET_o, \text{ frecuencia de riego})$
- $K_{c\ med}$ y $K_{c\ fin}$ $f(HR_{\min}, u_2, h \text{ media esperada})$

HR_{\min} : humedad relativa mínima; u_2 : velocidad media del viento a 2 metros de altura

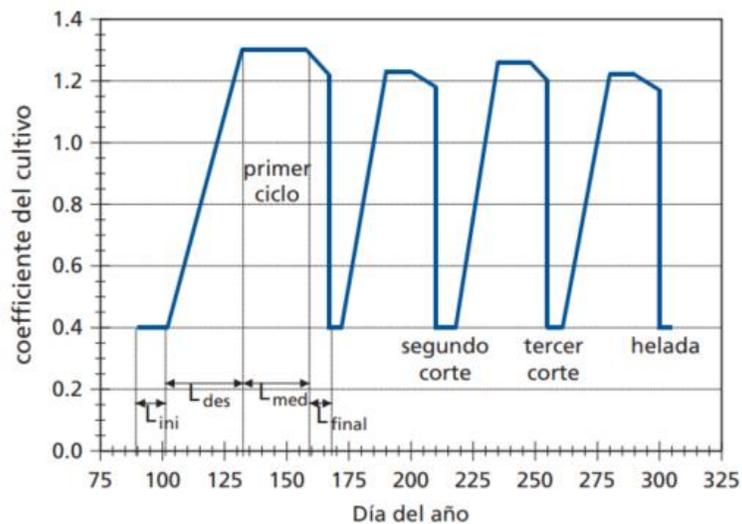
Aj 6.- Necesidades de riego

- ✓ **Fenología de los cultivos.** (Fecha de siembra, o equivalente, y duración de las etapas de desarrollo)

Gran recopilación en CSIC-CHE 2004. Extrapolación utilizando la clasificación climática de Papadakis. Ajustes específicos.

- ✓ **K_c : Casos especiales.**

Forrajeras de corte.



K_c mensuales. (solo si no se dispone de K_c de etapas)

SiAR. Algunos herbáceos: lentejas, caña, endivia... higuera

INTIA. Maíz dulce.

GenCat (2017). Cítricos, caqui, granado.

Pastor y Orgaz (1994) y Orgaz y F. (1997). Olivar.

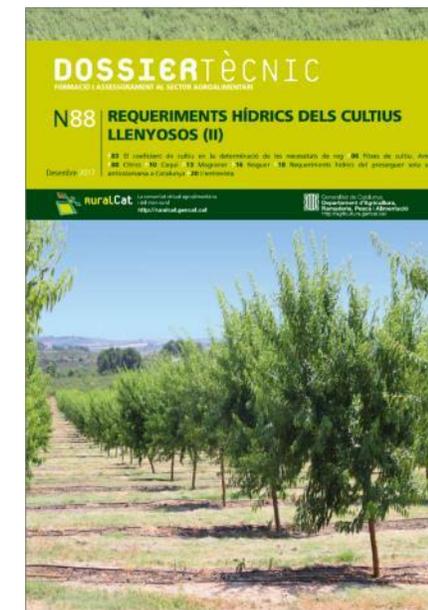
Otros. Endrino, aguacate, kiwi.

Aj 6.- Necesidades de riego

✓ Riego Deficitario Controlado (RDC).

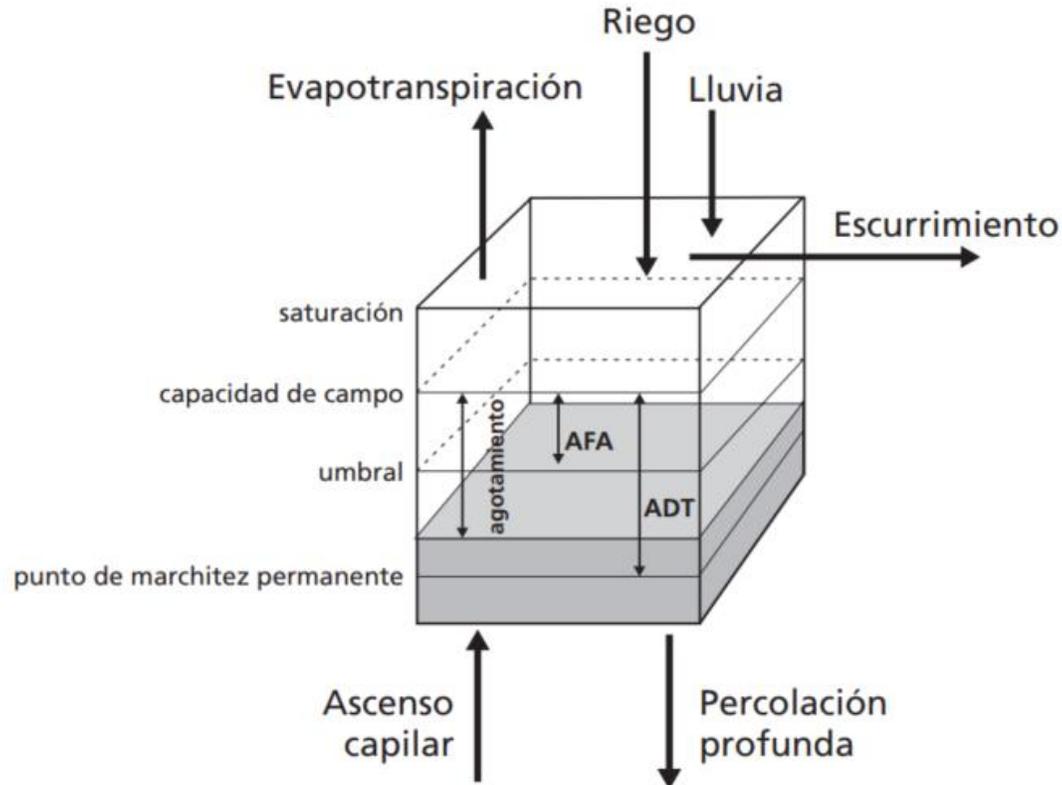
RDC. Interés para algunas especies leñosas. Necesario evaluar el % de reducción y el periodo o periodos adecuados en cada especie.

CSIC-CHE (2004) RDC en almendro, y las variedades de cerezo y melocotonero. A estos se han añadido: albaricoquero, caqui, ciruelo, granado y pistacho. 13 casos en total.



Aj 6.- Necesidades de riego

✓ Agua en el suelo. Características de los suelos. Balance de humedad.



- Balance mes a mes para el periodo 1980/81 a 2017/18 que permite obtener las NRn en esos 38 años (456 mese) para cada cultivo y comarca.
- Se escoge como dotación objetivo el Percentil 80% de las necesidades de riego anuales

Aj 7.- Dotaciones grandes sistemas de riego

- El Plan vigente en su Ap. 8.6 contiene las dotaciones brutas de los grandes sistemas regables.
- Estas dotaciones se han mantenido desde el PH de 1998, con base en un estudio de 1993.
- El objetivo es actualizar estas dotaciones a valores compatibles con la situación actual.

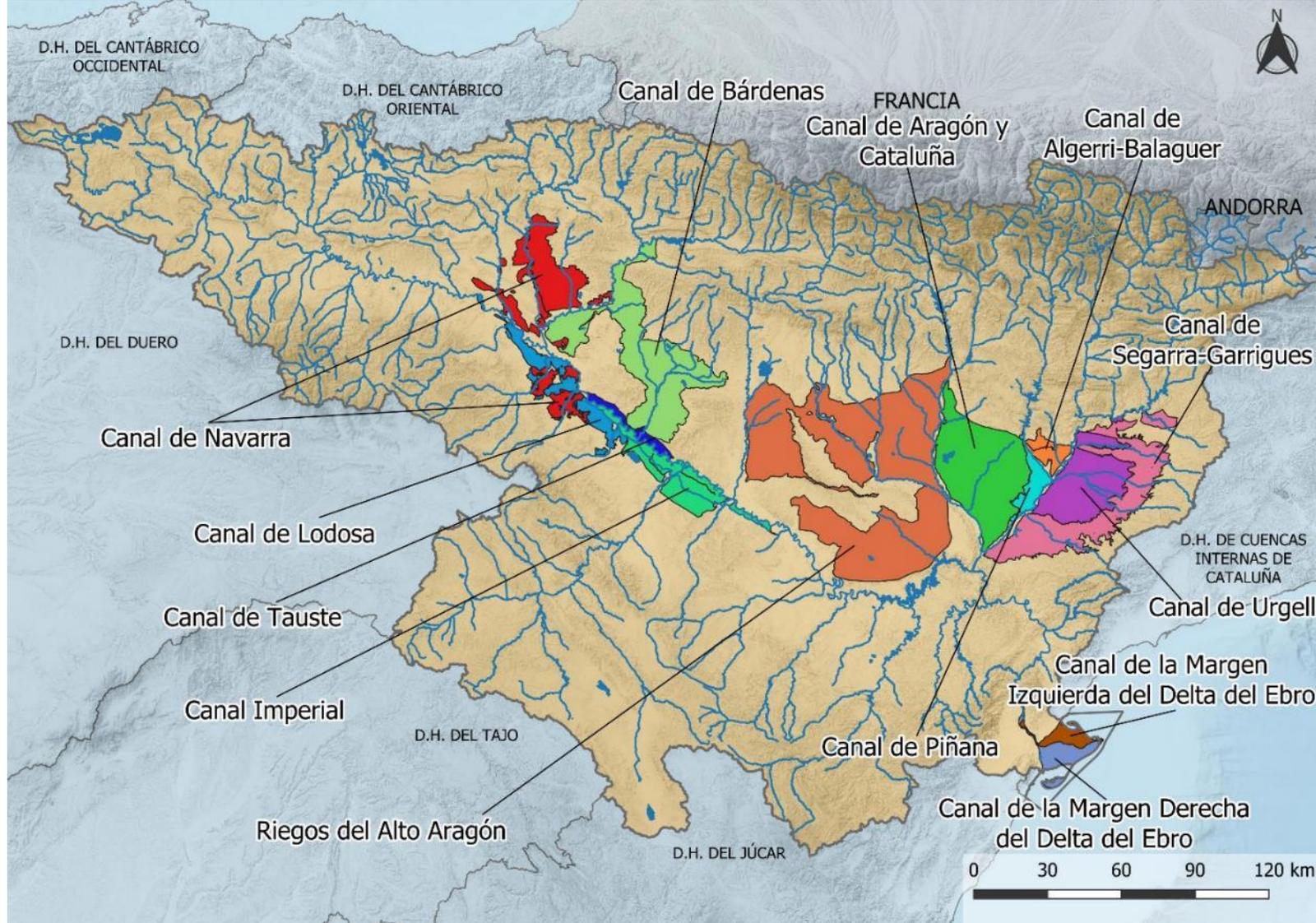


Apéndice 8.6. Dotaciones brutas de los grandes sistemas regables*.

NOMBRE DEL CANAL	DOTACIÓN (m ³ /ha/año)	OBSERVACIONES
Canal Margen Derecha del Ebro	20.213	Más 6.000 m ³ /ha necesidades ambientales
Canal Margen Izquierda del Ebro	20.213	Más 6.000 m ³ /ha necesidades ambientales
Canal Imperial de Aragón	11.156	
Canal de Lodosa	9.231	
Canal de Tauste	10.167	
Riegos del Alto Aragón	9.359	
Canal de Bardenas	9.129	
Canal de Aragón y Cataluña	8.238	
Canales de Urgell	8.923	
Canal de Piñana	10.712	Respetando lo establecido en el Convenio de Piñana de 1992
Canal de Navarra	6.400	
Canal de Segarra-Garrigas	6.500	Excepto zonas de riego de apoyo (1.500 m ³ /ha) y de riego de soporte (3.500 m ³ /ha)
Canal de Algerri-Balaguer	6.000	

* Dotaciones brutas, consideradas a salida de embalse, de los principales sistemas regables de la cuenca del Ebro, (sin modificación respecto al Plan de 1998. La mayor parte de las mejoras de eficiencia global operada en los últimos años ha sido destinada a lograr una intensificación productiva y a la implantación de cultivos de mayor valor añadido).

Aj 7.- Dotaciones grandes sistemas de riego



Aj 7.- Dotaciones grandes sistemas de riego

- Superficie regada: Se ha utilizado Catastro de 2019, con excepciones para algunos sistemas:
 - Algerri-Balaguer. Superficie servida (7.800 ha).
 - Canal de Navarra y Segarra-Garrigues. Desarrollo completo previsto (53.125 ha y 78.956 ha)
- Cultivos: Se han utilizado datos del SIGPAC 2022, realizando ajustes a esta distribución de cultivos hacia los más demandantes. Se consideran las dobles cosechas.
- Cálculo de dotaciones netas: Se ha aplicado el método FAO (2006) considerando las precipitaciones y la evapotranspiración en cada comarca agraria.
- Eficiencia: Se han tenido en cuenta las eficiencias de conducción, distribución y aplicación, utilizando valores específicos para cada método de riego y grado de modernización.
- La propuesta fue comunicada a los representantes de 13 sistemas y la CHE mantuvo reuniones específicas con los que lo solicitaron (reuniones con 8 de 13 CCRR, FEREBRO). Se manifestaron recelos ante el impacto del trabajo.

Fichas detalladas por sistema regable



Estadísticas de agua y riego en la comarca de Aragón (Departamento de Agricultura)											
Canal Imperial de Aragón											
Nombre	Superficie (ha)	Superficie regada (ha)	Superficie servida (ha)	Superficie de riego (ha)	Superficie de cultivo (ha)	Superficie de siembra (ha)	Superficie de cosecha (ha)	Superficie de riego (ha)	Superficie de cultivo (ha)	Superficie de siembra (ha)	Superficie de cosecha (ha)
Superficie total	2400	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Superficie regada	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Superficie servida	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Superficie de riego	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Superficie de cultivo	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Superficie de siembra	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Superficie de cosecha	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Aj8.- Validación de las dotaciones de riego

- Se validaron las dotaciones de riego calculadas utilizando datos de diferentes fuentes:
 - Estudio a largo plazo del IGME sobre el nitrógeno en la agricultura (10 cultivos, 30 parcelas en la comarca Ejea de los Caballeros, desde 2005).
 - Memorias del Canal de Navarra (1ª Fase, 4 campañas, 52 cultivos).
 - Recopilación de suministros en cultivos eficientes (2.745 parcelas, 31 cultivos, 1982-2005, CSIC, 2006).
 - Expedientes de concesión de agua para riego (base de datos CHE, 41 cultivos).
- La mejora de esta información es un reto.
- Condiciones para la utilización de información registrada en campo
 - Datos medidos en parcela. Riegos eficientes y adecuados para una producción máxima.
 - Situación de la parcela
 - Cultivo regado
 - Método de riego (se considera eficiencia: 70% gravedad, 80% aspersion y 90% localizado)

Aj8.- Validación de las dotaciones de riego

- La validación ha permitido ajustar las dotaciones calculadas mediante un proceso cíclico
 - Los cultivos fueron agrupados para facilitar el análisis:
 - Cereales de invierno (cebada y trigo).
 - Otros herbáceos mayoritarios (arroz, girasol, etc.).
 - Frutales de hueso y pepita (albaricoquero, cerezo, etc.).
 - Otros leñosos mayoritarios (almendro, olivar, viñedo).
 - Chopo y encina trufera.
- Como ejemplo se muestra la validación de cereales de invierno

D_{reg} . Dotación registrada (en parcela)

NR_p . Necesidades de riego en parcela. Según percentil 50 u 80.

Aj8.- Validación de las dotaciones de riego

Estudio a largo plazo del IGME

Cultivos	D _{Reg} (m ³ /ha año)											
	2010	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Media
Cebada	7.509	-	-	-	3.276	2.165	1.644	1.221	3.540	-	7.472	2.369^(*)
Trigo	3.952	1.559	2.607	1.357	6.531	1.517	5.500	-	-	3.305	3.712	3.338

(*) Los datos de 2010 y 2023 son anómalos y no se tienen en cuenta para la media

Cultivo		IGME	CHE 2024		D _{Reg} vs NR _p P50
Denominación	Código	D _{Reg} med (m ³ /ha año)	Eficiencia aplicación (%)	NR _p P50 (m ³ /ha año)	
Cebada	1-012-00	2.369	80%	2.729	-13%
Trigo	1-041-00	3.338	80%	3.229	3%

Memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra

Año	Cultivo	Canal de Navarra		CHE 2024		D _{Reg} vs NR _p P50	D _{Reg} vs NR _p P80
		Sup total (ha)	D _{Reg} (m ³ /ha año)	NR _p P50 (m ³ /ha año)	NR _p P80 (m ³ /ha año)		
2012	Cereal de invierno	3.641	1.543	1.638	2.015	-6%	-23%
2018	Cereal de invierno	4.712	763	1.638	2.015	-53%	-62%
2021	Cereal de invierno	4.534	1.764	1.638	2.015	8%	-12%
2022	Cereal de invierno	4.309	2.104	1.638	2.015	28%	4%

año húmedo

año medio

el año más seco de la serie

Aj8.- Validación de las dotaciones de riego

Validación de cereales de invierno (continuación)

Estudio recopilatorio CSIC (2006)

Cultivo		CSIC 2006			CHE 2024	D _{Reg} vs NR _p P50
Denominación	Código	Nº parcelas	Sup total (ha)	D _{Reg} (m ³ /ha año)	NR _p P50 (m ³ /ha año)	
Cebada	1-012-00	64	385	2.935	2.827	4%
Trigo	1-041-00	34	172	3.170	3.348	-5%

Expedientes de tramitación de derechos de agua

Cultivo		Expedientes			CHE 2024	D _{Exp med} vs NR _{p med} P80 (%)
Denominación	Código	Nº expedientes	Sup total (ha)	D _{Exp med} (m ³ /ha año)	NR _{p med} P80 (m ³ /ha año)	
Cebada	1-012-00	64	4.151	2.934	2.700	9%
Trigo	1-041-00	85	3.917	2.777	3.174	-13%

Aj9.- Incertidumbre. Efectos del cambio climático

➤ Análisis de incertidumbre asociado a los siguientes aspectos:

- División del territorio de 95 comarcas frente a otras posibilidades.
- Variación de las condiciones agroclimáticas en el territorio y según campaña de riego.
- Algunos condicionantes relacionados con: ET_o , K_c y fenología.
- Efectos de la consideración de la textura de los suelos.
- Efecto del factor de agotamiento de los cultivos.
- Profundidad de raíces.
- Procedimiento de evaluación de los percentiles.
- Falta de información oficial suficiente sobre dobles cosechas.

Aj9.- Incertidumbre. Efectos del cambio climático

➤ Evaluación de los efectos previsibles del cambio climático:

- ✓ Se consideran las Sendas Representativas de Concentración de gases de efecto invernadero RCP 4.5 y 8.5 del IPCC. Estudio del CEDEX (2017) sobre impactos del cambio climático en recursos hídricos en España.
 - RCP 4.5: mitigación moderada, se implementarían políticas climáticas que reducen las emisiones significativamente, variación de la temperatura de unos 2.5°C por encima de los niveles preindustriales para el año 2100.
 - RCP 8.5: el escenario más pesimista de los 4 propuestos por el IPCC. Ausencia de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Aumento de temperatura entre 4 y 5 °C por encima de los niveles preindustriales para 2100.
- ✓ Se modifican la precipitación y la evapotranspiración del periodo base (1980-2018) para realizar el balance de humedad y evaluar las Necesidades de Riego netas para los horizontes 2045 y 2070-2100.

Muchas gracias
por su atención

Apéndice 2

Presentación de los resultados obtenidos



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
EBRO

DOTACIONES OBJETIVO de RIEGO para el PH del EBRO, CUARTO CICLO

Resultados

26 de septiembre de 2024

María Teresa Carceller (OPH – CHE)



Tres resultados principales:

Cálculo actualizado de las dotaciones objetivo para riego según cultivo y comarca agraria

- ✓ Para considerar en los informes de compatibilidad con el PH de la OPH
- ✓ Simulación recursos-demandas de los balances de los sistemas de explotación



Dotaciones en la toma de los principales canales de riego



Análisis de la incertidumbre y Evaluación del efecto del cambio climático en las dotaciones



Otros resultados:

- ✓ Revisión de la Normativa y análisis comparativo de las dotaciones del Ebro con las de otros planes hidrológicos
- ✓ Redefinición de las Comarcas agrarias: coordinación con las CCAA y ajuste a las necesidades específicas de la Planificación Hidrológica
- ✓ Activación de la relación y sinergias con muchas administraciones y agentes relacionados con el regadío en la cuenca
- ✓ Inventario de cultivos actuales y esperables según comarca agraria
- ✓ Actualización y homogenización de los métodos de cálculo de las dotaciones de riego: ETo, Kc, ETc, etc.
- ✓ Validación de las dotaciones calculadas con datos registrados en parcelas e información de concesiones
- ✓ Concienciación de la importancia del sector agrario, su modernización y tecnificación continua

Dotaciones objetivo para riego

Apéndice 8.4. Necesidades hídricas máximas de riego por comarcas y cultivos.

hasta 63 cultivos...

Apéndice 8.4.1. Necesidades hídricas máximas de riego por comarcas y cultivos (1).

hasta 110 comarcas
agrarias...

COMARCA	NECESIDADES HÍDRICAS POR COMARCAS Y CULTIVOS (m ³ /ha/año)												
	Aceituga	Ajo	Albaricoque	Alcachofa	Alfalfa	Almendro RD	Apio	Arroz	Avellano	Avena	Ballico	Berenjena	Borraja
Ágreda					5.980					3.750			
Aguilar de Campoo					4.560					2.630			
Alagón					6.290	3.700							
Alcañiz			4.690		5.280	2.790							
Alfambra													
Alfaro				4.580	6.530	4.000							
Almazán		2.820			4.020								

Estos valores son fruto de un convenio de colaboración de 2004 entre la Confederación Hidrográfica del Ebro y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas para revisar las necesidades hídricas que contemplaba el Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro de 1998. Una relación más detallada, incluyendo modulaciones mensuales, puede consultarse en <http://www.chebro.es>.

Las necesidades hídricas equivalen a un 85% de la dotación en caso de riego localizado y a un 75% en caso de riego por aspersión. Las dotaciones admisibles serán como máximo las equivalentes al riego por aspersión. Se trata de necesidades hídricas calculadas para el percentil 80 de la serie.

Dotaciones objetivo para riego

Resultados Trabajo CHE 2024

hasta 95 comarcas
agrarias...

hasta 154 cultivos / variedades...

6.8. Dotaciones de riego objetivo por comarca y cultivo (m3/ha/año)																	
		AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	
		Rioja Baja	Sierra Rioja Baja	San Pedro Monrique	Ágreda	Tarazona	Ribera Baja	Ejes de los Caballeros	Sos del Rey Católico	Pirineos	Jaca	Sabiñánigo	Ayerbe	Almudévar	Zuera	Zaragoza	
Cultivo		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
Denominación	Código																
1	Volver a índice																
2	6.8. Dotac																
3																	
4																	
5																	
6	Ácelga (otoño)	1-001-03	1.776	1.134		1.346	1.665	2.051	1.895					1.912	1.880	1.988	
7	Ácelga (primavera)	1-001-01	1.918	1.278		1.250	1.703	2.395	1.978					2.231	2.286	2.372	
8	Ácelga (verano)	1-001-02															
9	Achicoria	1-114-00	4.896					6.176									
10	Aguacate	3-104-00															
11	Ajo	1-002-00	4.226	3.467	2.900	3.934	4.057	5.102	4.719					5.000	5.042	5.167	
12	Albaricoquero	3-054-00	4.012	2.742		2.958	3.833	5.528	5.497	3.400			4.025	5.744	5.636	5.759	
13	Albaricoquero (RD)	3-054-10	2.873	1.733		2.015	2.780	4.227	4.072	2.388			2.735	4.306	4.258	4.365	
14	Alcachofa (1º año)	1-003-01	4.818	3.429	2.533	3.549	4.578	7.384	6.682					5.716	5.597	5.722	
15	Alcachofa (2º año)	1-003-02	3.802	2.708	1.771	2.665	3.576	5.920	5.205					5.392	5.318	5.435	
16	Alfalfa	2-044-00	5.856	4.239	3.385	4.563	5.349	7.352	6.664	5.163	3.261	3.638	2.591	5.163	6.699	6.658	6.819
17	Alforfón	1-064-00															
18	Algarrobo	3-105-00															
19	Almendro	3-055-00	6.718	4.740	3.805	5.251	5.591	8.416	7.010	5.373	3.535	3.923	3.314	5.356	7.318	7.605	7.685
20	Almendro (RD)	3-055-10	3.155	2.229	1.643	2.292	2.850	4.233	3.876	2.707	1.426	1.551	1.323	2.723	3.934	3.831	3.899
21	Alverjón	1-070-00	3.446				3.150	4.092	3.570							4.093	
22	Apio	1-004-00	2.090					2.388	2.221					2.327	2.369	2.473	
23	Arroz	1-005-00	7.524				7.189	9.474	9.253	7.572			7.538	9.023	8.943	9.188	
24	Avellano	3-056-00	6.846				6.313	8.537	7.817	6.061	4.231	4.581		6.034	7.971	7.968	
25	Avena	1-006-00	3.133	1.341	678	1.564	2.180	4.232	3.639	2.543	1.366	1.553	1.293	2.541	4.096	3.988	4.054
26	Azafrán	1-076-00	4.018					3.864	4.840	4.479				4.747	4.804	4.918	

Dotaciones objetivo para riego

Comparativa Normativa con Resultados Trabajo CHE 2024 (cultivos principales)

CÓDIGO C-V	Nombre Cultivo	% Sup
1-012-00	Cebada	21%
1-041-00	Trigo	13%
1-030-01	Maíz en grano (1ª ocupación)	13%
2-044-00	Alfalfa	11%
3-055-10	Almendro (RD)	5%
3-053-00	Olivar	5%
3-063-00	Viñedo	4%
2-048-00	Ballico	4%
1-005-00	Arroz	4%
3-060-02	Melocotonero	3%
3-062-03	Peral	2%
1-024-00	Guisante verde	2%
1-022-01	Girasol (1ª ocupación)	2%
3-059-03	Manzano	1%
1-068-00	Triticale	1%
		90%

CÓDIGO C-V	Nombre Cultivo	% vol
1-030-01	Maíz en grano (1ª ocupación)	17%
2-044-00	Alfalfa	17%
1-012-00	Cebada	12%
1-041-00	Trigo	9%
1-005-00	Arroz	7%
2-048-00	Ballico	5%
3-060-02	Melocotonero	4%
3-053-00	Olivar	4%
3-055-10	Almendro (RD)	4%
3-063-00	Viñedo	3%
3-062-03	Peral	2%
1-022-01	Girasol (1ª ocupación)	2%
3-059-03	Manzano	1%
1-024-00	Guisante verde	1%
3-057-03	Cerezo	1%
		90%

Abreviaturas:

Etc: Evapotranspiración del cultivo (dato previo al balance) (m³/ha año)

NRn: Necesidad de riego neta (m³/ha año)

NRp: Necesidad de en parcela, suponiendo eficiencia 80% aspersion, 90% localizado (m³/ha año)

Dotaciones objetivo para riego

Comparativa Normativa con Resultados Trabajo CHE 2024 (cultivos principales)

Análisis y validación: herbáceos mayoritarios

		TODAS LAS COMARCAS								
		MEDIA		MINIMO		MAXIMO				
		nº CoAg		NRn		NRn		NRn		
		CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	
1-005-00	Arroz	17	21	7.978	8.227	3,1%	6.370	5.894	9.150	9.755
1-022-01	Girasol (1ª ocupación)	67	77	4.543	4.221	-7,1%	3.050	1.878	6.380	6.750
1-024-00	Guisante verde	38	64	2.497	2.676	7,1%	940	1.212	3.700	4.713
1-030-01	Maíz en grano (1ª ocupación)	81	82	4.808	4.149	-13,7%	3.310	1.394	6.180	6.809
2-044-00	Alfalfa	93	93	5.194	4.612	-11,2%	2.870	903	7.530	8.432
2-048-00	Ballico	10	66	4.334	4.397	1,5%	1.920	1.176	5.710	6.972

		COM. COMUNES PH3 Y PH4							
		MEDIA		MINIMO		MAXIMO			
		nº CoAg		NRn		NRn		NRn	
		CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24
14		7.892	8.308	5,3%	6.370	6.299	9.150	9.755	
57		4.486	4.275	-4,7%	3.050	1.878	5.970	6.750	
31		2.456	2.865	16,6%	940	1.310	3.700	4.713	
68		4.756	4.388	-7,7%	3.310	1.394	6.180	6.809	
80		5.105	4.622	-9,5%	2.870	903	7.420	8.432	
9		4.342	4.838	11,4%	1.920	1.463	5.710	6.251	

Análisis y validación: almendro, olivo, viña

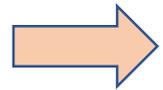
		TODAS LAS COMARCAS								
		MEDIA		MINIMO		MAXIMO				
		nº CoAg		NRn		NRn		NRn		
		CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	
3-055-00	Almendro	52	63	6.630	5.829	-12,1%	4.400	2.072	8.390	8.491
3-055-10	Almendro (RDC)	52	63	3.397	2.925	-13,9%	2.150	639	4.290	4.714
3-053-00	Olivar	59	61	3.417	3.192	-6,6%	680	0	4.770	5.376
3-063-00	Viñedo	46	67	2.952	2.641	-10,5%	1.280	327	4.580	4.444

		COM. COMUNES PH3 Y PH4							
		MEDIA		MINIMO		MAXIMO			
		nº CoAg		NRn		NRn		NRn	
		CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24	CSIC-04	CHE-24
44		6.595	6.226	-5,6%	4.400	4.021	8.390	8.488	
44		3.361	3.176	-5,5%	2.150	2.139	4.290	4.714	
50		3.390	3.477	2,6%	680	0	4.770	5.376	
39		2.956	2.801	-5,2%	1.280	1.236	4.580	4.444	

Resultada una reducción media del 12,2 – 13,2%

Dotaciones objetivo para riego

	Plan 2022-2027	Propuesta Plan 2028-2033
Comarcas Agrarias	110	95
Nº cultivos/variedades	63	154
Nº dotaciones evaluadas	1.569	7.663

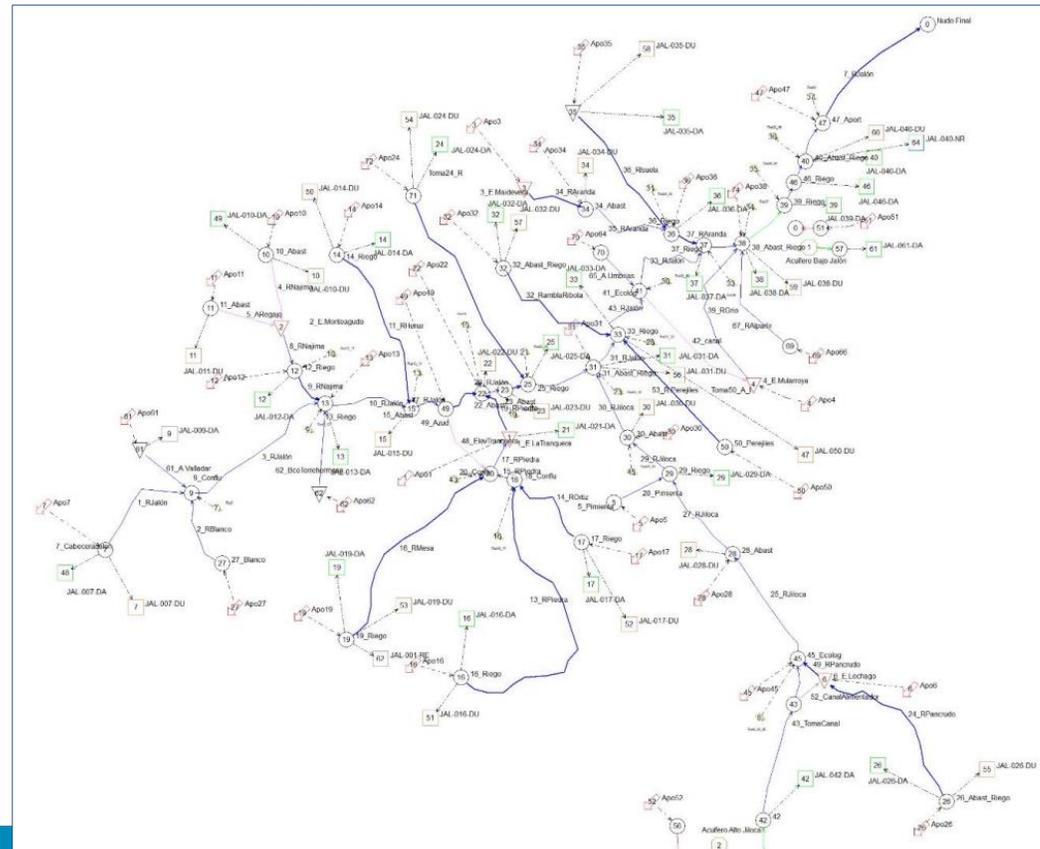


Se mantiene para la demarcación del Ebro **el mismo esquema anterior en los trabajos de planificación considerando dotaciones específicas para los diferentes cultivos por comarca agraria**. Un mayor número de cultivos que están presentes en la cuenca (Estadística agraria de 2022), más ajustado a la realidad *“actual”* ...

Otras demarcaciones optan por otras soluciones en sus respectivas normativas (Anejo 1)

Dotaciones objetivo para riego

- OPH Informes de **compatibilidad** con el plan hidrológico de aprovechamientos privados (ámbito de aplicación en toda la cuenca del Ebro)
- Consideración de las **demandas en los modelos de balance plan hidrológico** – garantías – reserva de recursos (ámbito de aplicación en toda la cuenca del Ebro)



Dotaciones canales de riego principales



Apéndice 8.6. Dotaciones brutas de los grandes sistemas regables*.

NOMBRE DEL CANAL	DOTACIÓN (m ³ /ha/año)	OBSERVACIONES
Canal Margen Derecha del Ebro	20.213	Más 6.000 m ³ /ha necesidades ambientales
Canal Margen Izquierda del Ebro	20.213	Más 6.000 m ³ /ha necesidades ambientales
Canal Imperial de Aragón	11.156	
Canal de Lodosa	9.231	
Canal de Tauste	10.167	
Riegos del Alto Aragón	9.359	
Canal de Bardenas	9.129	
Canal de Aragón y Cataluña	8.238	
Canales de Urgell	8.923	
Canal de Piñana	10.712	Respetando lo establecido en el Convenio de Piñana de 1992
Canal de Navarra	6.400	
Canal de Segarra-Garrigas	6.500	Excepto zonas de riego de apoyo (1.500 m ³ /ha) y de riego de soporte (3.500 m ³ /ha)
Canal de Algerri-Balaguer	6.000	

* Dotaciones brutas, consideradas a salida de embalse, de los principales sistemas regables de la cuenca del Ebro, (sin modificación respecto al Plan de 1998. La mayor parte de las mejoras de eficiencia global operada en los últimos años ha sido destinada a lograr una intensificación productiva y a la implantación de cultivos de mayor valor añadido).

La dotación del C. de Segarra-Garrigues, para el desarrollo completo previsto (79.956 ha) corresponde a 4.277 m³/ha/año

Dotaciones canales de riego principales

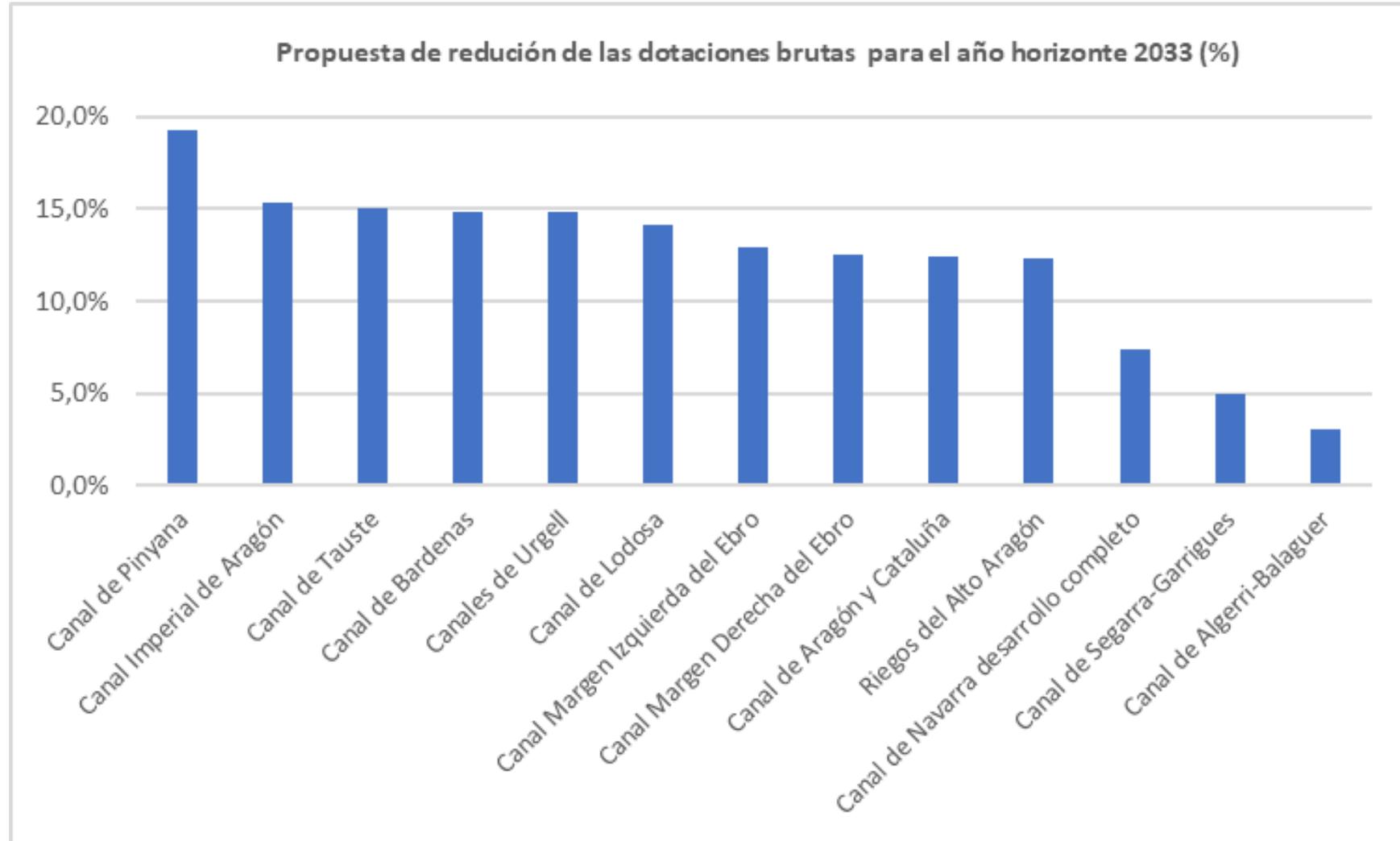
¿CÓMO ABORDAMOS ESTA PARTE DEL TRABAJO?

- **Elaboración Ficha preliminar** por cada Gran Canal (dotaciones, superficie Catastro 2019 dentro de *envolvente zona regable*, distribución cultivos estadística, eficiencias genéricas, estimación genérica dobles cosechas) (Febrero – Marzo 2024)
- **Remisión** a cada Gran Canal de su ficha, brindándonos a explicar en detalle los datos considerados y la metodología (Marzo 2024)
- **Reunión específica en FEREBRO** (Lunes 08/04/2024)
- **Celebración de diversas Reuniones y videoreuniones bilaterales** en las que se nos aportaron datos específicos de dobles cosechas, eficiencias, etc (Abril-Junio)
- **Reelaboración** de las correspondientes **fichas definitivas** para cada uno de los 13 Grandes Sistemas (Julio-Agosto)
- **Remisión a FEREBRO** de esas fichas definitivas (Julio)
- **Nuevas reuniones** con representantes de algunos Canales (Agosto)
- **Reelaboración fichas definitivas** (Septiembre)

Dotaciones canales de riego principales

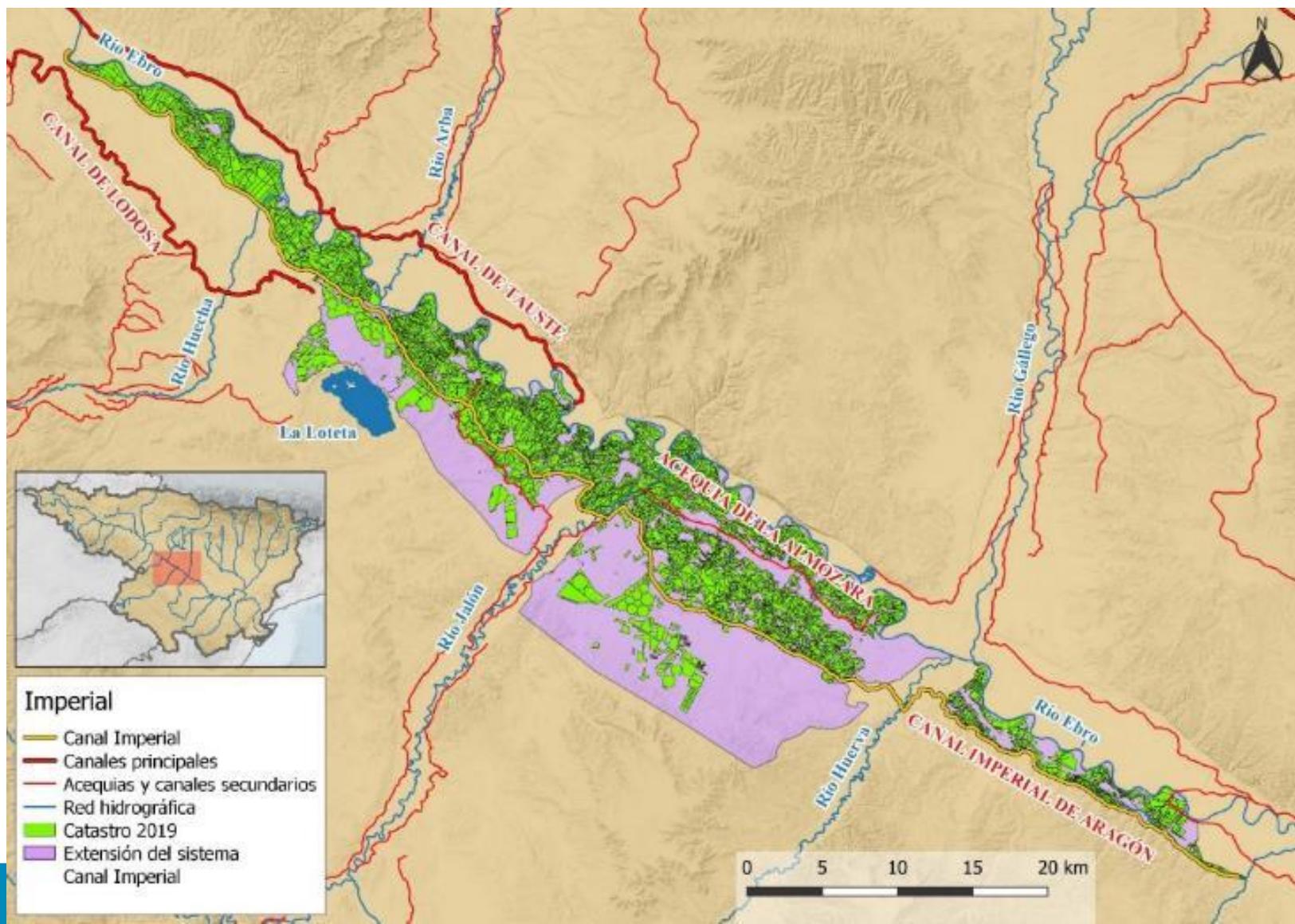
Plan 2022-2027		Propuesta este trabajo	
NOMBRE DEL CANAL	DOTACIÓN (m ³ /ha/año)	Gran Sistema Regable	Dotación bruta (m ³ /ha/año)
Canal Margen Derecha del Ebro	20.213	Canal Margen Derecha del Ebro	17.675
Canal Margen Izquierda del Ebro	20.213	Canal Margen Izquierda del Ebro	17.608
Canal Imperial de Aragón	11.156	Canal Imperial de Aragón	9.450
Canal de Lodosa	9.231	Canal de Lodosa	7.927
Canal de Tauste	10.167	Canal de Tauste	8.643
Riegos del Alto Aragón	9.359	Riegos del Alto Aragón	8.207
Canal de Bardenas	9.129	Canal de Bardenas	7.773
Canal de Aragón y Cataluña	8.238	Canal de Aragón y Cataluña	7.214
Canales de Urgell	8.923	Canales de Urgell	7.604
Canal de Piñana	10.712	Canal de Piñana	8.645
Canal de Navarra	6.400	Canal de Navarra	5.929
Canal de Segarra-Garrigas	4.277	Canal de Segarra-Garrigues	4.064
Canal de Algerri-Balaguer	6.000	Canal de Algerri-Balaguer	5.820

Dotaciones canales de riego principales



Dotaciones canales de riego principales

CANAL IMPERIAL DE ARAGÓN



Volumenes brutos de agua a suministrar a los grandes sistemas de riego de la Demarcación del Ebro

Canal Imperial de Aragón

Volumen servido ⁽¹⁾ (hm ³ /año)	341,2	Dotación servida ⁽¹⁾ (m ³ /ha año)	12.201
Volumen PHE3 ⁽²⁾ (hm ³ /año)	291,6	Dotación PHE3 ⁽⁴⁾ (m ³ /ha año)	11.156
Superficie regada ⁽³⁾ (ha)	26.135		
Eficiencia conducción y distri. (%)	85%		

Cultivos	Distr. (%)	Sup. ⁽⁵⁾ efectiva (ha)	Dotación neta ^(A) (m ³ /ha año)	Volumen neto ^(A) (hm ³ /año)	Eficiencia aplicación (%)	Dotación en parcela ^(B) (m ³ /ha año)	Volumen en parcela ^(B) (hm ³ /año)	Volumen bruto alta ^(C) (hm ³ /año)
Alfalfa	32,6%	8.527	6.863	58,52	72%	9.532	81,28	95,62
Maíz en grano (1ª ocupación)	13,0%	3.391	6.534	22,15	72%	9.075	30,77	36,20
Trigo	10,7%	2.806	3.195	8,96	72%	4.437	12,45	14,65
Cebada	8,7%	2.284	2.817	6,43	72%	3.913	8,94	10,51
Almendro	3,0%	782	7.599	5,94	72%	10.554	8,26	9,71
Ballico	2,8%	730	6.254	4,57	72%	8.686	6,34	7,46
Triticale	2,8%	737	2.679	1,98	72%	3.721	2,74	3,23
Resto cultivos	11,3%	2.958	4.654	13,77	72%	6.464	19,12	22,49
Doble cosecha (cereal invierno+maíz)	15,0%	3.920	7.351	28,82	72%	10.210	40,03	47,09

Volumen en parcela^(B) (hm³/año) **209,9**

Volumen en alta^(C) (hm³/año) **247,0**

Dotación equivalente en alta (m³/ha año) **9.450**

Eficiencia global (%) **61,2%**

(1) Volumen de agua y dotación medios anuales servidos en 5 años hidrológicos: de 2016/17 a 2020/21

(2) Volumen de agua bruto, en la toma del canal, calculado con base en las dotaciones del Apéndice 8.6 de la Normativa del Plan Hidrológico del Ebro (RD 35/2023) y la superficie regada

(3) Superficie regada según Catastro del año 2019

(4) Dotación del Apéndice 8.6 de la Normativa del Plan Hidrológico del Ebro (RD 35/2023)

(5) Las superficies de los cultivos implicados en las dobles cosechas han sido convenientemente reajustadas para no duplicar consumos

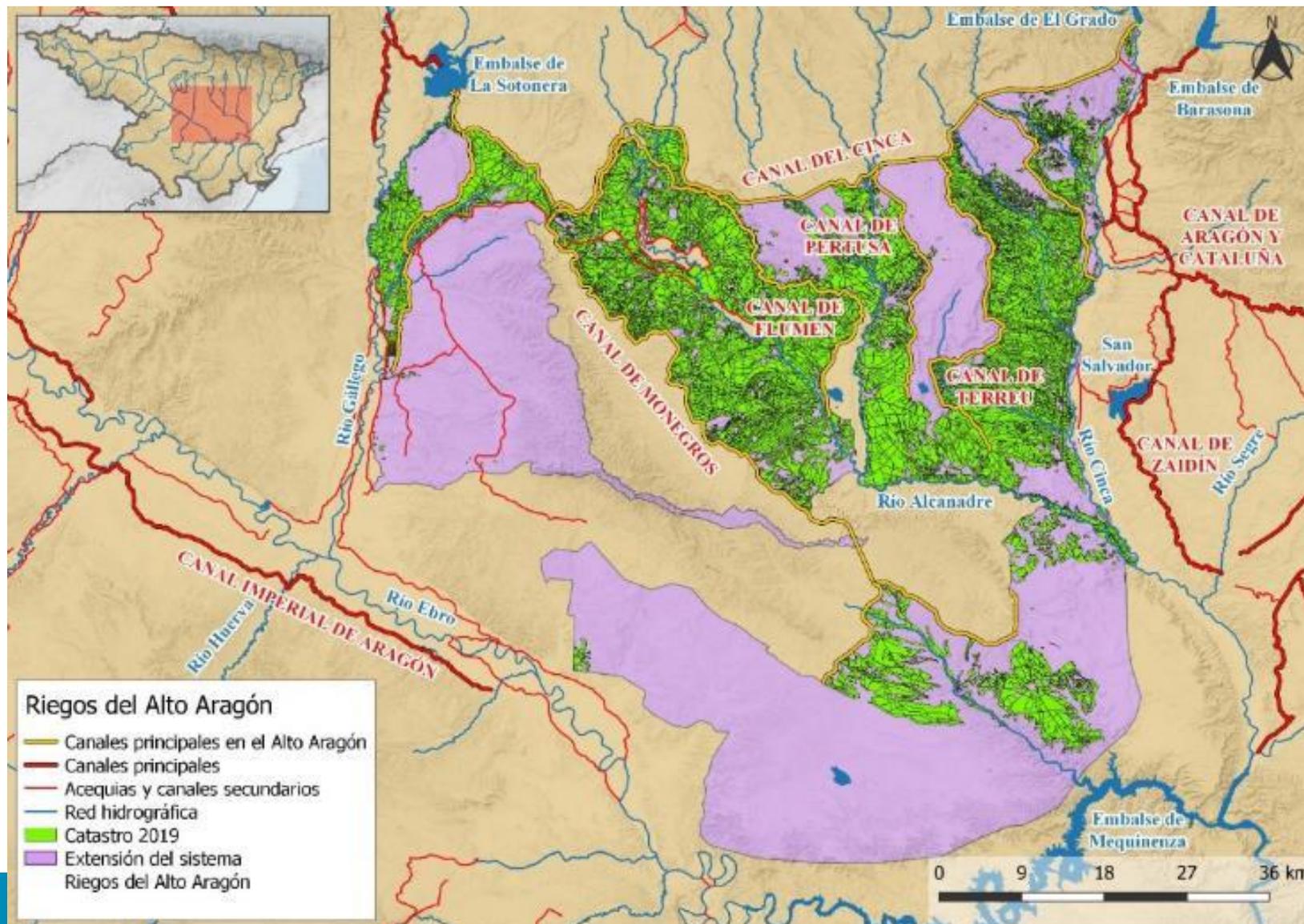
(A) Dotación y volumen netos de cada cultivo. Equivalente a las necesidades de riego estrictas de la planta para su desarrollo óptimo sin tener en cuenta las necesidades de la conducción, distribución ni método de riego

(B) Dotación y volumen en parcela según las dotaciones netas de cada cultivo y la eficiencia de aplicación

(C) Volumen bruto en alta anual según las dotaciones netas de cada cultivo y las eficiencias de aplicación, distribución y conducción. Equivalente al volumen en la toma del canal

Dotaciones canales de riego principales

RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN



Volúmenes brutos de agua a suministrar a los grandes sistemas de riego de la Demarcación del Ebro

Riegos del Alto Aragón

Volumen servido⁽¹⁾ (hm ³ /año)	876,4	Dotación servida⁽¹⁾ (m ³ /ha año)	6.951
Volumen PHE3⁽²⁾ (hm ³ /año)	1.247,6	Dotación PHE3⁽⁴⁾ (m ³ /ha año)	9.359
Superficie regada⁽³⁾ (ha)	133.308		
Eficiencia conducción y distri. (%)	85%		

Cultivos	Distr. (%)	Sup. ⁽⁵⁾ efectiva (ha)	Dotación neta ^(A) (m ³ /ha año)	Volumen neto ^(A) (hm ³ /año)	Eficiencia aplicación (%)	Dotación en parcela ^(B) (m ³ /ha año)	Volumen en parcela ^(B) (hm ³ /año)	Volumen bruto alta ^(C) (hm ³ /año)
Cebada	15,6%	20.821	2.809	58,49	80%	3.511	73,11	86,01
Maíz en grano (1ª ocupación)	15,4%	20.500	5.974	122,46	80%	7.467	153,08	180,09
Alfalfa	24,8%	32.998	6.631	218,81	80%	8.289	273,51	321,77
Trigo	1,7%	2.316	3.114	7,21	80%	3.893	9,01	10,61
Ballico	5,5%	7.301	6.128	44,74	80%	7.660	55,92	65,79
Guisante verde	4,2%	5.602	2.996	16,78	80%	3.745	20,98	24,68
Resto cultivos	12,8%	17.109	5.353	91,59	83%	6.473	110,74	130,28
Doble cosecha (cereal invierno+maíz)	20,0%	26.662	7.011	186,92	80%	8.764	233,65	274,88

Volumen en parcela^(B) (hm³/año) 930,0

Volumen en alta^(C) (hm³/año) 1.094,1

Dotación equivalente en alta (m³/ha año) 8.207

Eficiencia global (%) 68,3%

(1) Volumen de agua y dotación medios anuales servidos en 5 años hidrológicos: de 2016/17 a 2020/21

(2) Volumen de agua bruto, en la toma del canal, calculado con base en las dotaciones del Apéndice 8.6 de la Normativa del Plan Hidrológico del Ebro (RD 35/2023) y la superficie regada

(3) Superficie regada según Catastro del año 2019

(4) Dotación del Apéndice 8.6 de la Normativa del Plan Hidrológico del Ebro (RD 35/2023)

(5) Las superficies de los cultivos implicados en las dobles cosechas han sido convenientemente reajustadas para no duplicar consumos

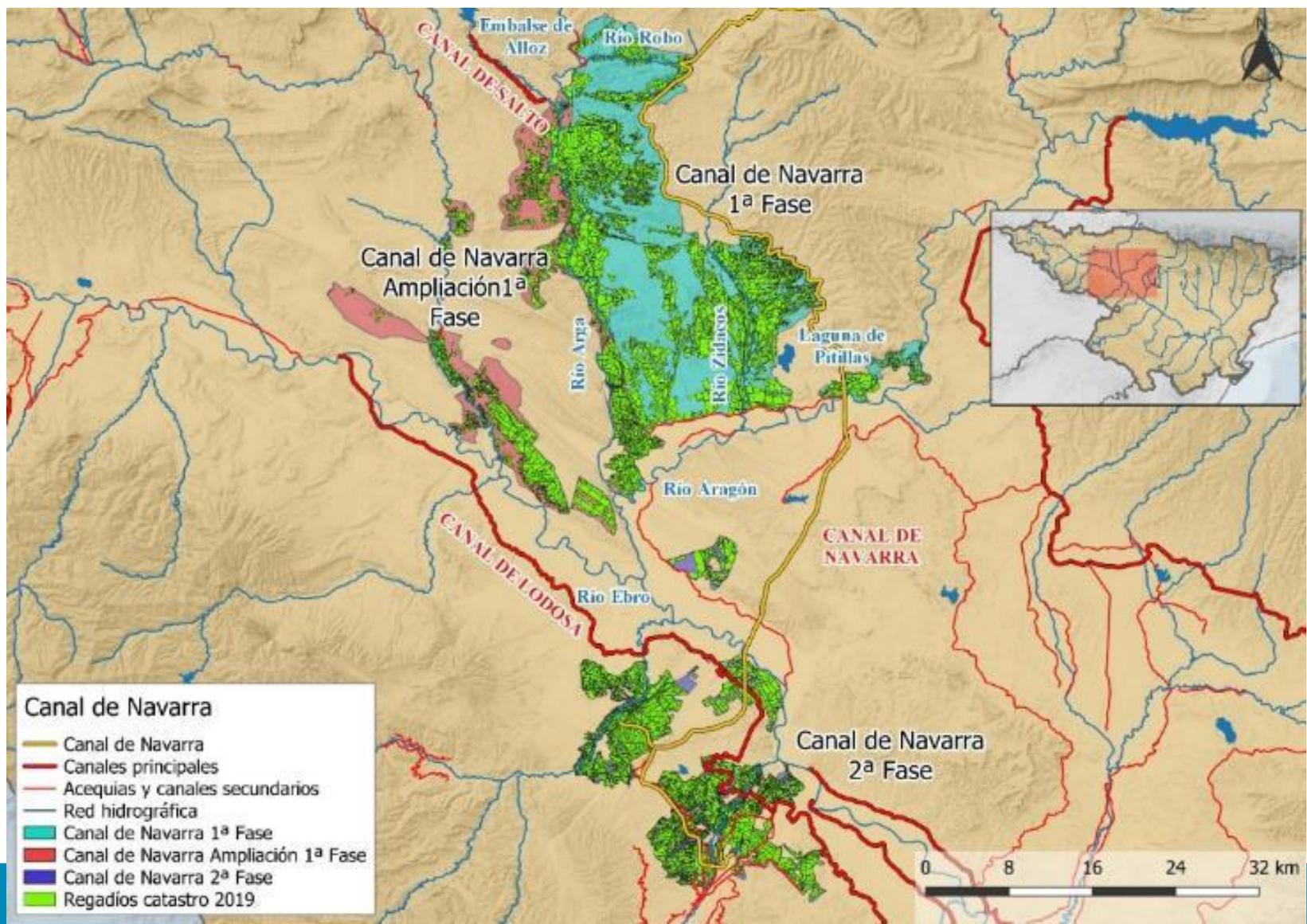
(A) Dotación y volumen netos de cada cultivo. Equivalente a las necesidades de riego estrictas de la planta para su desarrollo óptimo sin tener en cuenta las necesidades de la conducción, distribución ni método de riego

(B) Dotación y volumen en parcela según las dotaciones netas de cada cultivo y la eficiencia de aplicación

(C) Volumen bruto en alta anual según las dotaciones netas de cada cultivo y las eficiencias de aplicación, distribución y conducción. Equivalente al volumen en la toma del canal

Dotaciones canales de riego principales

CANAL DE NAVARRA



Volúmenes brutos de agua a suministrar a los grandes sistemas de riego de la Demarcación del Ebro

Canal de Navarra desarrollo completo

Volumen servido⁽¹⁾ (hm ³ /año)	-	Dotación servida⁽¹⁾ (m ³ /ha año)	-
Volumen PHE3⁽²⁾ (hm ³ /año)	340,0	Dotación PHE3⁽²⁾ (m ³ /ha año)	6.400
Superficie regada⁽³⁾ (ha)	53.125		
Eficiencia conducción y distri. (%)	97%		

Cultivos	Distr. (%)	Sup. ⁽⁴⁾ efectiva (ha)	Dotación neta ^(A) (m ³ /ha año)	Volumen neto ^(A) (hm ³ /año)	Eficiencia aplicación (%)	Dotación en parcela ^(B) (m ³ /ha año)	Volumen en parcela ^(B) (hm ³ /año)	Volumen bruto alta ^(C) (hm ³ /año)
Maíz en grano (1ª ocupación)	17,7%	9.421	5.853	55,14	80%	7.316	68,92	71,06
Olivar	7,1%	3.773	4.409	16,64	90%	4.899	18,49	19,06
Viñedo	11,2%	5.968	3.269	19,51	90%	3.632	21,68	22,35
Cebada	5,5%	2.911	2.128	6,19	80%	2.660	7,74	7,98
Trigo	8,6%	4.569	2.477	11,32	80%	3.096	14,14	14,58
Almendro (RD)	4,4%	2.318	4.004	9,28	90%	4.449	10,31	10,63
Tomate	5,0%	2.667	6.739	17,97	80%	8.423	22,46	23,16
Maíz dulce	3,4%	1.793	4.291	7,69	80%	5.363	9,62	9,91
Girasol (1ª ocupación)	4,5%	2.367	4.533	10,73	80%	5.667	13,41	13,83
Colza	2,2%	1.161	2.127	2,47	80%	2.659	3,09	3,18
Frutales	0,9%	490	6.215	3,04	90%	6.906	3,38	2,79
Alcachofa	0,7%	386	7.343	2,83	80%	9.178	3,54	3,65
Forrajes	1,4%	755	6.256	4,72	80%	7.820	5,90	1,75
Pimiento	0,9%	486	5.991	2,91	80%	7.489	3,64	3,75
Resto cultivos	6,5%	3.436	3.807	13,08	80%	4.744	16,30	21,84
Doble cosecha	20,0%	10.625	6.241	66,31	80%	7.801	82,89	85,45

Volumen en parcela^(B) (hm³/año) 305,5

Volumen en alta^(C) (hm³/año) 315,0

Dotación equivalente en alta (m³/ha año) 5.929

Eficiencia global (%) 79,3%

(1) Volumen de agua y dotación medios anuales servidos en 5 años hidrológicos: de 2016/17 a 2020/21. Se muestra en la ficha de la 1ª Fase y Ampliación

(2) Volumen de agua bruto y dotación, en la toma del canal, considerado en la planificación hidrológica del Ebro

(3) Superficie regable total prevista

(4) Las superficies de los cultivos implicados en las dobles cosechas han sido convenientemente reajustadas para no duplicar consumos

(A) Dotación y volumen netos de cada cultivo. Equivalente a las necesidades de riego estrictas de la planta para su desarrollo óptimo sin tener en cuenta las necesidades de la conducción, distribución ni método de riego

(B) Dotación y volumen bruto anual según las dotaciones netas de cada cultivo y la eficiencia de aplicación. Equivalente a valores en parcela.

(C) Volumen bruto en alta anual según las dotaciones netas de cada cultivo y las eficiencias de aplicación, distribución y conducción. Equivalente al volumen en la toma del canal

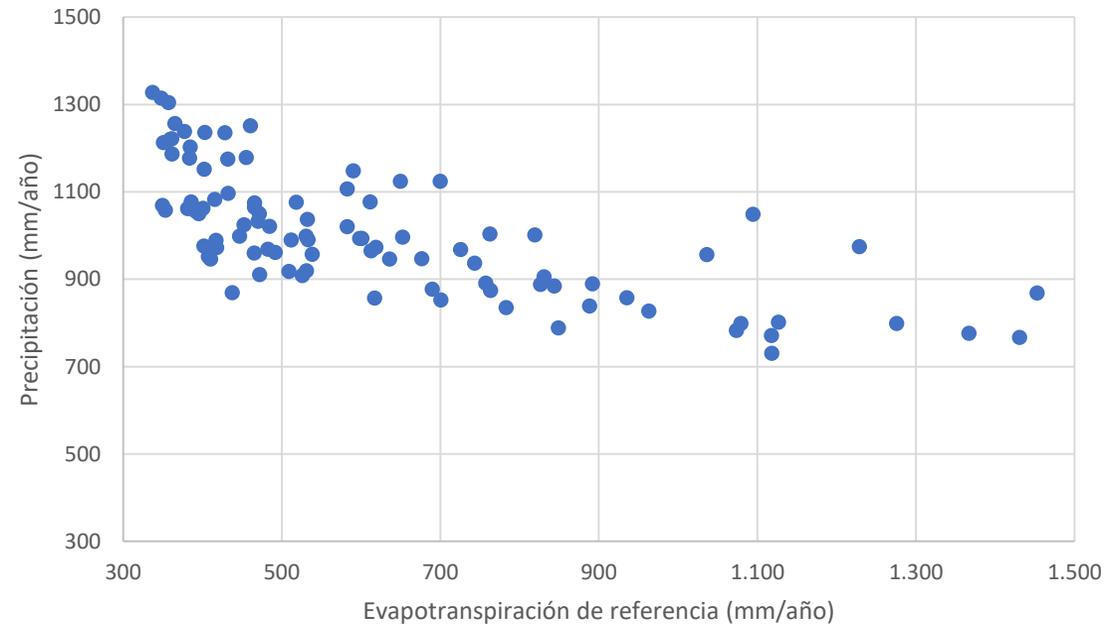
NOTA: El Canal de Navarra tiene un derecho inscrito de 340 hm³/año

Análisis de incertidumbre

- **Análisis de incertidumbre asociado a los siguientes aspectos:**
 - **División del territorio de 95 comarcas frente a otras posibilidades.**
 - **Variación de las condiciones agroclimáticas en el territorio y según campaña de riego.**
 - Algunos condicionantes relacionados con: ET_o , K_c y fenología.
 - Efectos de la consideración de la textura de los suelos.
 - Efecto del factor de agotamiento de los cultivos.
 - Profundidad de raíces.
 - **Procedimiento de evaluación de los percentiles.**
 - Falta de información oficial suficiente sobre dobles cosechas.

Análisis de incertidumbre

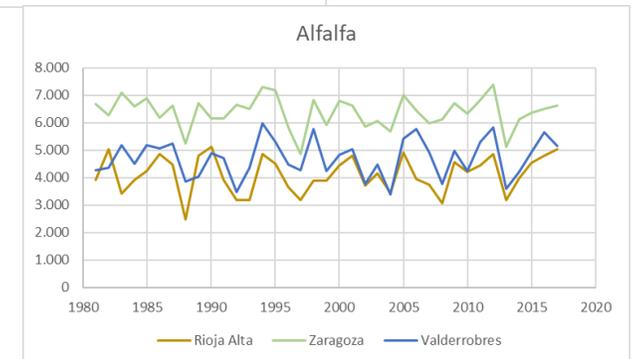
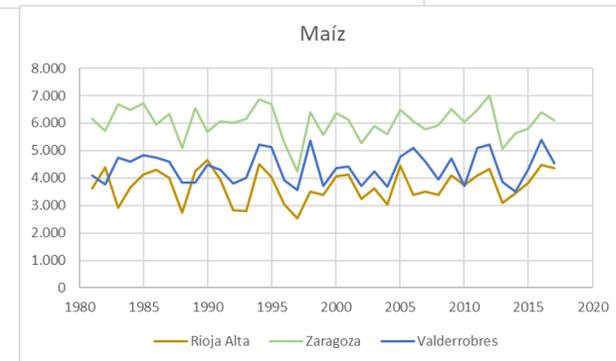
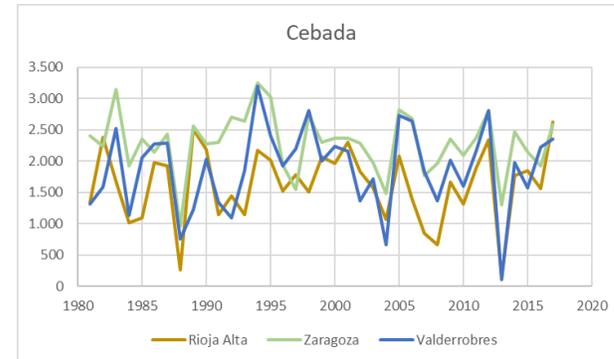
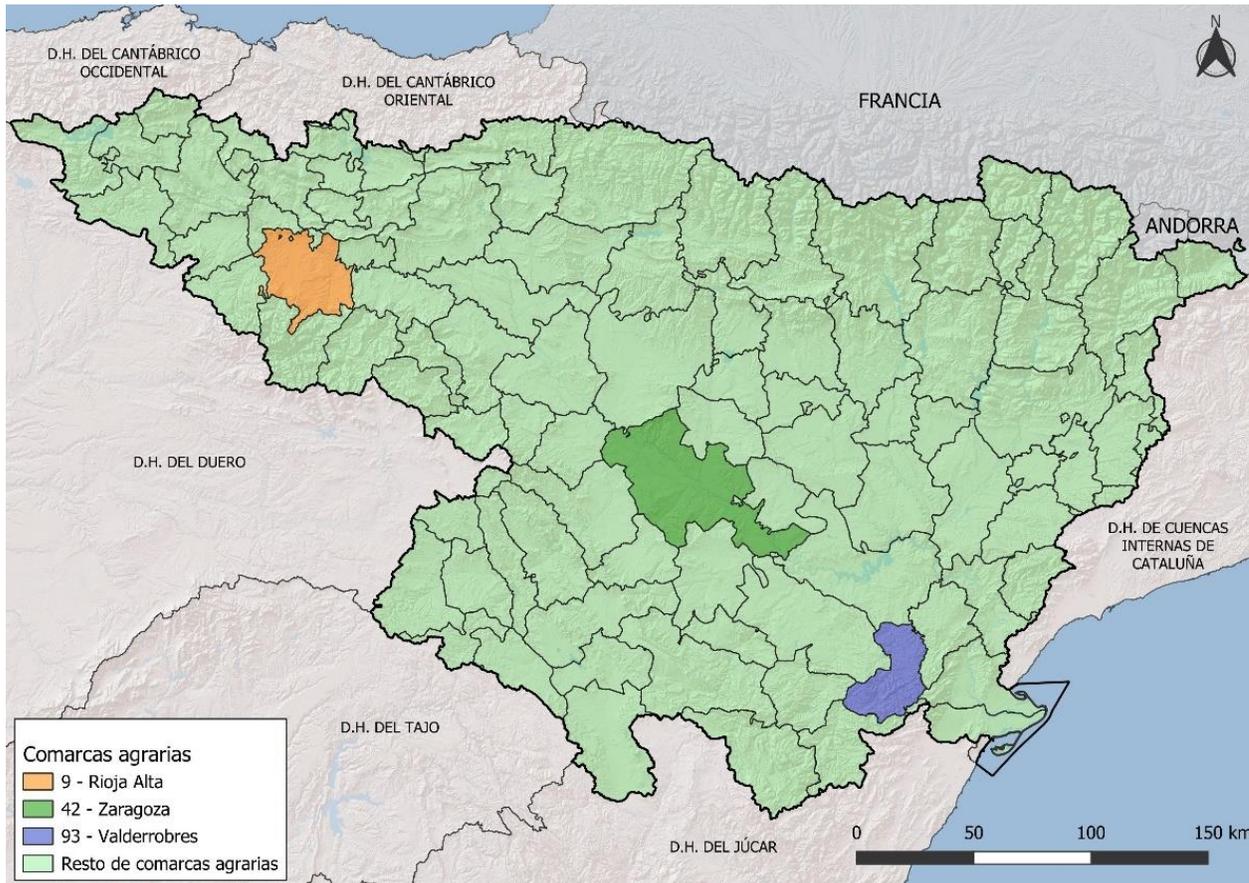
- **División del territorio de 95 comarcas frente a otras posibilidades.**
 - La elección de la visión espacial afecta a los resultados.
 - Se podría haber dividido en elementos de medio km de lado.
 - Se considera que la división efectuada tiene ventajas de orden práctico



Relación entre la evapotranspiración de referencia y la precipitación media del periodo 1980/81 a 2017/18 en las 95 comarcas agrarias delimitadas para el cálculo de necesidades de riego de los cultivos

Análisis de incertidumbre

➤ Variación de las condiciones agroclimáticas en el territorio y según campaña de riego .



Análisis de incertidumbre

➤ Procedimiento de cálculo de los percentiles

Procedimiento A). Cálculo del percentil 80% sobre los valores anuales

	Comarca agraria		
	Rioja Alta	Zaragoza	Valderrobres
Cebada	2.079	2.674	2.345
Maíz	4.298	6.492	4.828
Alfalfa	4.805	6.819	5.293

Este es el aplicado en el trabajo

Procedimiento B). Cálculo del percentil 80% sobre los valores mensuales y agregación anual posterior

	Comarca agraria		
	Rioja Alta	Zaragoza	Valderrobres
Cebada	2.269	3.039	2.745
Maíz	4.748	6.998	5.451
Alfalfa	5.101	7.561	5.926

Porcentaje de variación del procedimiento B) con respecto al A)

	Comarca agraria		
	Rioja Alta	Zaragoza	Valderrobres
Cebada	9,1%	13,6%	17,1%
Maíz	10,5%	7,8%	12,9%
Alfalfa	6,2%	10,9%	12,0%

Efectos previsibles del cambio climático

Dotaciones netas para los 18 cultivos más importantes de la DHE (mediana del P80 en las 95 comarcas) en el horizonte actual y los horizontes 2045 y 2070-2100, para las RCP 4.5 y RCP 8.5 (m³/ha/año)

Cultivo		Nº Comarcas	Actual	Horizonte 2045		Horizonte 2070-2100	
Código	Nombre			RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
1-012-00	Cebada	95	1.707	1.816	1.933	1.948	2.324
1-041-00	Trigo	95	2.153	2.302	2.417	2.432	2.882
1-030-01	Maíz en grano	94	4.383	4.694	4.844	4.888	5.497
2-044-00	Alfalfa	95	4.630	4.921	5.055	5.090	5.730
3-055-10	Almendro (RD)	80	2.696	2.836	2.934	2.950	3.353
3-053-00	Olivar	87	2.930	3.143	3.290	3.317	3.904
3-063-00	Viñedo	90	2.143	2.329	2.427	2.443	2.955
2-048-00	Ballico	95	4.174	4.387	4.563	4.602	5.236
1-005-00	Arroz	33	7.964	8.385	8.565	8.624	9.436
3-060-02	Melocotonero	71	4.220	4.505	4.659	4.709	5.352
3-062-03	Peral	92	4.280	4.584	4.732	4.784	5.403
1-024-00	Guisante verde	87	2.219	2.316	2.422	2.446	2.770
1-022-01	Girasol	93	3.445	3.698	3.838	3.869	4.460
3-059-03	Manzano	95	3.964	4.253	4.389	4.442	5.054
1-068-00	Triticale	95	1.861	1.999	2.116	2.132	2.609
3-057-03	Cerezo	89	3.833	4.080	4.237	4.277	4.944
3-111-00	Paraguay	47	5.234	5.533	5.700	5.739	6.456
1-017-00	Colza	88	1.722	1.839	1.953	1.972	2.355

Efectos previsibles del cambio climático

Porcentaje de incremento de las dotaciones netas por cultivo, en los horizontes 2045 y 2070-2100 respecto del actual, para las RCP 4.5 y RCP 8.5

Cultivo		% de incremento del horizonte 2045 sobre el actual		% de incremento del horizonte 2070-2100 sobre el actual	
Código	Nombre	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
1-012-00	Cebada	6%	13%	14%	36%
1-041-00	Trigo	7%	12%	13%	34%
1-030-01	Maíz en grano	7%	11%	12%	25%
2-044-00	Alfalfa	6%	9%	10%	24%
3-055-10	Almendro (RD)	5%	9%	9%	24%
3-053-00	Olivar	7%	12%	13%	33%
3-063-00	Viñedo	9%	13%	14%	38%
2-048-00	Ballico	5%	9%	10%	25%
1-005-00	Arroz	5%	8%	8%	18%
3-060-02	Melocotonero	7%	10%	12%	27%
3-062-03	Peral	7%	11%	12%	26%
1-024-00	Guisante verde	4%	9%	10%	25%
1-022-01	Girasol	7%	11%	12%	29%
3-059-03	Manzano	7%	11%	12%	27%
1-068-00	Triticale	7%	14%	15%	40%
3-057-03	Cerezo	6%	11%	12%	29%
3-111-00	Paraguayo	6%	9%	10%	23%
1-017-00	Colza	7%	13%	15%	37%

Efectos previsibles del cambio climático

Dotaciones netas medias estimadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro con base en los 18 cultivos más importantes, en los horizontes actual, 2045 y 2070-2100, para las RCP 4.5 y RCP 8.5 (m³/ha/año)

Actual	Horizonte 2045		Horizonte 2070-2100	
	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
3.225	3.434	3.565	3.593	4.117

Porcentaje de aumento de las dotaciones netas medias en la Demarcación Hidrográfica del Ebro con base en los 18 cultivos más importantes, en los horizontes 2045 y 2070-2100 respecto al actual, para las RCP 4.5 y RCP 8.5.

% de variación del horizonte 2045 sobre el actual		% de variación del horizonte 2070-2100 sobre el actual	
RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 4.5	RCP 8.5
6%	11%	11%	28%

Dato medio

7 %

20 %

Conclusiones

- Se ha llevado a cabo un enorme trabajo técnico que se ha realizado de forma transparente y participativa desde el inicio. El estudio se encuentra en su recta final.
- Se mejora significativamente la estimación de las demandas objetivo en la cuenca del Ebro, un reflejo actualizado de la realidad
- Estas nuevas dotaciones serán sometidas a los diversos procesos de participación pública del nuevo plan hidrológico y serán aprobadas en 2027.
- Una vez aprobadas se utilizarán en los informes de compatibilidad del plan hidrológico en las nuevas concesiones al uso del agua o en la ampliación de los ya existentes.



Muchas gracias por su atención
Su turno: Preguntas, comentarios y sugerencias