

Jornada sobre Gobernanza del Agua en el Regadío Mediterráneo
14 febrero 2024



**Aspectos ambientales del regadío español:
Efectos de la modernización de regadíos sobre las cuencas hidrográficas**

Alberto Fernández Lop
Programa Agua
WWF España

(1) MAPA: INVERSIONES EN REGADÍOS (M€)

INVERSIÓN MOD. REGADÍOS DE 2008 - 2021 **3.000**

INVERSION DE REGADÍOS PREVISTA DE 2021 - 27 **2.100**

- SEIASA con fondos PRTR (0 de CCRR cofinanciadas) 760
- Capital social de SEIASA 60
- Convenio ordinario MAPA SEIASA 431
- Anexos del PEPAC :
 - (Modernización en parcela) de las CCAA 209
- PERTE agroalimentario:
 - Digitalización. 410
 - PERTE agroalimentario. Reducción perdidas redes 410

(2) MITECO: PERTE DEL AGUA. Digitalización regadíos. **240**

2.190 MILLONES DE EUROS PARA PALIAR LOS EFECTOS DE LA SEQUÍA

784 MILLONES PARA APOYAR AL SECTOR AGRARIO ✦ Ayudas directas de Estado por valor de ~~636 millones~~ de euros a la ganadería, agricultura y apicultura. ✦ Devolución del IBI por **53 millones** de euros de 2023 a más de 200.000 explotaciones agrícolas. ✦ Más ayudas para contratar seguros agrarios contra la sequía, aportando **40,48 millones** de euros. ✦ Aplazamiento de pago de cuotas sociales durante cinco meses a más de 730.000 trabajadores y prórroga en la reducción de peonadas para acceder al subsidio de desempleo agrario, para poder cobrarlo con 10 peonadas. ✦ **Exención de IRPF y Sociedades** por las ayudas de la PAC. ✦ **Flexibilización de la nueva PAC** y ampliación hasta el 30 de junio de las solicitudes de ayuda.

INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

✦ **Casi 700 millones** de euros en actuaciones prioritarias en las cuencas más castigadas para mejorar los recursos hídricos. ✦ Rebaja de cánones. **57 millones** de euros en exención de hasta el 100% del pago del canon de regulación y la tarifa de regulación del agua. ✦ Más inversión. **36 millones** de euros, destinados a obras hidráulicas como estaciones de bombeo o mejoras en embalses. ✦ Protección de Doñana. Aprobamos la declaración de interés general del Estado, la sustitución en Matalascañas de bombeos de agua subterránea por otros superficiales y autorizamos trasvases al Guadalquivir. ✦ Acuíferos sostenibles. Autorizamos un acuerdo de **610 millones** de euros con Acuamed para activar la conducción Júcar-Vinalopó y sustituir el uso de aguas subterráneas por desaladoras.

**¿QUE VA A PASAR CON LOS RECURSOS DE AGUA
EN LOS EMBALSES Y LOS CAUDALES CIRCULANTES
DE LAS CUENCAS CON TODO ESTO?**

LA HIDROLOGÍA DEL REGADÍO: IMPORTANCIA DE LA FRACCION DE IMPULSIÓN

ANTES DE LA MODERNIZACIÓN

Gravedad: aplicación riego por superficie, "a manta"

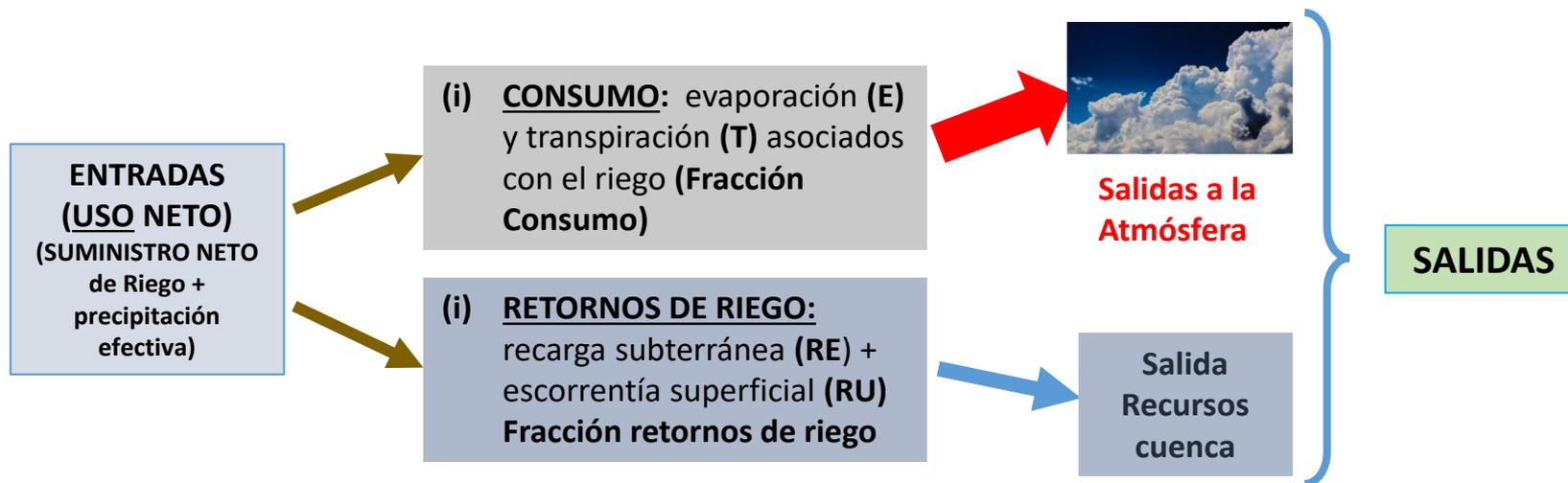


$$\boxed{\text{DOTACION PARA EL USO DEL AGUA a pie de parcela}} = \text{FUNCIÓN IMPULSORA} + \text{Función Productiva (CONSUMO, ET)}$$

Base fundamental de contabilidad del agua en el regadío en las cuencas :

“Ley de Conservación de las Masas”

ENTRADAS = SALIDAS



ENTRADAS = CONSUMO + RETORNOS

↑ CONSUMO ↓ RETORNOS

NOTA: Para simplificar, en los modelos teóricos que se muestran en el consumo se han unido la Evaporación y la Transpiración, el consumo no productivo y percolación no recuperable (consumos o pérdidas de la cuenca), por un lado, y la recarga subterránea junto con la escorrentía por otro (retornos o ganancias a la cuenca) por otro.

CAMBIOS TÉCNICOS EN EL REGADÍO TRAS LA MODERNIZACIÓN

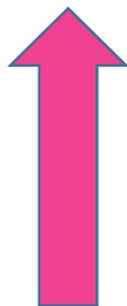
ANTES DE LA MODERNIZACION

- Impulsión hidráulica por gravedad
- Baja Eficiencia de aplicación (riego superficial, por surcos)
- Estrés hídrico parcial del cultivo
- Altos retornos a la cuenca con contaminantes diluidos
- Masa de contaminantes

DESPUÉS DE MODERNIZACION

- Impulsión MECÁNICA
- Reducción de fugas conducc.
- Alta Eficiencia de aplicación (aspersión, goteo)
- Corrección del estrés de la planta al disponer de más agua en el suelo
- Reducción y mayor toxicidad de los retornos

*Aumento de la
eficiencia*



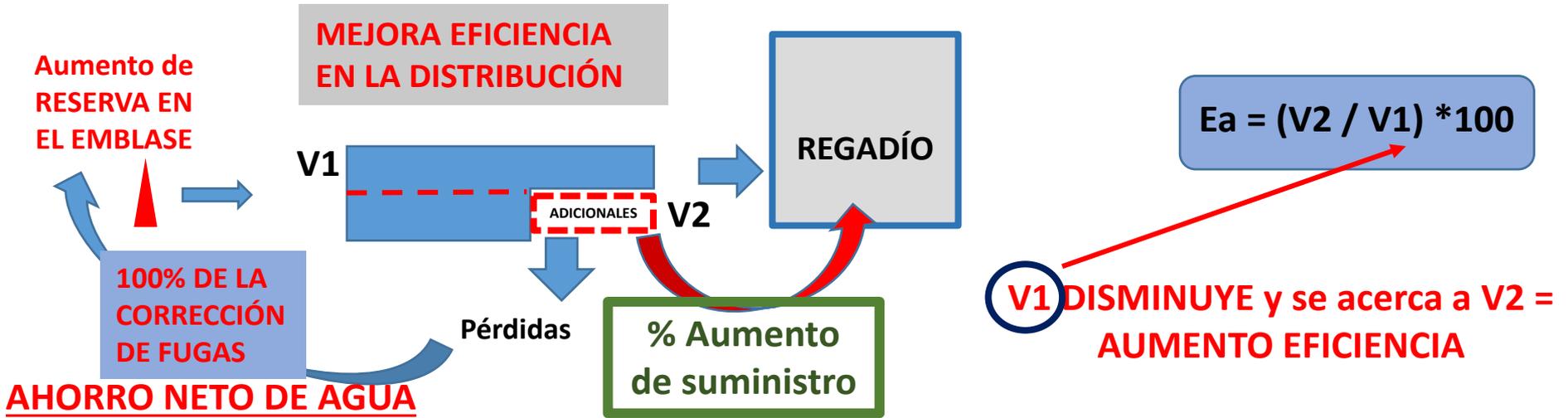
del agua:

$$E_a = (V_2 / V_1)$$

del regadío:

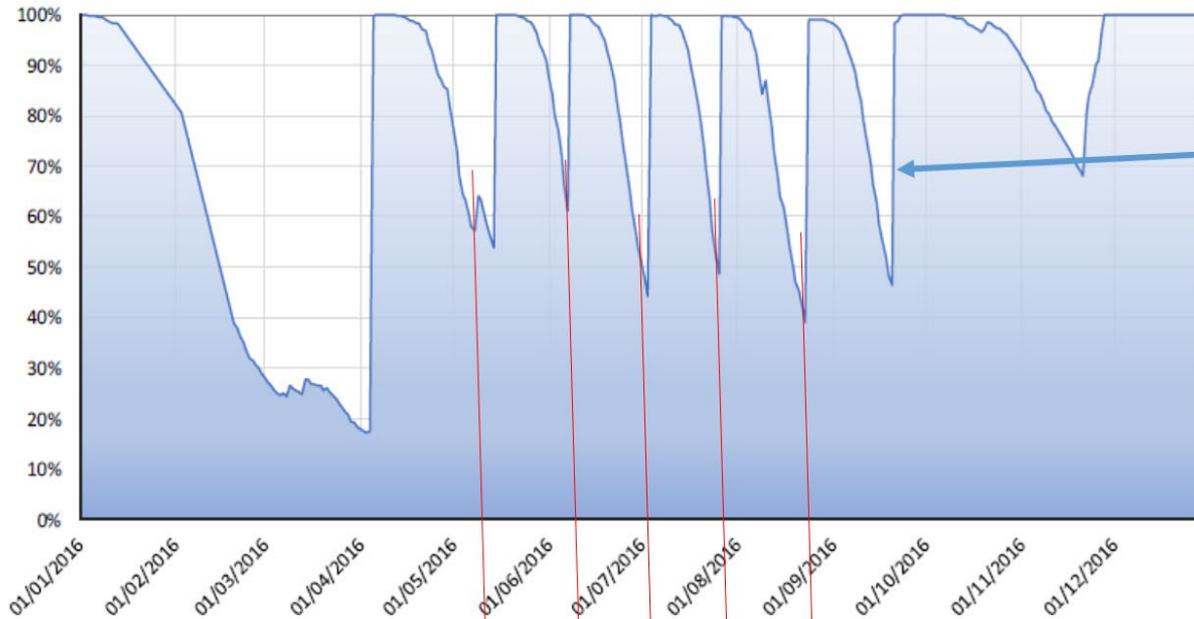
$$E_R = (E_{Tc} / V_2)$$

EFICIENCIA DEL AGUA (Ea) VS EFICIENCIA EN EL RIEGO (Er)



Ley de conservación de la masa en el regadío:
APORTACIONES ($V2 = V1 - \text{Pérdidas}$) = CONSUMO (ET) + RETORNOS DE RIEGO (RET)

TECNIFICACIÓN DEL RIEGO POR AUMENTO DE EFICIENCIA: Razones del Aumento de consumo: “EFECTO REBOTE INTRÍNSECO”



Riego superficial por turnos

Periodos de estrés hídrico

EFFECTO DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA EN EL REGADÍO EN EL NIVEL DE HUMEDAD EDAFICA (ESTRÉS HÍDRICO)

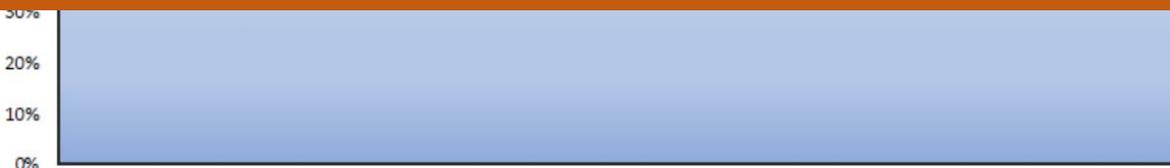


Riego presurizado a la demanda

Corrección del estrés hídrico que se consigue mediante el

**Incremento de consumo
(efecto rebote intrínseco)**

DE DÓNDE VIENE EL AGUA PARA CORREGIR EL ESTRÉS ??



EFFECTOS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA SOBRE LA HIDROLOGÍA DEL REGADÍO: CAMBIO DE LA FRACCIÓN DE IMPULSIÓN A CONSUMO

**DESPUÉS de la
MODERNIZACIÓN**

Impulsión

**Alta Eficiencia de aplicación
(aspersión, goteo)**



**¡¡El agua de impulsión en parcela es un agua DEL DPH
“prestada” que pertenece a la cuenca!!**

- ***Cómo se puede prevenir este efecto?***
- ***Basta con reducir el suministro?***
- ***Cuánto hay que reducirlo?***

EFECTOS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA SOBRE LA HIDROLOGÍA DEL REGADÍO: CAMBIO de USO de impulsión a consumo

En el riego por superficie o “a manta”, ...

... gran parte del agua tiene una **función de fuerza de impulsión hidráulica** para hacer llegar el agua a toda la parcela gracias a la gravedad. La otra parte del agua es capturada por las plantas. Una vez llegado a su fin, este caudal de salida forma el **retorno de riego**. Era la fuerza impulsión del agua de regadío (**erróneamente a veces se denomina exceso de riego en la literatura de regadío, pero solo debería hacerse en el caso de riego presurizado**). Este agua es un agua de la cuenca “**prestada**” para hacer un servicio de impulsión pero, una vez hecho, **volvía a la cuenca**.

Tras la modernización, ...

... el sistema de **aplicación más eficiente del agua** (goteo, aspersión) permite corregir estrés hídrico y “**capitalizar**” el agua de los retornos y la **evapotranspiración no productiva, convirtiéndola en agua de consumo**, que es una pérdida para la cuenca (al contrario de lo que ocurría antes con el agua de impulsión, que volvía a la cuenca). Por tanto, lo que era un agua “prestada para la impulsión” **es ahora secuestrada para la producción gracias a la mayor eficiencia del regadío. Pero a costa de reducir los retornos que son recursos para las cuencas y gastar energía para presurizar**.

EFFECTOS DEL AUMENTO DE LA EFICIENCIA SOBRE LA HIDROLOGÍA DEL REGADÍO:

1. La capitalización del agua de impulsión por el “efecto rebote” aumenta la producción para los regantes, pero deja **sin agua a las cuencas**
2. **Ahorro de agua se impide** por el aumento de eficiencia y la reducción de los retornos a la cuenca (ley conservación de las masas).
3. La modernización se ha **podido cofinanciar gracias a que se ha cumplido precisamente el “efecto rebote”**, que les ha permitido pagar, pero no el ahorro de agua para las cuencas.

4) Existen Intereses contradictorios sobre los retornos de riego/agua de impulsión que impiden reducir el consumo de agua por el regadío modernizado:

- Para el regadío son “pérdidas” que hay que evitar (recuperar) con la mejora de la eficiencia
- Para la cuenca son nuevos recursos que vuelven al sistema de la cuenca

5) El agua de impulsión es un agua que no debería estar en la concesión después de la modernización.

EFICIENCIA EN EL REGADÍO: es la capacidad de Transpirar (consumir) agua en relación con la aportada. Un aumento de eficiencia supone una mayor capacidad de transpirar más agua por hectárea, es decir, de consumir más

Respuesta infrarroja de cultivos antes y después de modernizar

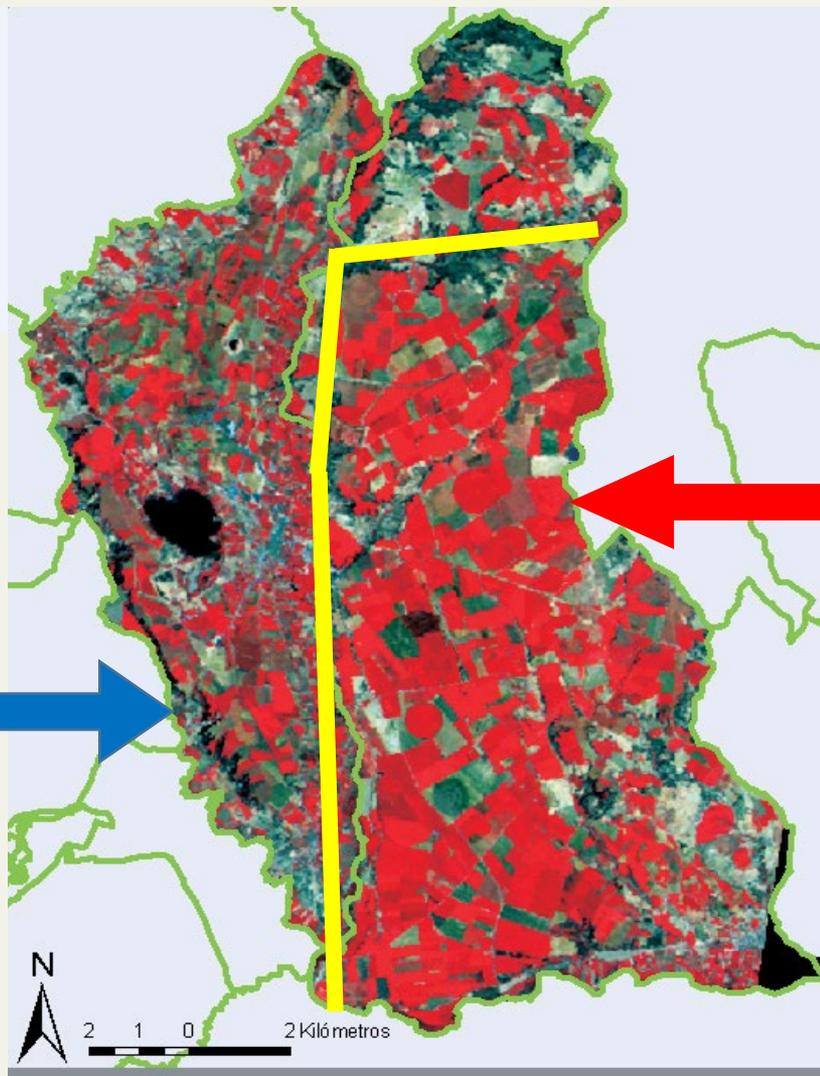
SIN MODERNIZACIÓN

Menos:

- Eficiencia regadío
- Evapotranspiración/
- Fotosíntesis

Más:

- Retornos de riego a la cuenca



REG. MODERNIZADO

Mas:

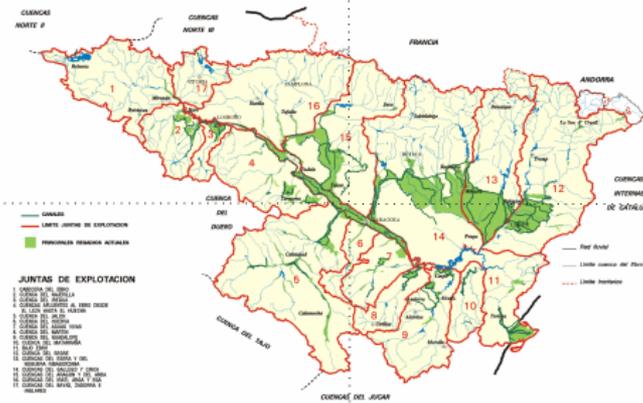
- Eficiencia regadío
- Evapotranspiración/
- Fotosíntesis
- Consumo/ha regada
- DÉFICIT PARA LA CUENCA

Menos:

- Retornos de riego

Modernización de regadíos en la Cuenca del Ebro: Efectos sobre la cantidad y calidad del agua.

Fase I - Análisis conceptual



Junio de 2008

Grupo de Excelencia (GE) del Gobierno de Aragón "Riego, Agronomía y Medio Ambiente"
 Ager Ingenieros irc S.L.



MONOGRAFÍAS INIA: SERIE AGRÍCOLA

n° 26 - 2009

Agriculture Organization of Nations

Siencie, 24 Ago 2008

FORO DE POLÍTICAS DE AGUA

The paradox of irrigation efficiency: Higher efficiency rarely reduces water consumption

RQ Grafton 1, 2, J. Williams 1, CJ Perry 3, F. Molle 4, C. Ringler 5, P. Steduto 6, B. Udall 7, S.A. Wheeler 8, Y. Wang 9, D. Garrick 10, RG Allen 11

Water conservation in irrigation can increase water use

Frank A. Ward^{a,1} and Manuel Pulido-Velazquez^b

^aDepartment of Agricultural Economics and Agricultural Business, New Mexico State University, Las Cruces, NM 88003; and ^bDepartment of Hydraulic and Environmental Engineering-Institute of Water and Environmental Engineering, Universidad Politécnica de Valencia, Cami de Vera s/n 46120 Valencia, Spain

Edited by Partha sarathi Dasgupta, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom, and approved September 23, 2008 (received for review June 10, 2008)

uses outside agriculture (16, 17). Numerous public policies have been implemented and billions of dollars in public and private investments spent to promote water conservation in irrigated agriculture. However, many of these investments have not made additional water available to new users. Although water conservation intentions carry considerable political weight, there is all too often little serious evidence on conservation outcomes that would be produced by water conservation programs in policy debates, funding opportunities, and the popular press. Moreover, studies that connect water use efficiency with wet water

Efecto de la modernización de regadíos sobre la cantidad y la calidad de las aguas: la cuenca del Ebro como caso

Autores:
 Sergio Lecina
 Daniel Isidoro
 Enrique Playán
 Ramón Aragón



INSIGHTS



POLICY FORUM

The paradox of irrigation efficiency Higher efficiency rarely reduces water consumption

By R. Q. Grafton^{1,2}, J. Williams¹, C. J. Perry³, F. Molle⁴, C. Ringler⁵, P. Steduto⁶, B. Udall⁷, S. A. Wheeler⁸, Y. Wang⁹, D. Garrick¹⁰, R. G. Allen¹¹

Reconciling higher freshwater demands with finite freshwater resources remains one of the great policy dilemmas. Given that crop irrigation constitutes 70% of global water extractions, which contributes up to 40% of globally available calories (1), governments often support increases in irrigation efficiency (IE), promoting advanced technologies to improve the "crop per drop." This provides private benefits to irrigators and is justified, in part, on the premise that increases in IE "save" water for reallocation to other sectors, including cities and the environment. Yet substantial scientific evidence (2) has long shown that

increased IE rarely delivers the presumed public-good benefits of increased water availability. Decision-makers typically have not known or understood the importance of basin-scale water accounting or of the behavioral responses of irrigators to subsidies to increase IE. We show that to mitigate global water scarcity, increases in IE must be accompanied by robust water accounting and measurements, a cap on extractions, an assessment of uncertainties, the valuation of trade-offs, and a better understanding of the incentives and behavior of irrigators.

LOGIC AND LIMITS

Field IE is the ratio of the volume of all irrigation water beneficially used on a farmer's field (predominantly, evapotranspiration (ET) by crops and salt removal to maintain soil productivity) to the total volume of irrigation water applied (adjusted for changes in water

stored for irrigation in the soil) (2). Annually, governments spend billions of dollars subsidizing advanced irrigation technologies, such as sprinklers or drip systems (3). Sometimes their goal is to increase IE on the understanding that this will allow water to be reallocated from irrigation to cities (4), industry, or the environment, while maintaining or even increasing agricultural production.

But water saved at a farm scale typically does not reduce water consumption at a watershed or basin scale. Increases in IE for field crops are rarely associated with increased water availability at a larger scale (5), and an increase in IE that reduces water extractions may have a negligible effect on water consumption. This paradox, that an increase in IE at a farm scale fails to increase the water availability at a watershed and basin scale, is explained by the fact that previously nonconsumed water "leaves" at a farm scale (for ex-

PHOTO COURTESY OF IRRIGATION DISTRICT OF ARIZONA

<http://awsassets.wwf.es/d...>
 Modernización regadío

Discussion paper on sustainable water re... in the Near East and...
<https://www.researchgate.net/publication/317102271> DOES...
 TECHNOLOGY SAVE...
 the science

Regional Initiative on Water Scarcity for the Near East and North Africa

INFORME TRIBUNAL CUENTAS EUROPEO 2021

- *Escasa recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua en agricultura (párrafos 44, 91).*
- *Los pagos directos de la PAC no fomentan ostensiblemente el uso eficiente del agua (46, 56).*
- *Las ayudas asociadas a voluntarias favorecen la perpetuación de cultivos intensivos en agua de baja rentabilidad en zonas con estrés hídrico (58, 60).*
- *La condicionalidad abarca la captación ilegal de agua, pero los controles son poco frecuentes y las sanciones bajas (62 a 68).*
- ***Los programas de desarrollo rural rara vez se utilizan para mejorar los aspectos cuantitativos del agua (78, 79, 82, 84).***
- ***La mejora de la eficiencia en la modernización de regadíos puede reducir el uso, pero aumentar el consumo de agua por debido a la paradoja hidrológica y efecto rebote (77).***

Efectos de la modernización de regadíos. Cajamar, 2019

La mayoría de modernizaciones realizadas hasta la fecha en España han producido un aumento en la eficiencia del uso del agua, disminuyendo significativamente la evapotranspiración no beneficiosa (2), y la escorrentía y percolación no recuperable (3), al igual que la escorrentía y percolación recuperable (4). Este efecto ha contribuido a disminuir el consumo de agua y, por tanto, a ahorrar agua.

Efecto rebote Intrínseco

NO SE DICE: Reducción de retornos que suponen un déficit para las cuencas y que tiene que ser menor que la reducción de suministros para conseguir ahorro de agua para la cuenca
La eficiencia capitaliza los retornos aumenta el consumo (ET)

Sin embargo, también es cierto que los nuevos sistemas de tuberías a presión que operan a la demanda permiten: a) realizar riegos de alta frecuencia, planificación óptima del riego y la diversificación del patrón de cultivos hacia cultivos de mayor valor, normalmente con mayores necesidades hídricas; b) conseguir mayor uniformidad del riego, de modo que parcelas regables con riego deficiente o nulo antes de la modernización pasan a regarse correctamente; y c) ampliar la superficie regable (y regada) mediante el uso del ahorro del agua usada generado por el incremento de la eficiencia. Estas circunstancias pueden conducir a un incremento de la evapotranspiración beneficiosa (1), sobre todo a escala de zona regable, hecho que en ningún caso se contemplaba en el enfoque tradicional anteriormente comentado.

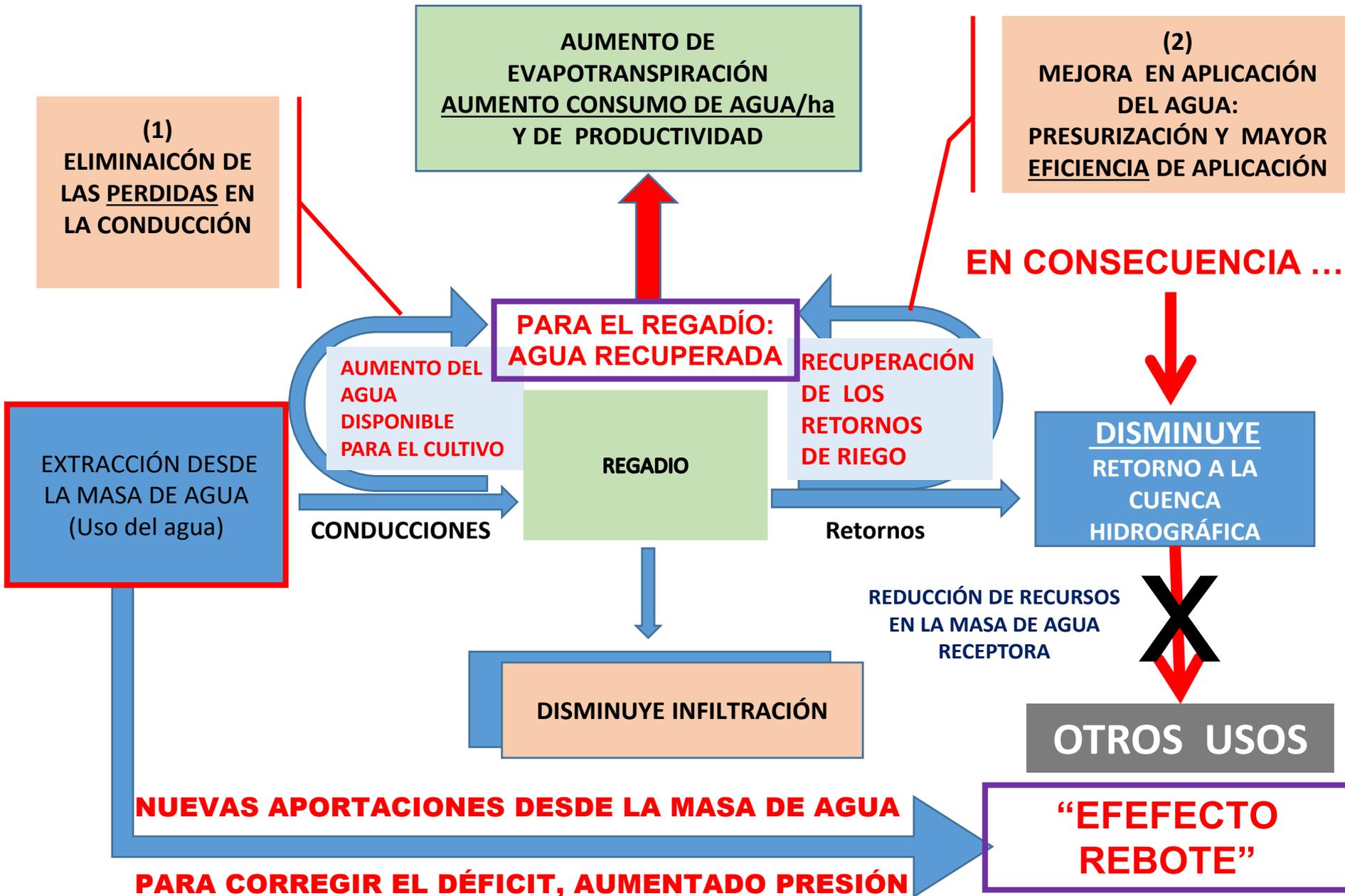
Efecto rebote de segundo nivel

“el uso del ahorro del agua usada generado por el aumento de eficiencia”
Esto supone reconocer que se capitaliza el ahorro potencial para aumentar el consumo del regadío. No hay ahorro para la cuenca

<https://www.publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/series-tematicas/economia/efectos-de-la-modernizacion-de-regadios.pdf>

¿QUÉ GOBERNANZA TENEMOS QUE APLICAR PARA EVITAR EL EFECTO REBOTE?

BALANCE DE AGUA RIEGO TRAS LA MEJORA DEL REGADÍO SIN GOBERNANZA



MEDIDAS DE GOBERNANZA DEL AGUA

¿CUÁNTO HAY QUE REDUCIR LAS APORTACIONES PARA OBTENER AHORRO REAL DESTINADO PARA LA CUENCA?

A) **REDUCIMOS LAS APORTACIONES NETAS EN VOLUMEN (USO CONSUNTIVO) TRAS MODERNIZAR (*).**

(*) *EN CASO CONTRARIO, se produce:*

- un aumento neto de disponibilidad de agua para el regadío y del consumo (aumento de la evapotranspiración/ha) y
- una reducción de retornos que origina un déficit en las cuencas (*efecto rebote*).

B) **SOLO SE AHORRARÁ AGUA para la cuenca SI**

REDUCCIÓN DE
APORTACIONES
AL REGADÍO
e.i. (> 175 hm³)



VOLUMEN DE
RECUPERACIÓN DE
FUGAS DE
CONDUCCIONES
i.e. (= 5 hm³)



VOLUMEN DE REDUCCIÓN
DE RETORNOS POR
MEJORA DE LA EFICIENCIA
DEL REGADÍO
i.e. (= 170 hm³)

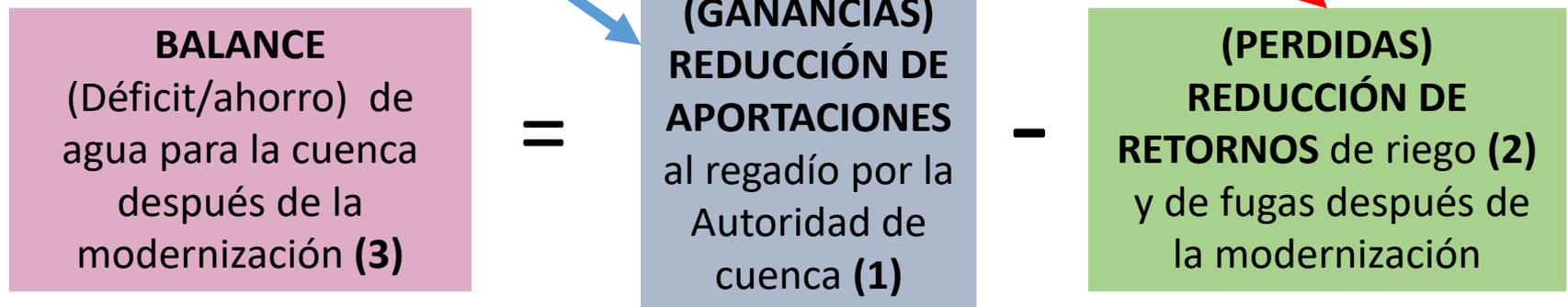
EL BALANCE DE CUENCA (DÉFICIT VS. AHORRO) DE UNA DETERMINADA REDUCCIÓN DE APORTACIONES PROPUESTA EN UN PROYECTO DE MODERNIZACIÓN

Comparando una determinada reducción de las contribuciones (medida de gobernanza del agua por el organismo de cuenca), con el déficit hídrico para la cuenca hidrográfica por aumento del consumo y reducción de retornos

(Consumo antes - Consumo después)

(Suministros antes – Retornos antes) – (suministros después – Retornos después)

(Suministros antes – suministros después) – (retornos antes – retornos después)



BALANCE DE CUENCA ANTES Y DESPUÉS (DMA)

(WEI+) ANTES - (WEI+) DESPUES= VARIACIÓN PRESION DE EXTRACCIÓN

BALANCE DE CUENCA (DÉFICIT vs AHORRO) TRAS LA MODERNIZACIÓN

Ley conservación de las masas: ENTRADAS = (ET + RET) = Salidas

Ley de masas antes de la modernización:

$$(1) ET \text{ antes} = \text{SUMINISTRO antes} - RET \text{ antes}$$

Ley de masas después de la modernización:

$$(2) ET \text{ después} = \text{SUMINISTRO después} - RET \text{ después}$$

Comparación (1) - (2) =
Balance de cuenca

Balance de cuenca:

Variación ET = Ganancias para la cuenca – Perdidas cuenca

Variación ET = Reducción de Suministros – Reducción retornos

Variación ET = (*medida de gobernanza*) - ("*efecto rebote*")

< 0 = déficit para la cuenca Aumento de consumo

> 0 = ahorro para la cuenca Disminución de consumo

**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS
COMUNIDAD DE REGANTES DE APLICAT
LERIDA**

Proyecto de modernización del riego de la Comunidad de
Regantes nº 124
del Canal de Aragón y Cataluña. T.M. Alpicat (Lleida)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

LO QUE DICE EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CULTIVOS	% cultivos	Superficie (ha)
MELOCOTONERO	17	74,34
PERAL	7	30,61
MANZANO	5	21,87
TOTAL	100,0%	437,31

En cualquier caso, las necesidades brutas previstas para el dimensionado de las infraestructuras quedan recogidas en la siguiente tabla:

CULTIVOS	Superficie (ha)	m ³ /año
TRIGO	13,12	81.424
CEBADA	39,36	244.272
MAIZ	148,69	922.804
ALFALFA	109,33	678.533
MELOCOTONERO	74,34	461.402
PERAL	30,61	189.989
MANZANO	21,87	135.706
TOTAL	437,31	2.714.130

La demanda máxima bruta establecida para el sistema de riego del Canal de Aragón y Cataluña es de 8.238 m³/ha y año (recogida en el Apéndice 03.02. del Anexo 3 del Plan Hidrológico del Ebro 2022-2027), por otro lado, la demanda media bruta prevista en el diseño del presente proyecto de modernización, definida en el Estudio agronómico es de 6.206 m³/ha y año.

Así, se comprueba que el presente proyecto de modernización no supone presiones adicionales en cuanto a extracciones de agua en las masas de agua de las que se nutre el sistema de Riegos del Canal de Aragón y Cataluña ajustándose a las dotaciones máximas previstas en la Planificación Hidrológica.

Consultado el organismo de cuenca en relación con la admisibilidad de la actuación y a la compatibilidad con el plan hidrológico del Ebro, éste incorpora las demandas de los regadíos del Canal de Aragón y Cataluña en sus análisis, que contemplan los escenarios con las previsiones de los efectos futuros del cambio climático. Como resultado de las evaluaciones realizadas puede decirse que no se han encontrado

Dotación antes (Plan Hidrológico 22-27)

$$8.238 \times 437,31 = 3.603.000 \text{ m}^3/\text{año}$$

Propuesta después (dotación c necesidades brutas del cultivo según el estudio agronómico)

$$6.206 \times 437,31 = 2.741.130 \text{ m}^3/\text{año}$$

CONCLUSIÓN:
33% menos de dotación en relación con el PHE

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS COMUNIDAD DE REGANTES DE APLICAT LERIDA

- Pérdidas totales en la infraestructura antes de la modernización: 15 %.
- Pérdidas totales en la infraestructura después de la modernización: 0 %.
- **Ahorro potencial justificado: 15 %**

Por lo tanto, 15 % de ahorro potencial, sobre los valores de dotaciones y consumos iniciales de la zona, es la siguiente:

AHORRO POTENCIAL CONVENIO SEIASA

ESTO SOLO DE LA PARTE DE CONDUCCIÓN ...

... ¿Y LA DEL AUMENTO DE EFICIENCIA?

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS COMUNIDAD DE REGANTES DE APLICAT LERIDA

Proyecto de modernización del riego de la Comunidad de
Regantes nº 124
del Canal de Aragón y Cataluña. T.M. Alpicat (Lleida)

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

DOTACIÓN PREVISTA PARA LA ALTERNATIVA DE CULTIVOS

ALTERNATIVA	100%												
Nhb (mm)	0,0	5,8	24,3	38,7	61,6	111,0	172,5	144,8	60,2	0,0	1,8	0,0	620,64
Qfc (l/s y ha)	0,00	0,02	0,09	0,15	0,23	0,43	0,64	0,54	0,23	0,00	0,01	0,00	
Nhb (m3/ha)	0	58	243	387	616	1110	1725	1448	602	0	18	0	6.206
Qfc (l/s)	0,0	10,4	39,7	65,4	100,5	187,3	281,6	236,4	101,6	0,0	3,0	0,0	
Volumen riego (m3)	0	25.167	106.346	169.429	269.188	485.580	754.320	633.076	263.253	0	7.771	0	2.714.130

$$2.714.130 : 437,31 = 6.206 \text{ m}^3/\text{ha y año}$$

RESUMEN SITUACION FINAL	
Superficie de cultivo	437,31 ha
Necesidades hídricas anuales = BRUTAS=DOTACION	6.206 m ³ /ha y año
Caudal ficticio continuo máximo	0,64 l/s y ha
Consumo anual zona a modernizar	2.714.130 m ³ /año
Mes de máximas necesidades	Julio
Dotación media mes máximas necesidades	1.725 m ³ /ha y mes

¿HAY AHORRO PARA LA CUENCA POR AUMENTO DE EFICIENCIA?

Volumen de agua ahorro potencial sobre la dotación máxima:	1.235,7	m3/ha y año.
Dotación máxima PHC	8.238,00	m3/ha y año.
Pérdidas justificadas	15 %	
Volumen de agua ahorro potencial sobre consumo antes modernización:	810.3	m3/ha y año.
Consumos medios últimas campañas	5.402,00	m3/ha y año.
Pérdidas justificadas	15%	
Ahorro potencial destinado a intensificación producción:	804,00	m3/ha y año.
% del ahorro potencial destinado a cubrir nuevas necesidades:	100 %	
Consumo final tras la modernización:	6.206,00	m3/ha y año.
Consumos medios últimas campañas	5.402,00	m3/ha y año.
Ahorro potencial destinado a ahorro efectivo:	6,30	m3/ha y año.
% Ahorro efectivo sobre consumo medio de la zona	0,01 %	sobre dotación media

50%
INCREMENTO
DE CONSUMO

49%
REDUCCIÓN
DE RETORNOS

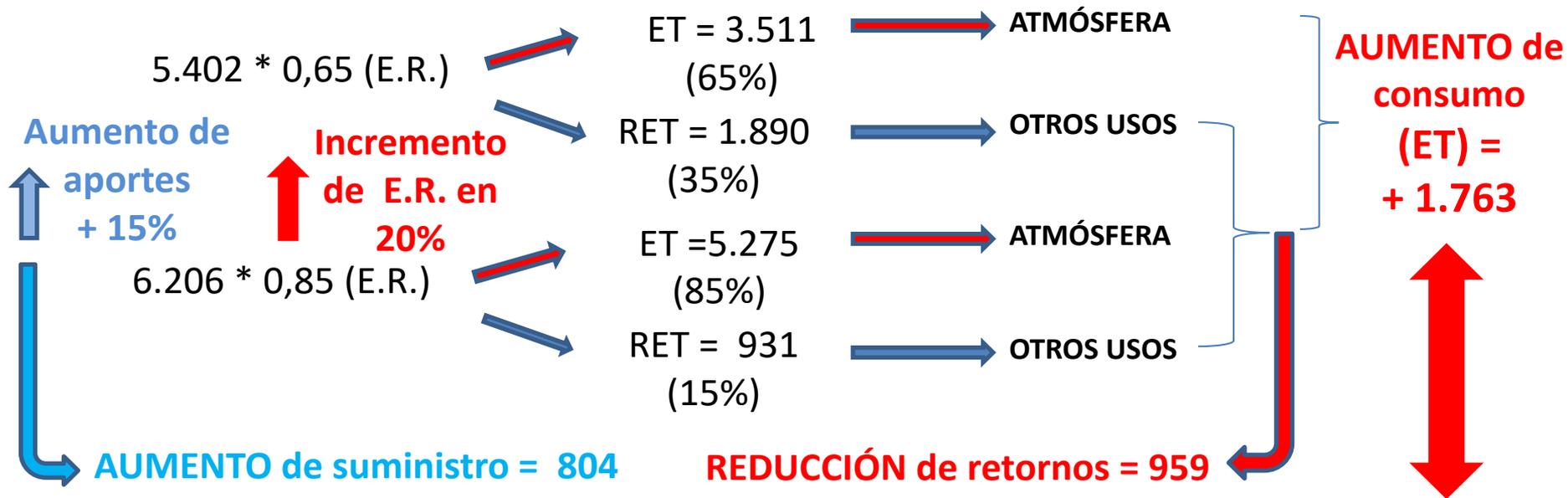
15% de
INCREMENTO
DE SUMINISTRO
(USO)

Estimación del Déficit para la cuenca por aumento de eficiencia del regadío.

Ejemplo de estimación del déficit (m³/ha) para proyecto con:

- un aumento de eficiencia del regadío (E.R.) en el **+ 20%** y
- Un aumento de aportaciones netas desde la masa de agua del **+ 15%**

Se parte de que todos los retornos (RET) son recuperables. (ET)= Evapotranspiración



Déficit hídrico para la cuenca: (Aumento Aportes) - 804 - (red. Retornos) 959 = - **1.763 (*)**

(*) Valores positivos suponen ahorro y negativos déficit para las cuencas hidrográficas

50% más de consumo y 15% más de suministro (uso)

SUPUESTOS AHORROS “POTENCIALES” NO APLICADOS

Organismo del Agua:

Por Reducción de 2.000 m³/ha, de la dotación del PH, pues se reducen la concesión (uso sobre el papel) en un 33%

... pero haciendo el balance de cuenca comparando el aumento de suministro, en relación con lo habitual, con la reducción de retornos se produce un balance global con déficit de -1.7630 m³/ha

Organismos de Regadío:

Porque se produce una mejora de eficiencia en el regadío del 20% el ahorro potencial es: $5.402 \times 0,20 = 1.080$ m³/ha

... pero NO ES CIERTO. El aumento de eficiencia en realidad supone un aumento en evapotranspiración (consumo) de 1.763 m³/ha = al déficit para la cuenca (“EFECTO REBOTE”)

SEIASA:

Porque se mejora la eficiencia de conducción del agua en un 15%

... Pero EL 100% el agua recuperada de las fugas se incorpora por el proyecto al suministro aumentando el suministro en 804 m³/ha

RESULTADO PARA LA CUENCA DE LA FALTA DE GOBERNANZA DEL AGUA

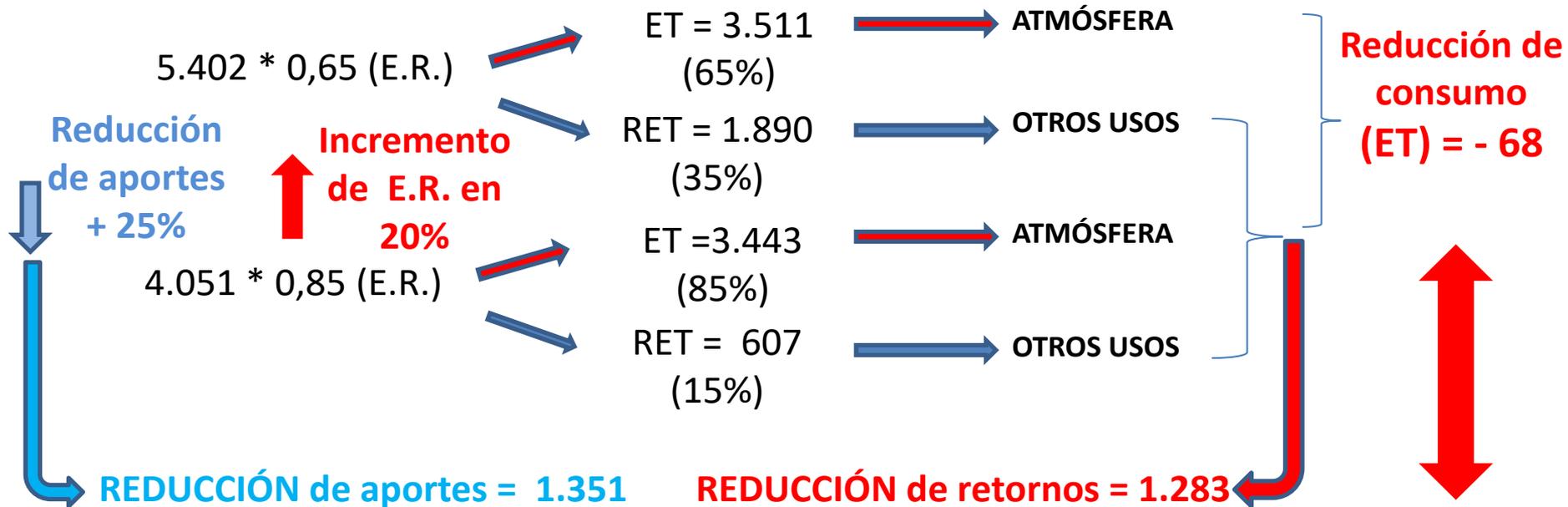
- **TODA EL AGUA RECUPERADA DE LAS FUGAS SE DESTINA A AUMENTAR LA DOTACION DEL SUMNISTRO (efecto “tiro por la culata”)**
- **TODOS LOS RETORNOS DE RIEGO ANTERIORES SE “RECUPERAN” PARA EL CULTIVO Y AUMENTAR LA INTENSIFICACIÓN MEDIANTE LA EFICIENCIA (“efecto rebote”)**
- **SE AUMENTA LA PRESION POR EXTRACCIÓN SOBRE LA CUENCA. TODO EL AHORRO POTENCIAL DEBE IR A LA CUENCA, SI NO, SE AUMENTA LA PRESIÓN POR EXTRACCIÓN PORQUE SE CONSUME MÁS AGUA**
- **SE AUMENTA LA CONCENTRACION TÓXICA POR CADA LITRO DE LOS LIXIVIADOS POR FALTA DE DILUCIÓN**
- **EN ALGUNOS CASOS SE REDUCE LA MASA TOTAL DE “N”, PERO NO DE “P”**

Estimación del balance para la cuenca por aumento de eficiencia del regadío.

Ejemplo de estimación del déficit (m³/ha) para proyecto con:

- un aumento de eficiencia del regadío (E.R.) en el **+ 20%** y
- Un aumento de aportaciones netas desde la masa de agua del **- 25%**

Se parte de que todos los retornos (RET) son recuperables. (ET)= Evapotranspiración



Balance hídrico para la cuenca: (Aumento Aportes) 1.351 – (red. Retornos) 1.283 = **+ 68 (*)**

CONCLUSIÓN:

El proyecto propone suministrar 6.206 m³/ha: 40pp% más que lo que permite ahorrar

() Valores positivos suponen ahorro y negativos déficit para las cuencas hidrográficas*

INTERESES CONTRAPUESTOS DEL SUPUESTO “AHORRO”

- En la mejora de la eficiencia uniformidad y precisión del regadío **no tiene sentido el concepto de ahorro**, pues las mejoras se encaminan a **aumentar la disponibilidad de agua para** las plantas. *Ajustar el riego por humedad de suelo o el R.D.C. Si, pues reducen la demanda (consumo)*
- **Sin la gobernanza del agua (reducción \approx 40% suministro)**, la mejora de la eficiencia no supone un ahorro potencial, sino la aparición del “efecto rebote” (mas consumo)
- El supuesto “horro potencial” de agua por aumento de eficiencia del regadío:
 - Es bueno para el regadío porque así puede **consumir (evapotranspirar hacia la atmosfera) el agua de impulsión, parte o toda de las fugas y de los retornos de riego.**
 - Es malo para la cuenca porque **pierde agua, reduciendo recursos adicionales de los retornos y aumentando la presión sobre las cuencas al aumentar el consumo hacia la atmósfera (por efecto rebote).**

MEDIDA DEL IMPACTO HIDROLÓGICO DE LA MODERNIZACIÓN: “VARIACIÓN DE LA PRESIÓN POR EXTRACCIÓN”

Variación del INDICADOR WEI + (Índice de extracción de agua)
CARACTERIZA LA EVOLUCION DE LAS PRESIONES CUANTITATIVAS

Δ Consumo de Agua
(Δ Suministros – Δ Retornos)

Δ WEI+ =

Recursos disponibles

- **WEI+ menor a 20%** para que no haya situación de riesgo
- **WEI+ inferior a 40%** para que no haya situaciones de grave escasez

BALANCE DE CUENCA ANTES Y DESPUÉS

(WEI+) ANTES - (WEI+) DESPUES= VARIACIÓN PRESION DE EXTRACCIÓN

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3>

REGLAMENTO PE PAC 2023-27, ANEXO I, Indicadores, en relación a inversiones de modernización de regadíos.

6.12.2021

ES

Diario Oficial de la Unión Europea

L 435/123

Objetivos específicos de la UE	Indicadores de impacto	Indicadores de resultados
Promover el desarrollo sostenible y la gestión eficiente de recursos naturales como el agua, el suelo y el aire, incluyendo la reducción de la dependencia química	I.17 Reducción de la presión sobre los recursos hídricos: índice de explotación del agua «plus» (IEA+)	R.23 ^{ER} Uso sostenible del agua: porcentaje de superficie agrícola utilizada (SAU) objeto de compromisos subvencionados para mejorar el balance hídrico

Artículo 111 (e) del Reglamento (UE) 2021/2115 especifica que “la intervención deberá tener contribuir de **manera directa y significativa en los indicadores de resultados del Anexo I**”

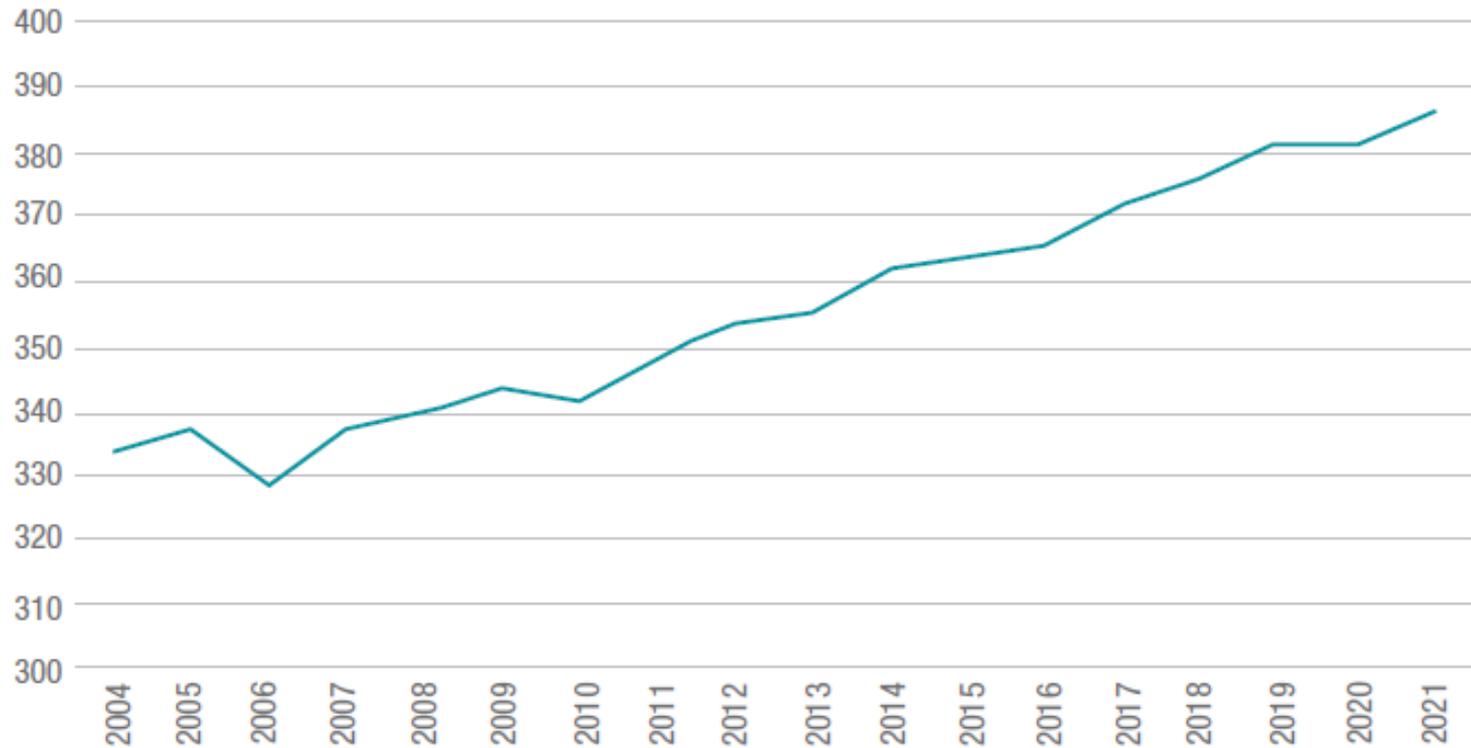
Regadío y seguridad alimentaria. La situación en España

Jaime Lamo de Espinosa y Alberto Garrido Ed., 2024

Cambios de superficies de cultivos por comunidades autónomas (promedio 2004-2005 y promedio 2020-2021).
En hectáreas

	Andalucía	Aragón	Castilla y León	Castilla-La Mancha	Extremadura
Cereales grano	-34.576	40.991	26.330	-31.245	-13.478
Leguminosas	-3.321	-1.873	3.828	-5.645	-1.860
Tubérculos	-1.977	-230	-3.075	-587	-531
Industriales	-41.802	967	-9.075	11.409	17.932
Forrajeras	-3.515	-26.889	1.289	-681	15.416
Hortalizas y flores	710	-879	3.218	10.518	-24.552
Barbechos	-1.818	-6.506	4.823	2.973	4.789
Frutales cítricos	15.534	-	-	-	-114
Frutales no cítricos	28.548	22.740	5.055	42.070	17.223
Viñedo	-1.424	549	12.346	64.009	18.620
Olivar	234.642	4.880	344	28.708	50.223
Otros cultivos leñosos	-1.217	-	-76	-	-
Viveros	-740	-60	-544	149	201
Otras superficies de cultivo	-1.333	-1.081	-253	-1.286	-2.353
Prados y pastizales	-2.625	-594	-17.025	-342	-3.673
Superficie forestal	-1.490	-2.795	-7.247	-1.028	-434
Total	183.596	29.220	19.955	118.435	77.232

Evolución de la superficie regada (2004-2021). En miles de hectáreas



Fuente: ESYRCE. MAPA (2022a). Elaboración propia.

(ESYRCE) del MAPA:

- La superficie regada en España en 2020 fue de 3,831 millones de hectáreas (**un crecimiento del 11,5 % entre los periodos 2004-2005 y 2020-2021**), pero la dotación media ha bajado hasta los 5.976 l/ha por año, lo que supone una reducción del 14,7 %.
- Los principales cultivos beneficiados por ellos los de **olivar, viñedo y cultivos leñosos** (como el almendro y el pistacho) a los que se puede sumar las hortalizas en castilla-La-Mancha
- El 53 % de la superficie de riego en España emplea el riego **PRESURIZADO** localizado y un 23 % adicional emplea riego por aspersión (**76%**).
- El “**consumo**” de agua se ha rebajado en un **5 %**. gracias a una inversión muy importante en modernización de los regadíos. **¿...?**

El último informe del MITECO (2022):

- El agua utilizada para uso agrario en los años hidrológicos 2019/2020 y 2020/2021 fue de 22.444,95 hm³ y 22.012,49 hm³ , respectivamente, unos 7.000 hm³ más que los estimados por el INE (17.543). **Estas diferencias pueden deberse a la contabilidad de las pérdidas por retorno de riego tras la modernización de regadíos (que deben compensarse con más aportaciones desde los embalses).**
- Estando nuestro país en primera línea europea del **cambio climático**, no cabe descartar que, en un futuro, **no haya suficiente agua para nuestros regadíos.**

Libro Blanco del Agua (1998)
24.000 hm³ /año (80%)

ASIGNACIONES

Planes Hidrológicos (2020)
25.000 hm³/año (81%)

TRAS LOS PLANES DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS:

- 11% de aumento de superficie de riego (2009-2022)
- Dobles y triples cosechas
- Aumento de la producción total y por hectárea
- Cultivos más productivos
- Aumento de la densidad de plantación (especialmente en cultivos leñosos)
- Riegos de apoyo en cultivos leñosos de secano

El agua de impulsión en el riego a manta (retornos) se capitaliza para aumentar la producción (consumo)

!No hemos ahorrado agua! PERO ¿Cómo ES POSIBLE QUE TENGAMOS MÁS PRODUCCIÓN CASI CON LA MISMA AGUA SUMINISTRADA?

Ley de la conservación de las masas

Ley física universal

SUMINISTROS

Aumento de la eficiencia en la aplicación del riego:
76 % de la superficie riego por aspersión y por goteo
AUMENTO EN LA EVAPOTRANSPIRACION (CONSUMO)

REDUCCIÓN DE LOS RETORNOS DE RIEGO (RECRUSO PARA LA CUENCA HIDROGRÁFICA QUE SE PIERDEN)

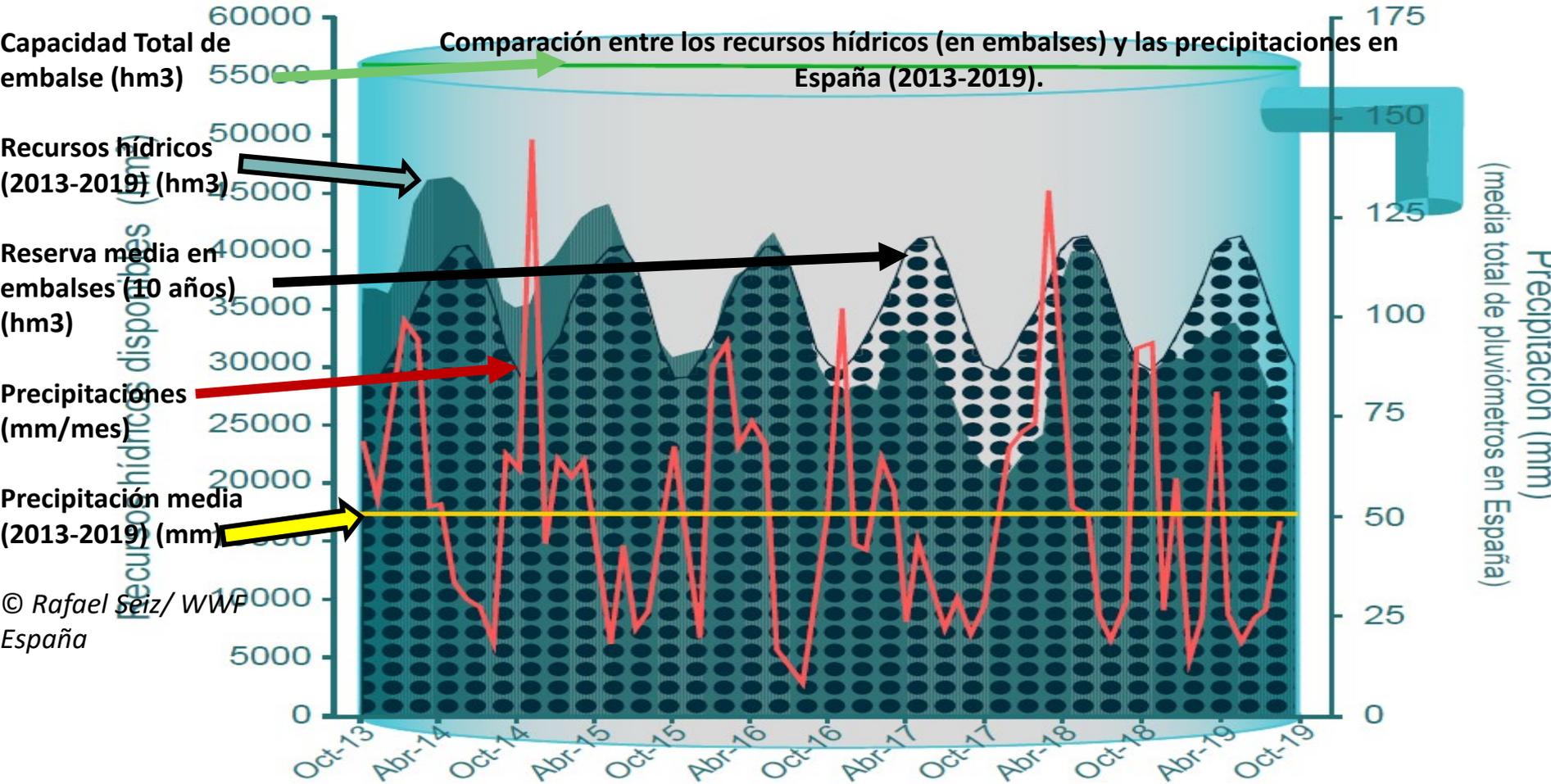
Uso= consumo + retornos

AUMENTO DEL DEFICIT EN RIOS Y EMBALSES (SOBREEXPLOTACION) EN LAS CUENCAS (EFECTO REBOTE O PARADOJA DE JEVONS)

RESULTADO PARA LAS RESERVAS EMBALSADAS



Comparación entre los recursos hídricos (en embalses) y las precipitaciones en España (2013-2019).



© Rafael Seiz/ WWP España

Comparación entre los recursos hídricos (en embalses) y las precipitaciones en España (2013-2019).

- **No siempre las mayores reservas en embalses coinciden con los picos pluviométricos**
- **La demanda de agua por parte de los usuarios hace descender los recursos disponibles en los embalses cada vez más deprisa de lo que llegan a recargarse con las precipitaciones**
- **La tendencia decreciente de los recursos hídricos embalsados ocurre como resultado de las mayores demandas hídricas por los usuarios, a pesar del mantenimiento de las precipitaciones**
- **Debemos aprender a utilizar nuestros sistemas hídricos de un modo distinto:**
 - **incorporando el riesgo hídrico en la toma de decisiones:**
 - **con mejor información hidrológica real de Suministros, consumo (ETc) y retornos de riego**
 - **diferenciar situaciones que no podemos controlar razonablemente de las que si**
 - **Anticiparnos a aquellas que son consecuencia de una mala gestión de los recursos hídricos o falta de gestión de la demanda.**
 - **Todo ello deben tenerse en cuenta en la planificación hidrológica ordinaria.**

OBJETIVOS AMBIENTALES Y CONDICIONES QUE EXIGE LA UE QUE PERMITEN JUSTIFICAR LA FINANCIACION DE LA MODERNIZACION DEL REGADÍO ANTE LA SOCIEDAD

- PEPAC OE 4, 5 6: → CC, medio ambiente (suelo y agua) y biodiversidad. Mejora del estado CUANTITATIVO de las masas de agua. **REDUCIR WEI+ = (Suministro - Retornos) / recursos disponibles**
- FONDOS PRTR → Cumplimiento del principio NDSH
- FONDOS PERTE → Cumplimiento de principio DNSH
- DIGITALIZACION
- PLANES
HIDROLÓGICOS: → En medidas para la mejora del estado de las masas de agua: Reducción del índice de extracción de las cuencas: **REDUCIR WEI+ = (Suministro - Retornos) / recursos disponibles**

La modernización de 2.300 hectáreas de regadíos del canal Cataluña-Aragón permitirá un ahorro de agua de más del 15%

Lleida acoge la firma de la adenda en el convenio para las obras, que costarán 20,7 millones de euros y se finalizarán en el 2026



Ha expuesto que la **menor disponibilidad de recursos hídricos como consecuencia del cambio climático** hace necesario más que nunca promover una política de regadíos basada en la modernización sostenible de sus infraestructuras, así como en la incorporación de nuevas tecnologías digitales y la instalación de fuentes de energía renovables.



Luis Planas sitúa la modernización de regadíos como prioridad estratégica para el sector agrario

- El ministro considera que los regadíos **sostenibles** son una herramienta imprescindible para garantizar la seguridad alimentaria y fortalecer al sector primario.
- Hasta 2027, la modernización de regadíos contará con una inversión público-privada superior a los **2.400 millones de euros, la más abultada de la historia de la democracia.**
- Las inversiones previstas permitirán conseguir un ahorro de agua **mínimo del 10 % respecto a la situación de partida**

Hugo Morán: “Tenemos que reducir superficie de regadío y la presión sobre el agua, manteniendo la producción“

Ana Tudela, Antonio Delgado. EL DATADISTA. 23 abr. 2023

Tenemos que reducir superficie de regadío para poder, manteniendo la misma capacidad de producción, no ejercer tanta presión como la que se viene ejerciendo sobre el agua. **¿Se puede producir lo mismo con menos hectáreas puestas en regadío, con menos uso de agua? Sí. ¿Está demostrado? Sí**

Lo que no podemos es seguir modernizando, incrementar la producción y que eso no se vea traducido en una reducción de usos de agua. ¿Qué es lo que hemos hecho en la planificación hidrológica de tercer ciclo? Se ha incorporado una medida en la que se dice: las modernizaciones de regadíos que se lleven a cabo en las demarcaciones correspondientes **deben incorporar un retorno, un porcentaje de retorno del agua ahorrada al ciclo (5-10%)**. No puede permanecer en la concesión porque si no, no estamos avanzando en materia de sostenibilidad. Y eso compete tanto a la cantidad como a la calidad.

Tenemos más demanda de agua para regadío consolidada que uso real de agua. En algún momento habrá que **adecuar esas concesiones** al uso real de agua. Las concesiones tienen que converger ajustándose con las dotaciones y no hay otra alternativa posible.

Sin embargo, para reducir la presión sobre el agua (WEI+) solo es posible si más del 100% del “ahorro potencial” PROPUESTO se destina a la cuenca hidrográfica !!!

CONCLUSIONES DE LA MODERNIZACIÓN Y EL AHORRO EN LA CUENCA

- **Para detectar déficit/ahorro de un proyecto en la cuenca la buena Gobernanza del agua se debe conocer los retornos, y aplicar la Ley de contabilidad hídrica correctamente, comparando los balances de las masas antes y después de la modernización. O bien medir la diferencia entre los consumos (WEI+) antes y después.**
- **Mejorar la garantía o consolidar el suministro al regadío mediante el aumento de eficiencia es en la práctica incompatible con la pretensión de la reducción de la presión por extracción de las masas de agua y del ahorro para la cuenca.**
- **NO es una medida de adaptación contra el CC, pues (1) agrava el stress hídrico de la demarcación/masa de agua y (2) aumenta la dependencia de agua por el regadío (incremento neto de la demanda consuntiva por aumento de eficiencia).**
- **Aumentar la eficiencia del regadío NO es una medida que permita por si sola una mejora del estado de las masas de agua cumpliendo la DMA y, por tanto,:**
 - **NO debería figurar en el Programa de Medidas destinado a alcanzar los objetivos de la DMA en los Planes Hidrológicos. Deben pasar por su artículo 4.7 (nuevas presiones)**
 - **NO sirve para gestionar unos recursos hídricos cuando son escasos**
 - **NO permite contribuir al objetivo OE5 (reducción del uso de recursos naturales y “mejora del agua”) del PEPAC**
 - **NO cumple los requisitos ambientales del PRTR de DNSH al medio hídrico**

¿ALTERNATIVAS?



MANUEL BARBERÁN

Campo de olivos regado a manta en Calanda.

MEDIDAS TECNOLÓGICAS Y MANEJO

Aplicar aquellas técnicas y manejos que reduzcan la evapotranspiración y que den mas resiliencia a los cultivos

- Riego deficitario, sombreado copas* en leñosos que lo admitan
- Acolchamiento* del terreno en cultivos línea, hortícolas leñosos
- Opciones de modernización en lámina libre.
- Riego goteo sub-superficial*
- Invernaderos* con condensación agua.
- Variedades resistentes al estrés hídrico o con menor transpiración.
- Adaptación calendarios

MEDIDAS ESTRATEGICAS

- Sustitución de los cultivos mas demandantes de agua y bajo valor añadido por otros de mayor valor añadido, con menores necesidades hídricas; o bien de mayores necesidades hídricas, pero con reducción de superficie.
- Diversificación de cultivos leñosos, con cultivos anuales (sacrificados con indemnización en sequías).
- Modernizaciones *acompañadas* necesariamente de acciones simultáneas para reducción de consumo.
- Financiación 100% modernizaciones manteniendo cultivos con reducción de dotación suficiente para verificar reducción de consumo (reducción de superficie de riego o de producción).

EL AUTÉNTICO AHORRO DE AGUA PARA LA CUENCA: REDUCCIÓN REAL DEL COSUMO Y DE LA PRESION SOBRE LA CUENCA

Solo en ciertas condiciones y con la implementación de medidas adicionales agronómicas o estratégicas simultáneas, puede verificarse, tras la modernización del regadío, **una disminución de consumo de agua**, o al menos no aumento del mismo, por ejemplo:

- 1) Riego de cítricos manteniendo grandes marcos de plantación tradicionales.
- 2) Cultivos leñosos que admiten el Riego Deficitario Controlado, solo implementable en riego por goteo.
- 3) Cambio de cultivos a otros mayor valor añadido, reduciendo la superficie de cultivo.
- 4) Medidas adicionales (cambio de cultivos, reducción de superficies, introducción de RDC, ...)

(Para que se permita la reducción de consumo de agua, y no meramente, como mucho, de uso de agua, se requieren una serie de Medidas adicionales que no siempre es posible introducir, con derivadas económicos, sociológicas, comerciales, políticas y de gobernanza que cuesta aceptar y que hoy por hoy no se están implementando).

NO Al riego de precisión en hortícolas y herbáceos, al suministrar permanentemente las condiciones óptimas de humedad, y **evitar cualquier retorno** (suprimir percolación), implica en principio una nueva vuelta de tuerca en la paradoja hidrológica, ya que al aumentar aún más la eficiencia de aplicación, **incrementa en paralelo la producción y el consumo de agua**, aunque nuevamente pueda acompañarse de una reducción de suministro. Incluso la reducción neta del uso de agua al reducir el “exceso de riego”, si la hubiera, en un cierta etapa vegetativa del cultivo, acaba destinada internamente a suplementar el aporte en los momentos que antes eran de estrés hídrico ligero en dicho cultivo. También puede impedirse el lavado de los suelos.

EFFECTO DE LA MDERNIZACIÓN EN LA GESTIÓN DEL AGUA, LA DMA Y LA PAC

- 1. La modernización de regadíos en eficiencia de riego implica **un aumento del consumo (oferta) de agua**, disminución de los retornos de riego y, por tanto, una disminución de su disponibilidad en la cuenca hidrográfica, creando un déficit hídrico
- La eficiencia del agua y la del regadío atienden a dos **conceptos diferentes CONTRAPUESTOS**. La paradoja de la modernización muestra que entra **en contradicción con las expectativas de ahorro de agua en las cuencas** generadas por distintos grupos de interés y por las Administraciones del Agua y el Regadío.
- La modernización del regadío basada en la mejora de la eficiencia **no constituye una medida para la consecución de la mejora del estado de las masas de agua. Todo lo contrario, supone un déficit que debe evaluarse de cara al cumplimiento de los objetivos de planificación hidrológica.**
- Salvo que se permita **reducir las aportaciones desde las reservas de agua en más del 55% y se reduzca el consumo (evapotranspiración)**, la modernización con aumento en la eficiencia **NO ahorra agua**. Algo por el momento inviable debido a que esto impide aumentar la renta del regante (cofinanciación) y tales reducciones son políticamente inviables
- **No permite alcanzar los objetivos de la Planificación hidrológica ni contribuye al objetivo OE5 (reducción del uso de recursos naturales). Solo si hay recursos disponibles y no afecta al estado de las masas de agua, a los espacios protegidos o los caudales ecológicos puede contribuir a los objetivos económicos de la PAC**



EFFECTOS DE LA MODERNIZACIÓN EN LA GESTIÓN DE LA CUENCA

CONTAMINACIÓN

La posible reducción de la masa de contaminantes exportados en los retornos no garantiza la mejora de la calidad de las masas de agua receptoras, porque:

- Su valor absoluto en masa **no puede ser tomado como indicador de impacto ambiental** ni sustituir a indicadores químicos y biológicos (en mg/l y no en kg).
- Por reducción de volumen de dilución de los retornos, se convierten en “lixiviados tóxicos” con **altas concentraciones** de sales, nitratos y fitosanitarios, que en ocasiones del año son la única aportación a los ríos y aguas subterráneas receptores de retornos.
- Si no se diluyen con los volúmenes recuperados al reducir el su ministro, **la reducción de los caudales de retorno puede suponer un mayor impacto en la masa de agua receptora de retornos que la reducción de las masas contaminantes exportadas:** efecto salmuera tóxica, mas notorio en las demarcaciones mas estresadas. Río Gállego y Río Segre.
- La reducción de suministro (retención para la cuenca) del regadío modernizado tiene que ser superior a la reducción de retornos producida por el “efecto rebote” para impedir perder la capacidad de dilución de la masa de agua afectada, si es la misma y, a la vez, suministradora de la dotación y perceptora de los retornos

RATIO DE EFICIENCIAS Y SU RELACION CON LA VARIACIÓN DEL CONSUMO

El **RATIO consumo antes/consumo después** de la modernización es un buen indicador del **aumento o disminución del consumo** y del **Déficit o ahorro** para la cuenca hidrográfica

Eficiencia conducción: EfC
 Eficiencia regadío: EfR
 Eficiencia Técnica: Eft

$$Eft = EfC \times EfR$$

$$\frac{Eft_{desp}}{Eft_{ante}} \times \frac{Uso_{desp}}{Uso_{ante}} = \frac{Consumo_{desp}}{Consumo_{ante}}$$

EJEMPLO SIN BUENA GOBERNANZA

Reducción del
 29 %
 (2.000 m³/ha)

$$\frac{0,85_{desp}}{0,45_{ante}} \times \frac{5000_{desp}}{7000_{ante}} = \frac{Consumo_{esp}}{Consumo_{ante}} = 1,35; \quad 35\% \text{ más de consumo}$$

CONCLUSIÓN:

- 1) LA MAYOR EFICIENCIA PRODUCE UN INCREMENTO DEL CONSUMO EN UN 35%. LO QUE SUPONE EL MISMO VALOR DE DÉFICIT PARA LA CUENCA
- 2) EL % DE REDUCCION DEL USO (29%) NO ES EL INDICADOR DE AHORRO POTENCIAL O NETO

¿AHORRO BRUTO ?

¿AHORRO POTENCIAL?

¿AHORRO NETO ?

RATIO DE EFICIENCIAS Y SU RELACION CON LA VARIACIÓN DEL CONSUMO

El **RATIO** de aumento/disminución del consumo después de la modernización es un buen indicador del Déficit/ahorro para la cuenca hidrográfica

$$\frac{\text{Eft}_{\text{desp}}}{\text{Eft}_{\text{ante}}} \times \frac{\text{Uso}_{\text{desp}}}{\text{Uso}_{\text{ante}}} = \frac{\text{Consumo}_{\text{desp}}}{\text{Consumo}_{\text{ante}}}$$

EJEMPLO CON GOBERNANZA PARA AHORRO NETO CUENCA

Reducción del 47 % (4.800 m³/ha)

$$\frac{0,85}{0,40} \times \frac{3.200}{8.000} = \frac{\text{Consumo}_{\text{desp}}}{\text{Consumo}_{\text{ante}}} = 0,84; 16\% \text{ menos de consumo}$$

CONCLUSIÓN: REDUCCIÓN DEL CONSUMO EN UN 16% LO QUE SUPONE CONSEGUIR EL MISMO AHORRO NETO PARA LA CUENCA

$$\text{Eficiencia Total (Eft)} = \frac{\text{Agua útil}}{\text{Uso agua CRR}} = \text{E. Aplic.} \times \text{E. Distr.}$$

$= 0,6 \times 0,8 \Rightarrow 50\%$	Antes (a)	Ratio de aumento eficiencias: d/a= 0,59
$= 0,9 \times 0,95 \Rightarrow 85\%$	Después (d)	

Ratio de eficiencias

$$\text{Eft}_d = \frac{\text{Consumo}_d}{\text{Uso}_d}$$

$$\text{Eft}_a = \frac{\text{Consumo}_a}{\text{Uso}_a}$$

$$\frac{\text{Consumo}_d}{\text{Consumo}_a} = \frac{\text{Eft}_d}{\text{Eft}_a} \times \frac{\text{Uso}_d}{\text{Uso}_a}$$

Si no se desea que incremente el consumo después de una modernización, el descenso de uso debería ser del orden del 41%. (1- Usodes/Usuant)

$$\frac{\text{Consumo}_d}{\text{Consumo}_a} = 1 = \frac{8}{50} \times \frac{\text{Uso}_d}{\text{Uso}_a}$$

Entonces,

$$\frac{\text{Uso}_d}{\text{Uso}_a} = \frac{50}{8} = 0,59$$



Balance de agua en el regadío: Componentes

Extracción de agua

Masa de agua (Río / acuífero)

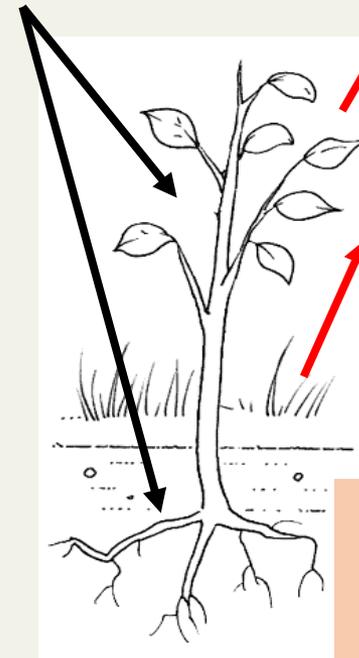


Consumo por Evapotranspiración en el cultivo hacia la Atmósfera

(Atmósfera) H_2O (v)

H_2O Riego

Transpiración cultivo



Evaporación del suelo

TRANSPORTE DE SALES DESDE EL SUELO