



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**
2. **Objetivos**
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

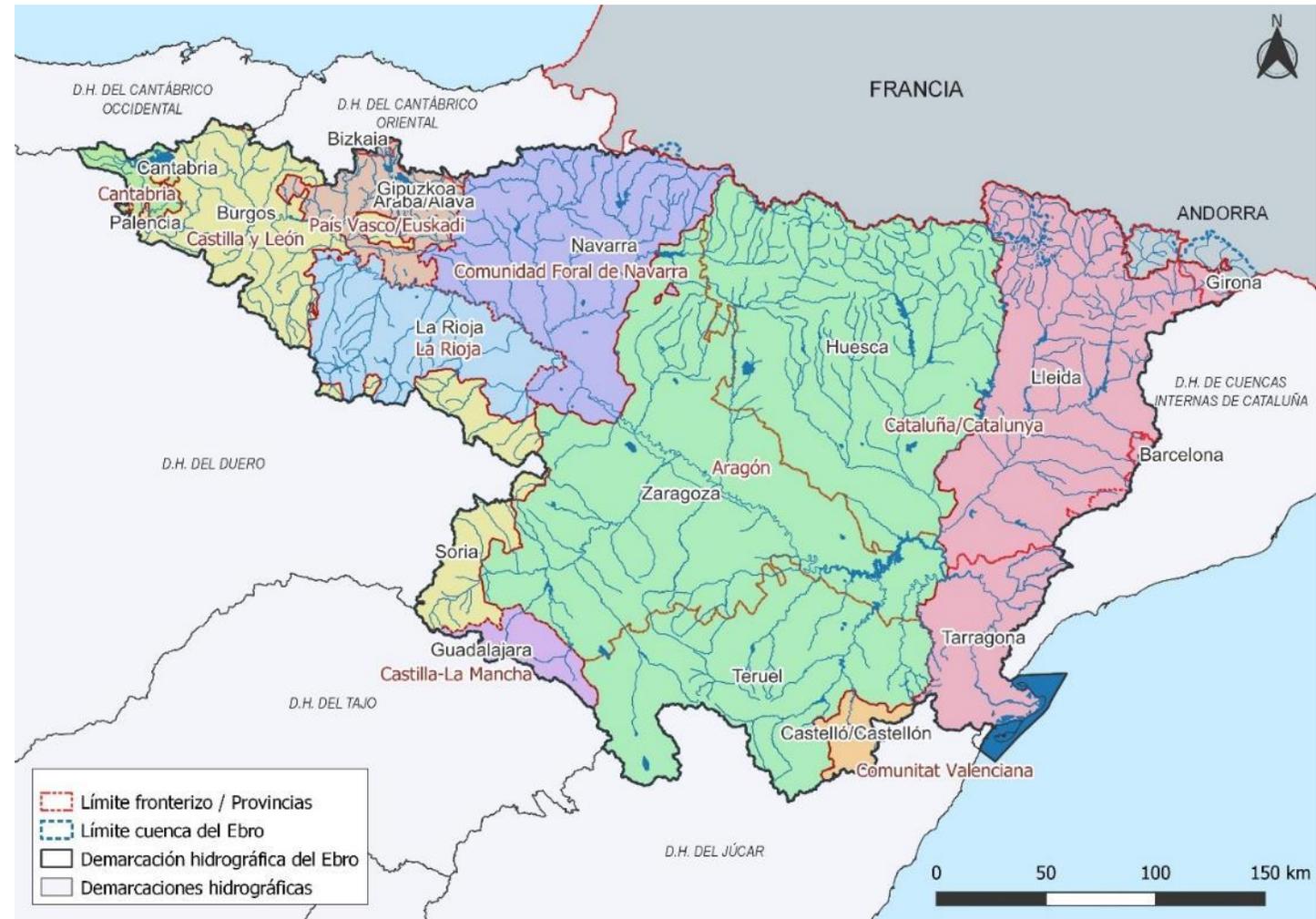
- Cálculo de las **dotaciones de riego objetivo** para los cultivos en la demarcación hidrográfica del Ebro, por comarcas agrarias y debidamente validadas.

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

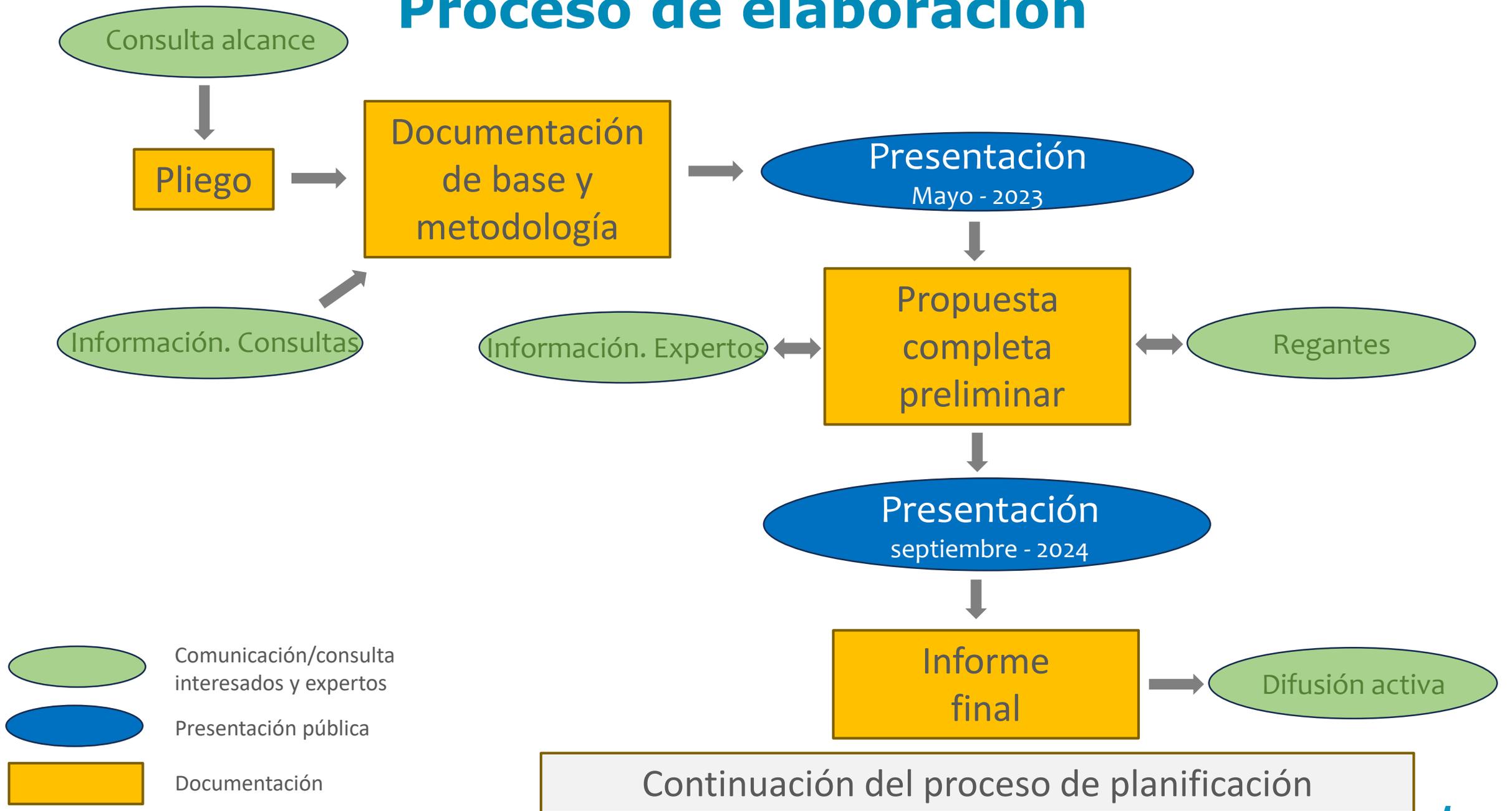
- Determinación de las **dotaciones brutas en los grandes sistemas de riego.**
- Análisis de **incertidumbre/sensibilidad** y evaluación de los **efectos previsibles del cambio climático.**

Ámbito geográfico

- El estudio se desarrolla en la totalidad de la demarcación hidrográfica del Ebro.
- 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 como dotación objetivo 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).

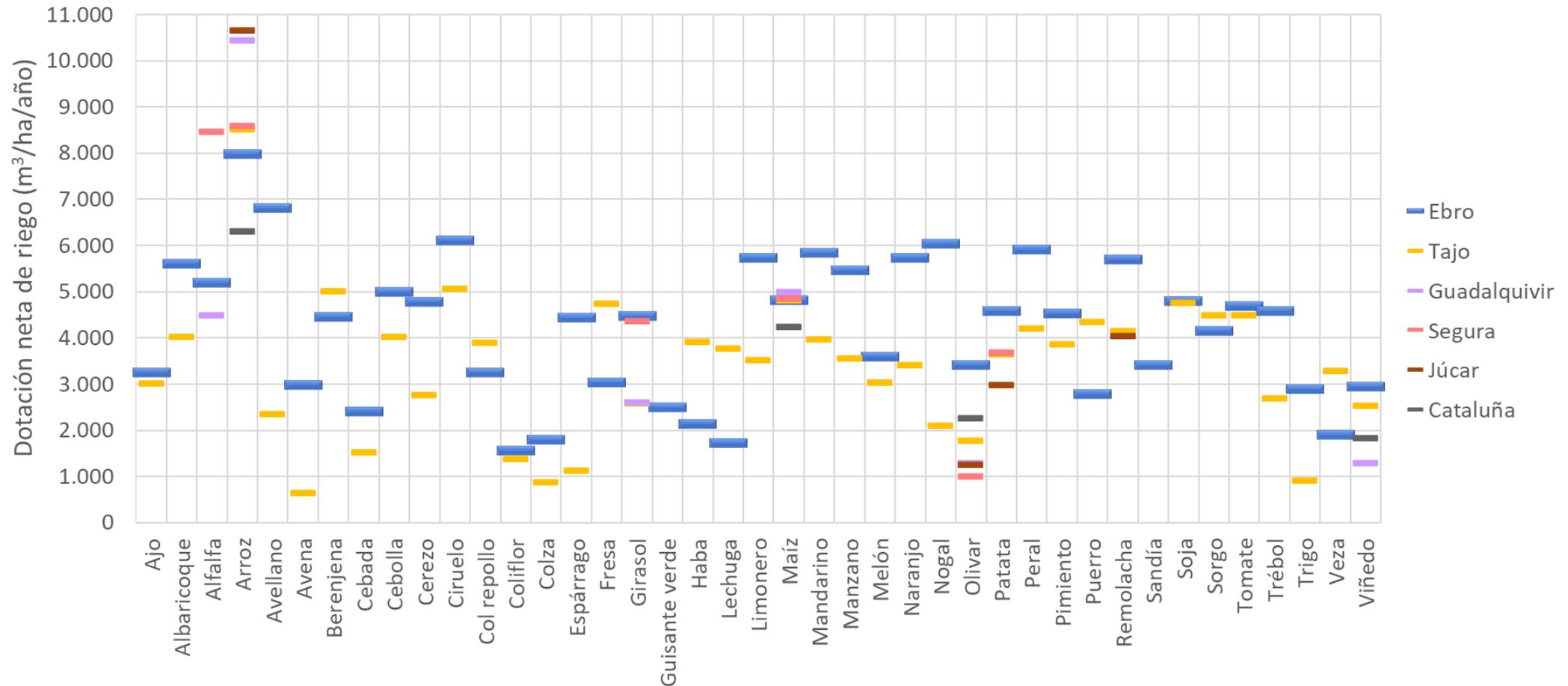
Aj 1.- Dotaciones de riego en la PH española

| 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 invernadero 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> | 20 | 7.000 | 6.175 | 5.400 | <i>Bruta según 10 sistemas de explotación y diferenciando aguas superficiales de subterráneas. Neta según 78 cultivos y los 10 SSEE</i> |
| | <i>Dotación máxima neta</i> | 652 | 9.000 | 3.405 | 250 | |
| 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> | 17 | 10.450 | 4.060 | 1.290 | <i>Neta según 17 cultivos</i> |
| | <i>Dotación bruta máx. y mín. (olivar)</i> | 165 | 3.500 | --- | 750 | <i>Bruta máxima para olivar según 3 tipologías y Bruta mínimas para olivar según P y ETP</i> |
| Segura | <i>Dotación bruta</i> | 567 | 19.516 | 6.561 | 1.107 | <i>Según 75 UDAs y 17 cultivos en ambos casos</i> |
| | <i>Dotación neta</i> | 905 | 8.600 | 4.369 | 1.000 | |
| Júcar | <i>Dotación neta</i> | 1.450 | 10.775 | 3.876 | 400 | <i>Neta según 25 cultivos y 58 zonas agrarias</i> |
| | <i>Dotación bruta r. apoyo leñosas</i> | 2 | 1.250 | --- | 1.000 | <i>Dos valores de bruta apoyo leñosos</i> |
| | <i>Dotación referencia Mancha Oriental</i> | --- | --- | --- | --- | <i>Mancha Oriental específico del caso</i> |
| Ebro | <i>Dotación neta</i> | 1.569 | 9.150 | 3.765 | 190 | <i>Neta según 63 cultivos y 110 com. agr.</i> |
| | <i>Dotación bruta grades ZZRR</i> | 13 | 20.213 | 10.480 | 6.000 | <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

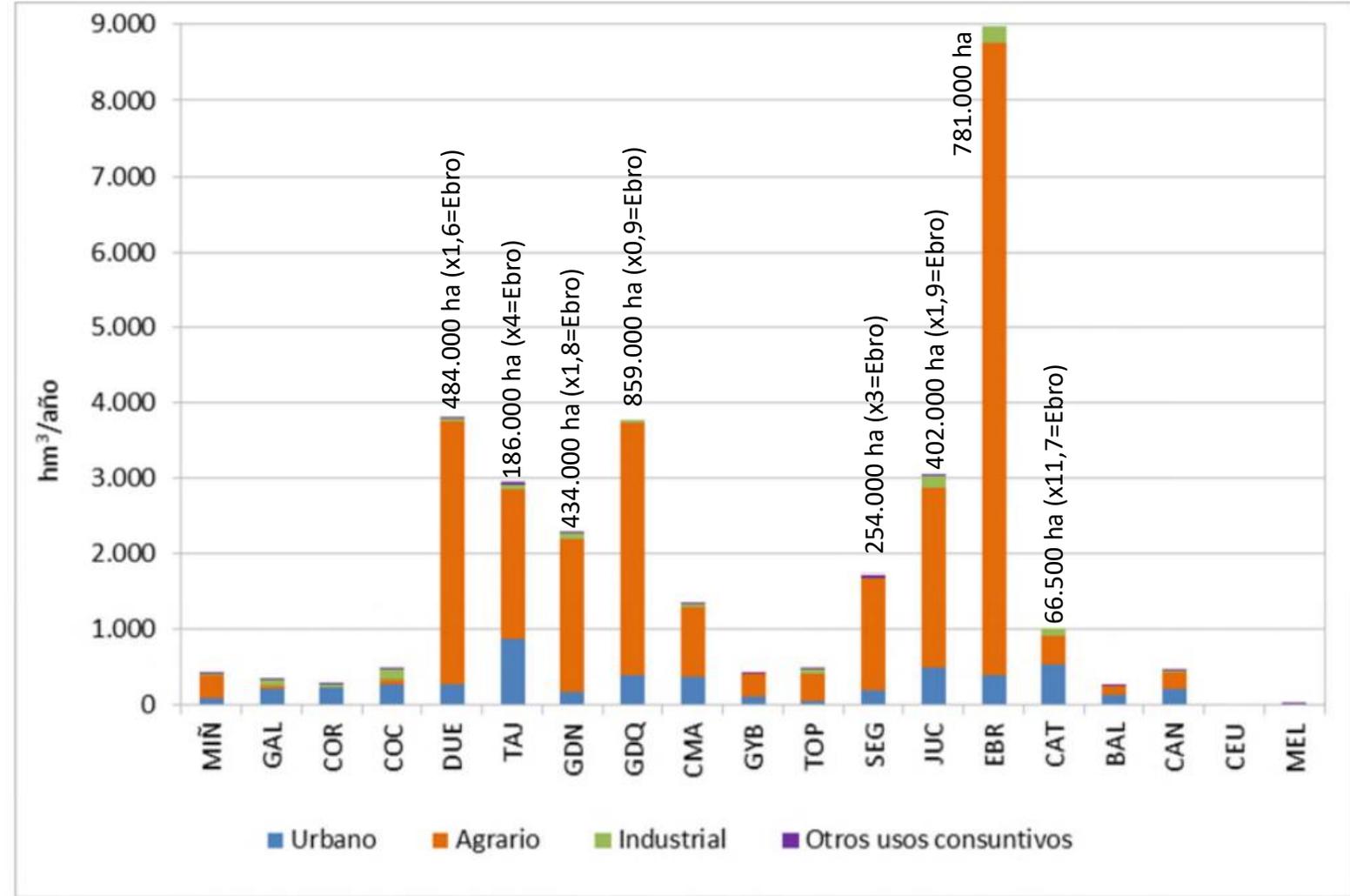


Figura 4.3. Demandas previstas a 2021 por demarcaciones hidrográficas para los principales usos consuntivos, según los planes hidrológicos de segundo ciclo.

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

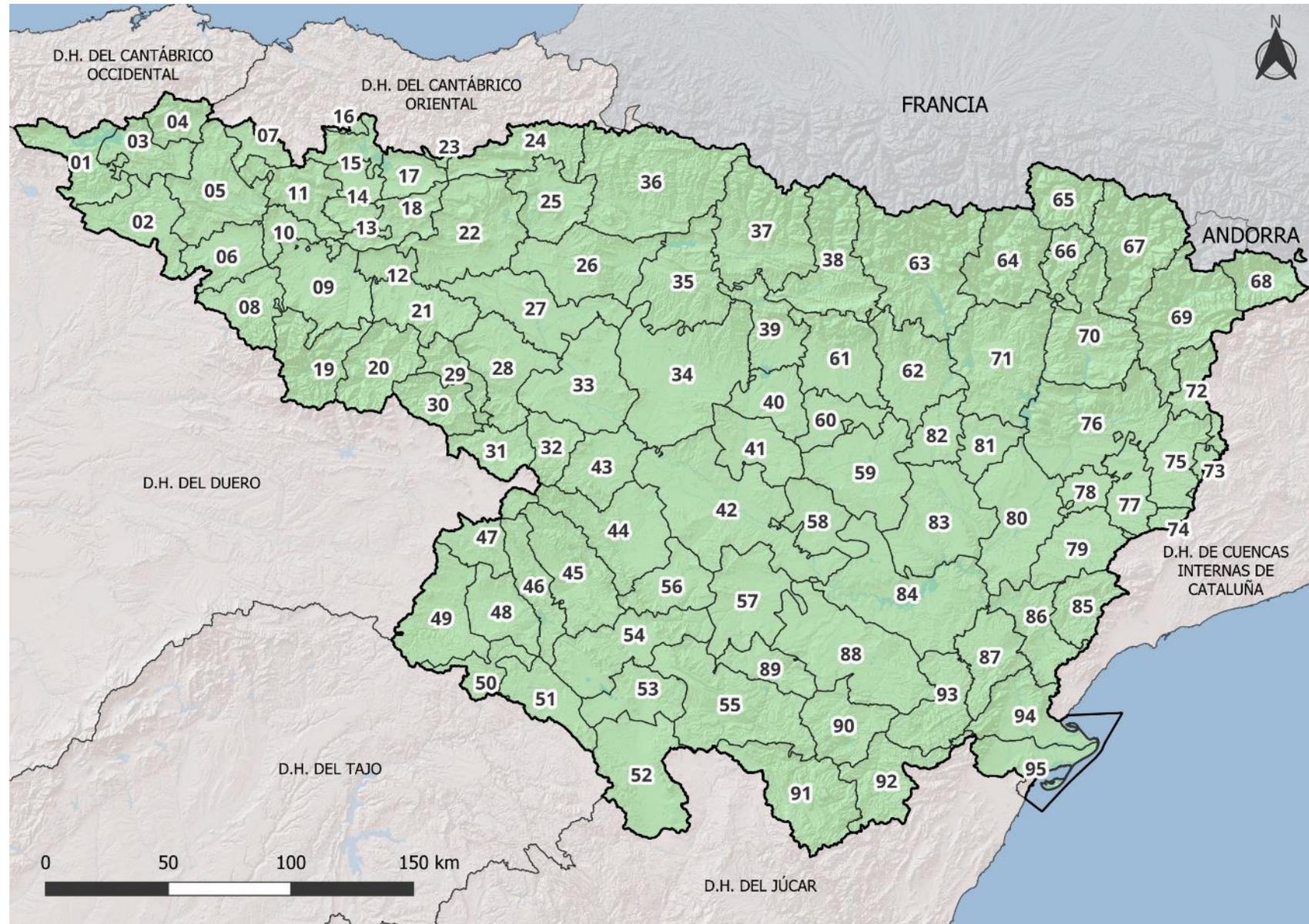
Metodología:

- 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



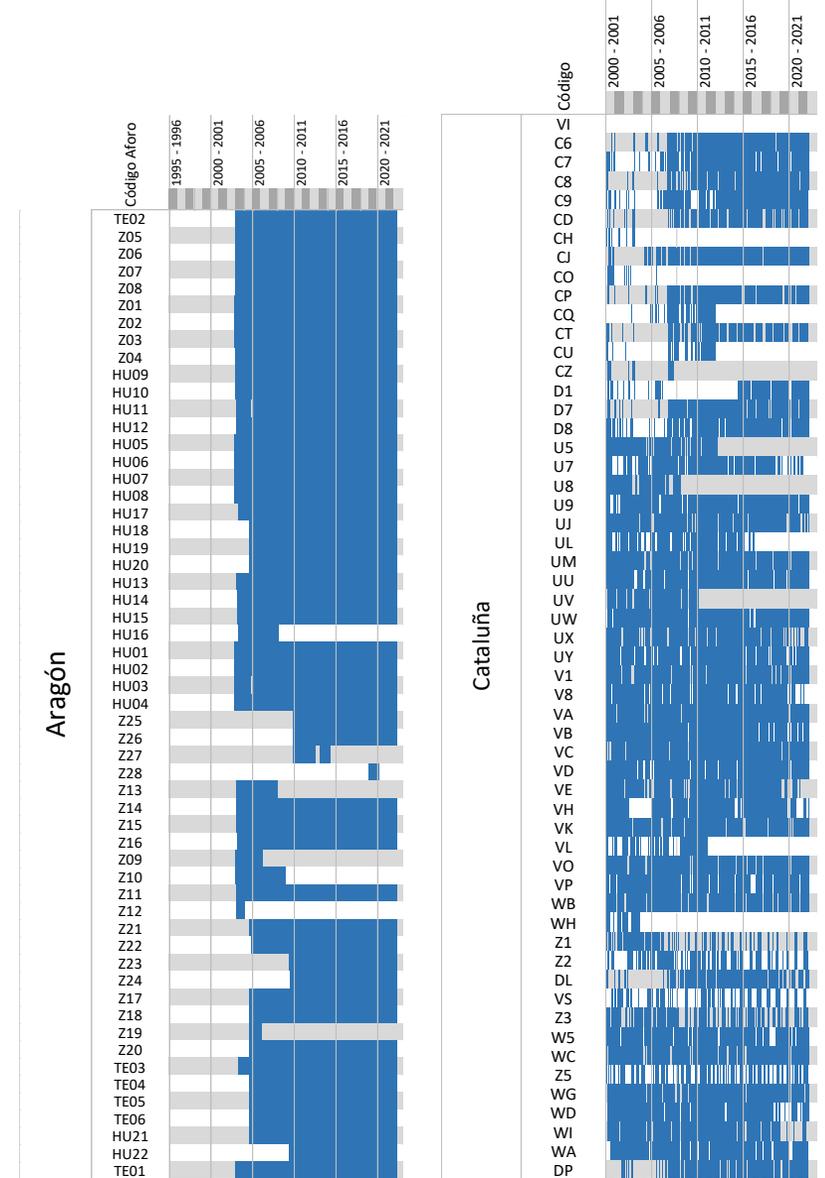
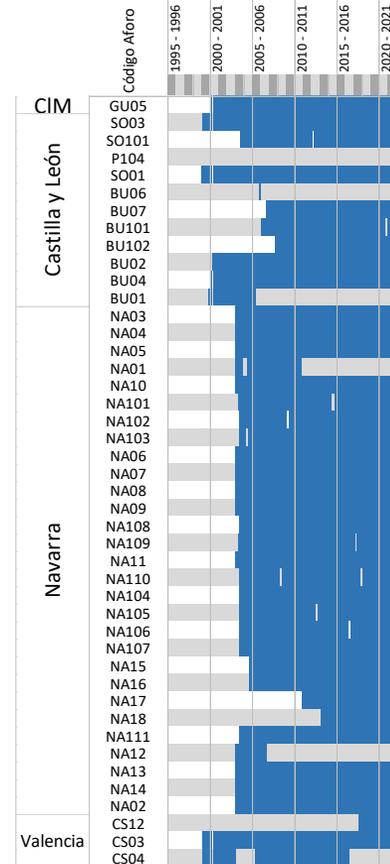
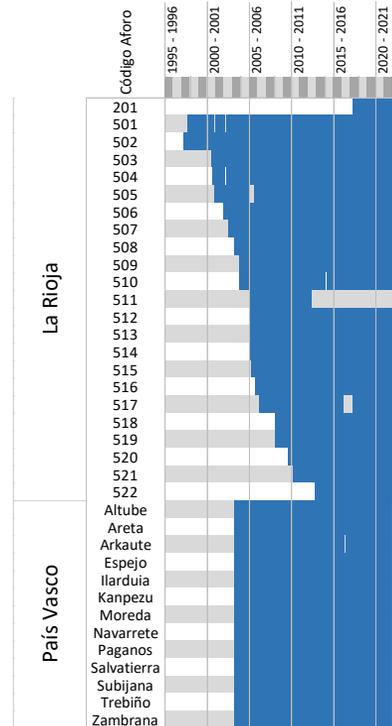
COMARCAS AGRARIAS

- | | |
|---|--|
| 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 Gorbear | 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 - Ágreda | 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

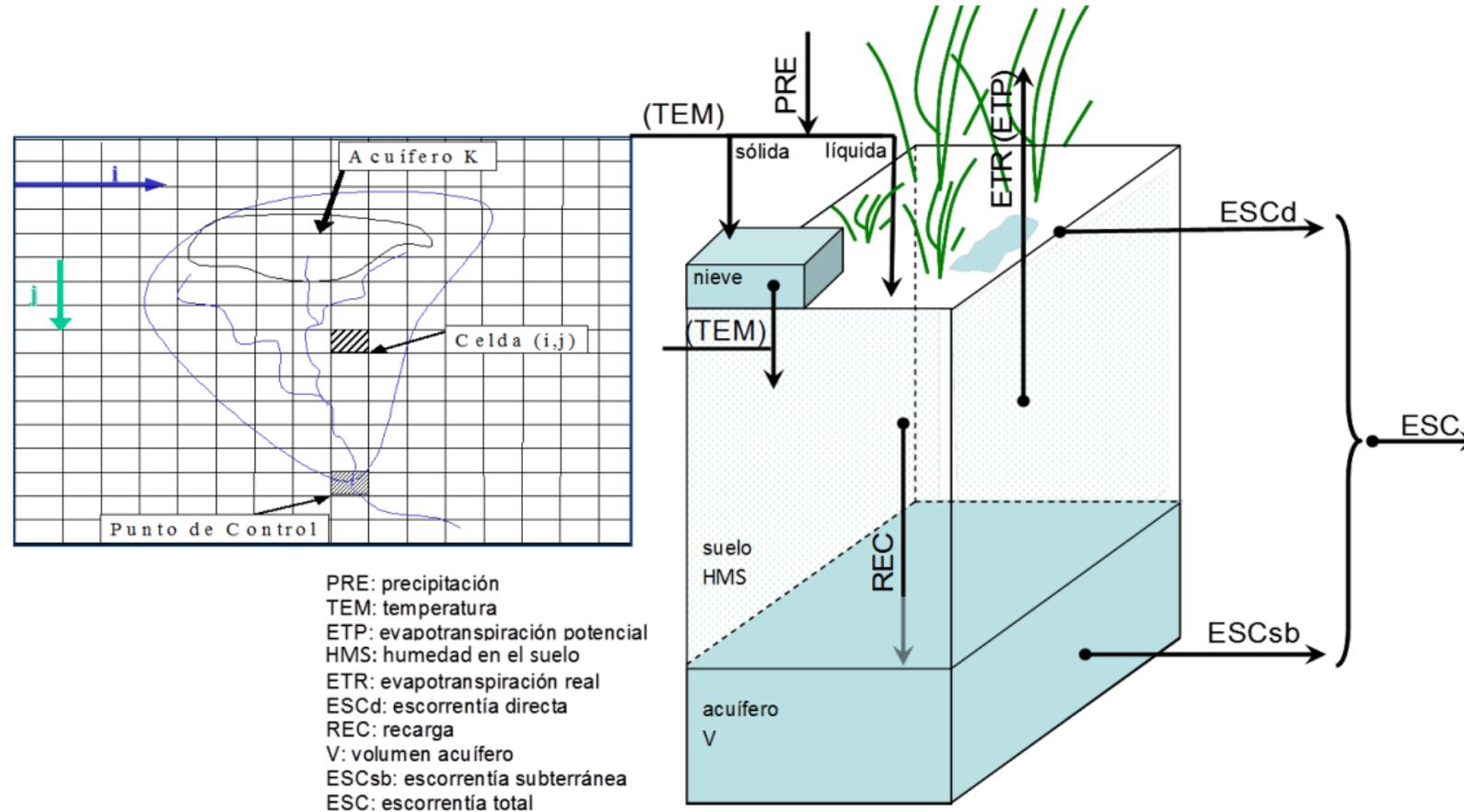
➤ Datos mensuales de ET_0 de estaciones agroclimáticas

| | Comunidad autónoma | Nº estaciones agroclimáticas |
|----------------------|--------------------|------------------------------|
| SiAR MAPA | Aragón | 56 |
| | Navarra | 27 |
| | Castilla y León | 11 |
| | Castilla la Mancha | 1 |
| | Valencia | 3 |
| | Cantabria | - |
| No integrada en SiAR | Cataluña | 90 |
| | La Rioja | 23 |
| | País Vasco | 13 |



Aj 4.- Evapotranspiración de Referencia

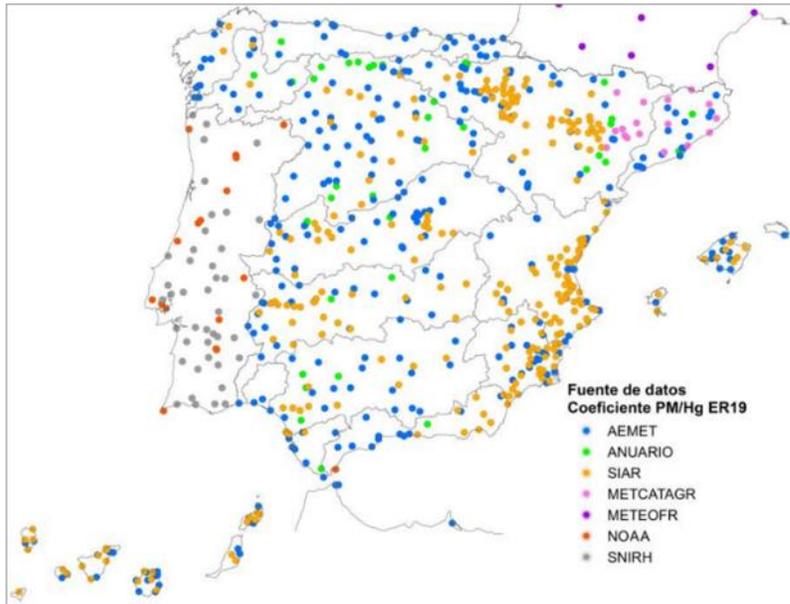
- Información ráster mensual de ET_0 de SIMPA



SIMPA: Sistema Integrado de Modelación Precipitación-Aportación

Aj 4.- Evapotranspiración de Referencia

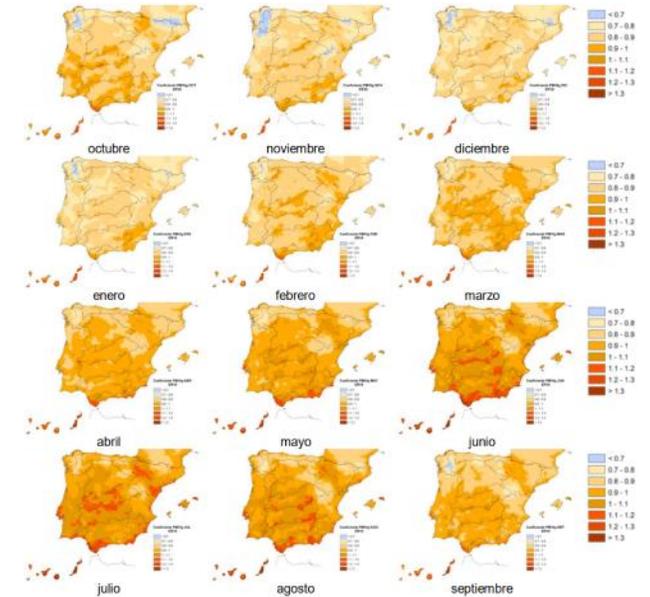
➤ Información ráster mensual de ET_0 de SIMPA



Puntos de cálculo de ET_0
Penman Monteith



Puntos de cálculo de ET_0
Hargreaves

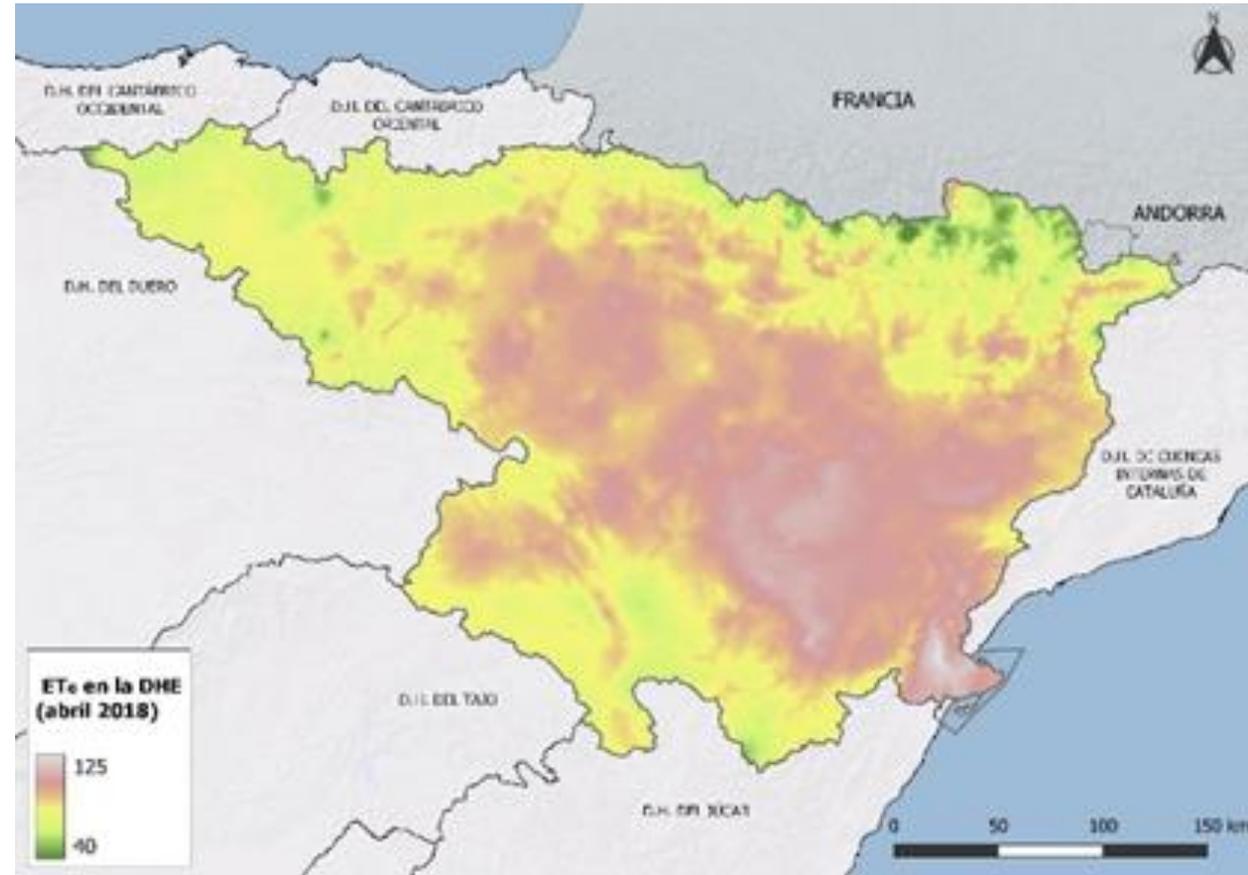


Aj 4.- Evapotranspiración de Referencia

- Información ráster mensual de ET_0 de SIMPA

Resultado:

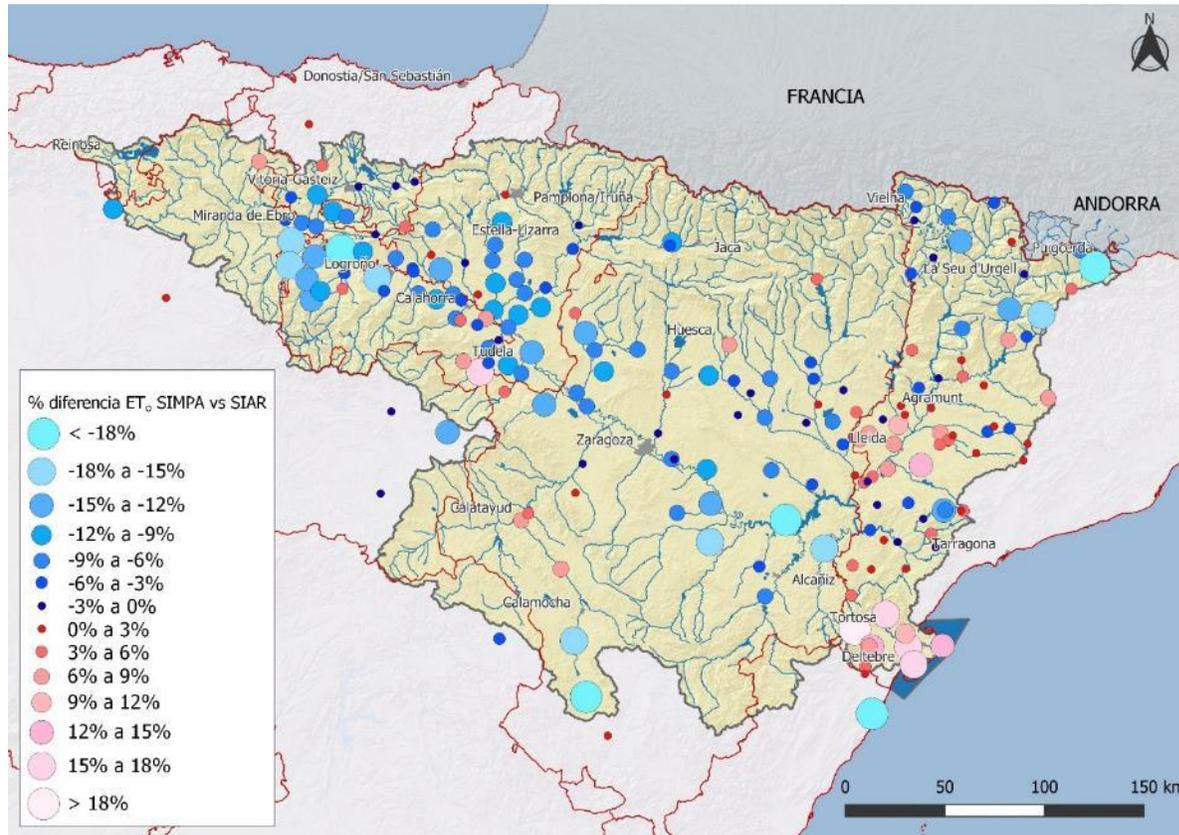
936 mapas ráster mensuales
(oct. de 1940 a sep. de 2018)
de valores ET_0 asimilable a
Penman-Monteith



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



456 mapas ráster mensuales
(oct. de 1980 a sep. de 2018)
de valores ET_0 corregidos a los
datos calculados en las
estaciones SiAR

Aj 4.- Evapotranspiración de Referencia

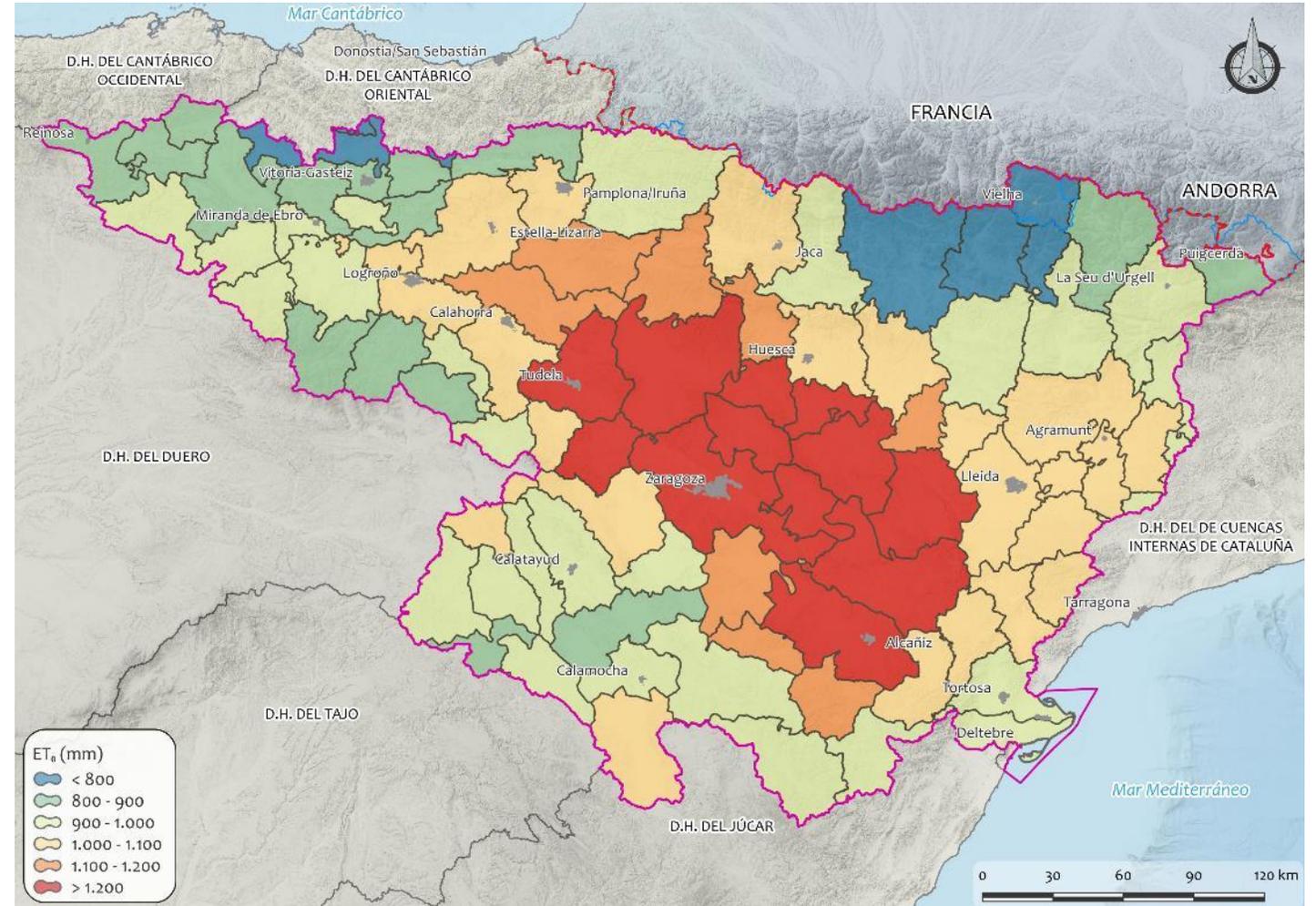
➤ ET₀: Resultado

456 mapas ráster mensuales
(oct. de 1980 a sep. de 2018)
de valores ET₀ corregidos a los
datos calculados en las
estaciones SiAR



456 valores mensuales
(oct. de 1980 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

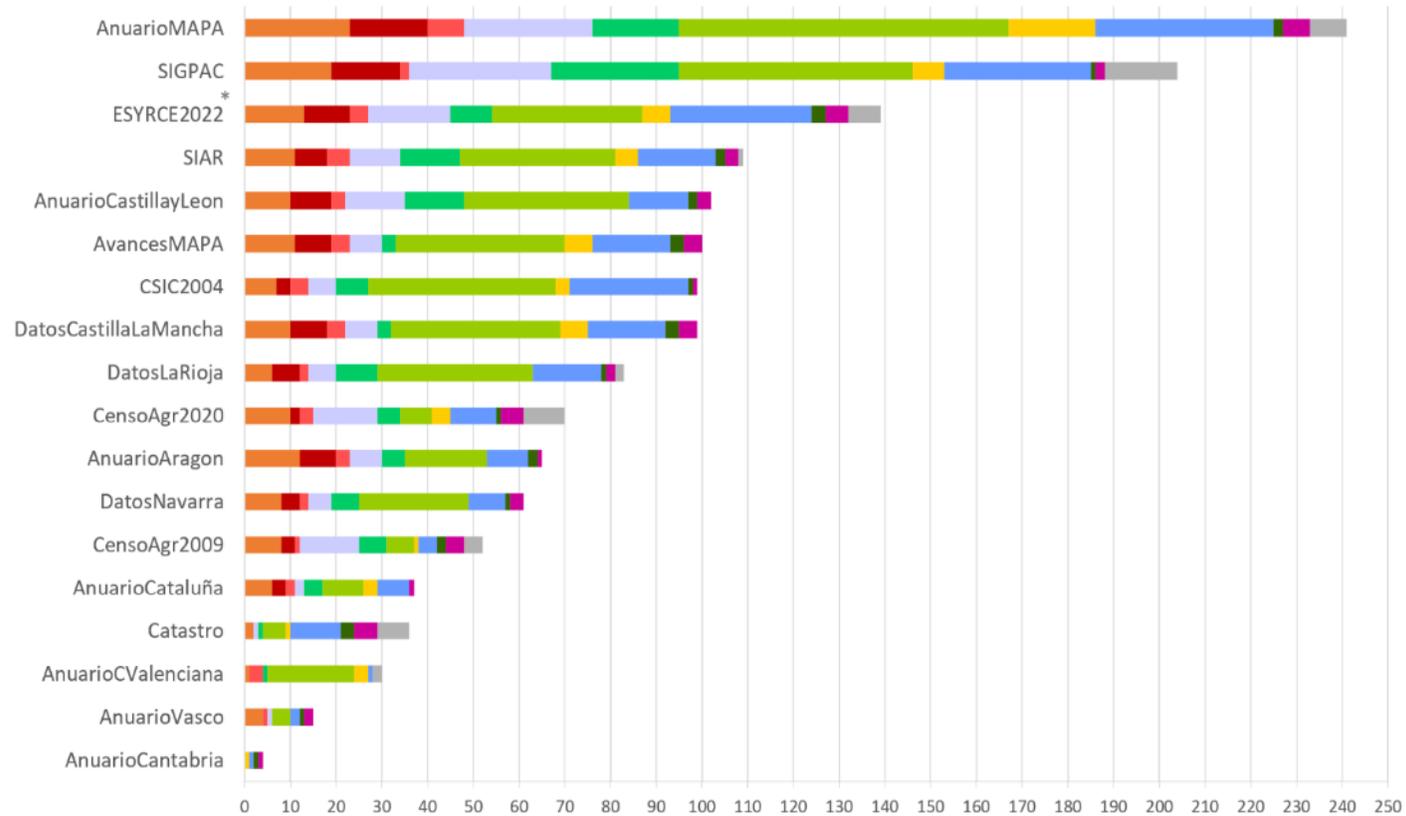
Aj 5.- Identificación de cultivos en regadío

- **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

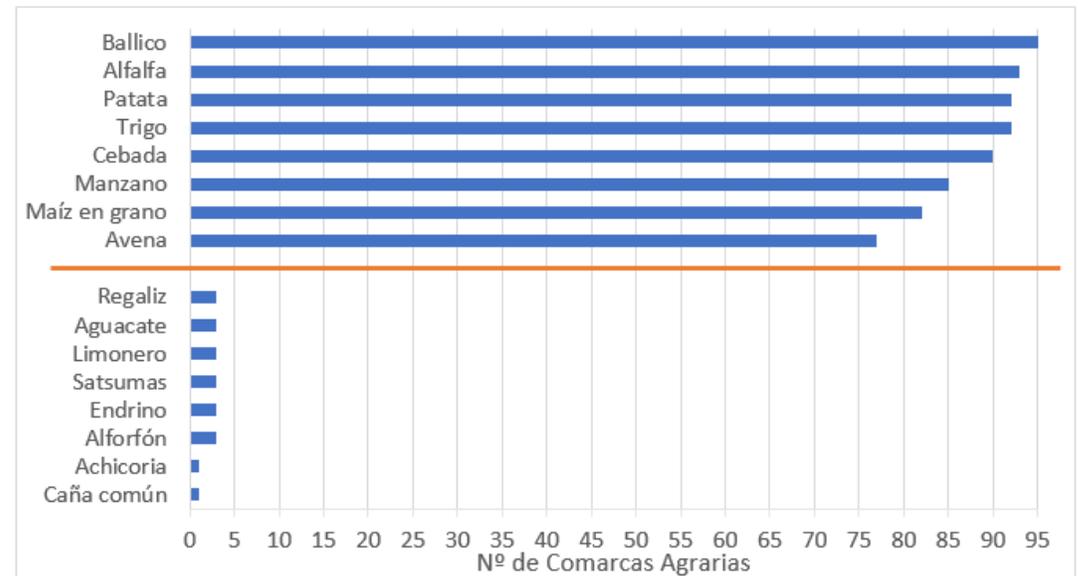
2. Selección de cultivos en la DHE.

Base Anuario del MAPA, SiGPAC y CSIC-CHE-2004 → 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 |

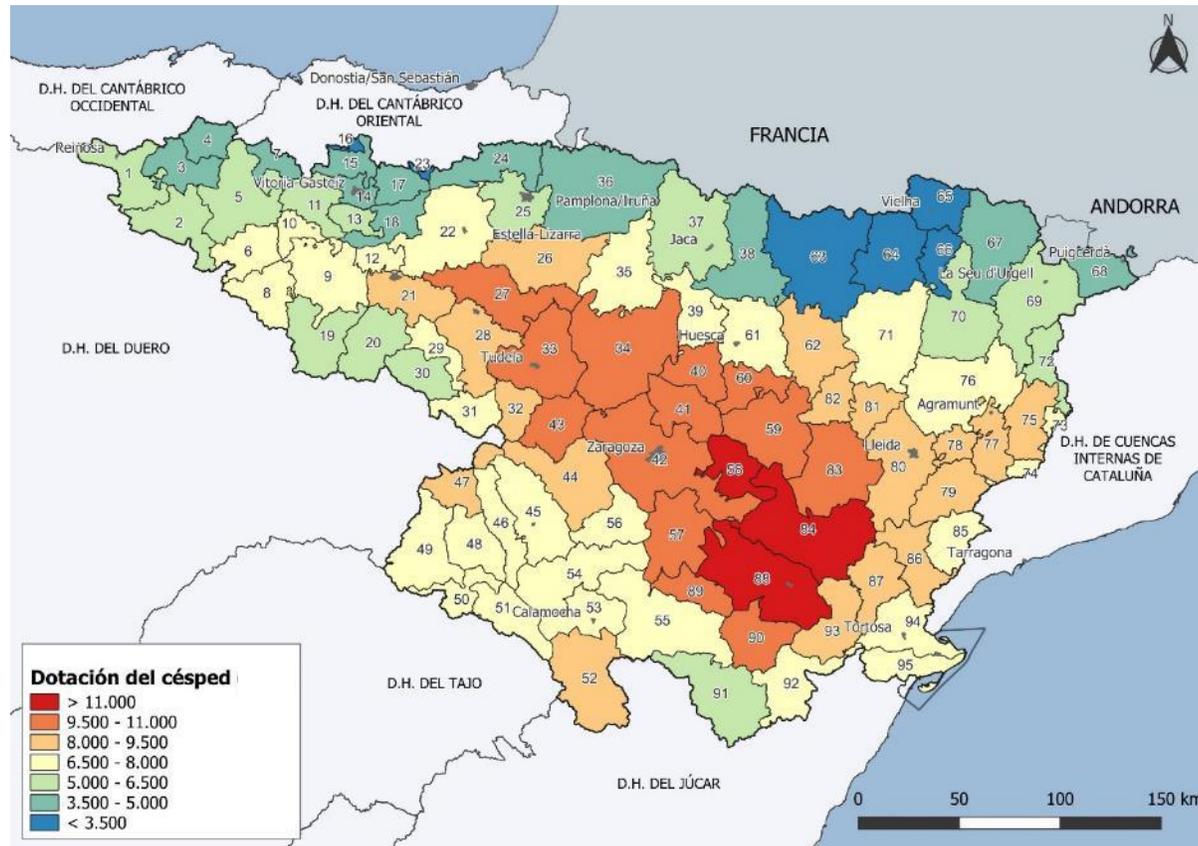
| Cod | CULTIVO | Reinosa | Sedano | Villarcayo | Espinosa de los Monteros | Medina de Pomar | Briviesca | Villalba de Losa | Belorado | Rioja Alta | Miranda de Ebro | Añana | Rioja Alavesa | Condado de Treviño | Vitoria-Gasteiz | Estribaciones del Gorbea | Arratia-Nerbioi | Arabaiko Lantada | Montaña Alavesa | Sierra Rioja Alta y Neila | |
|----------|----------|---------|--------|------------|--------------------------|-----------------|-----------|------------------|----------|------------|-----------------|-------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------------------|---|
| | | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | |
| 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

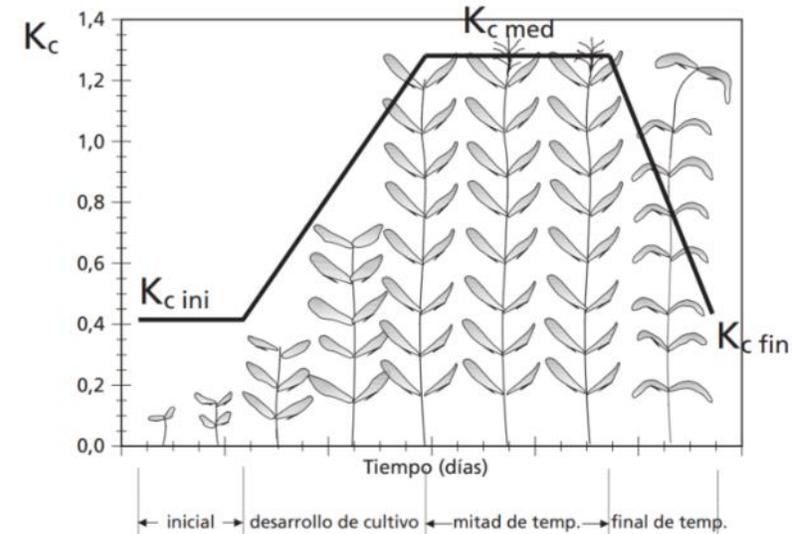
Metodología: Riego y Drenaje 56. FAO, 2006.

- **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

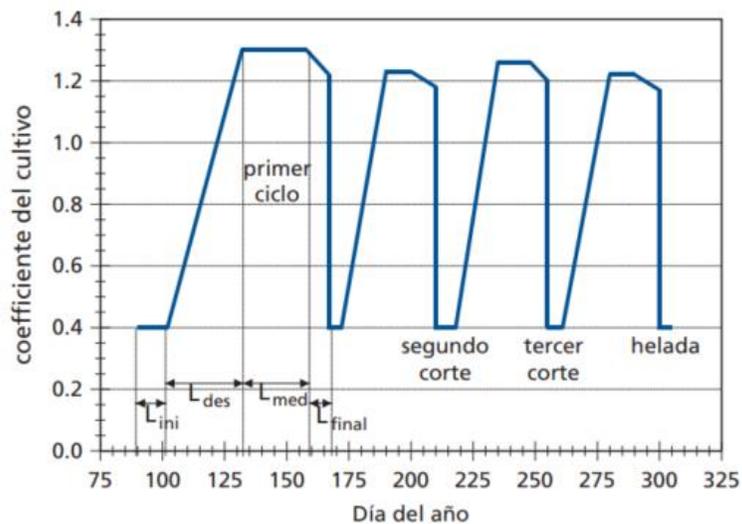
Aj 6.- Necesidades de riego

- ✓ **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.

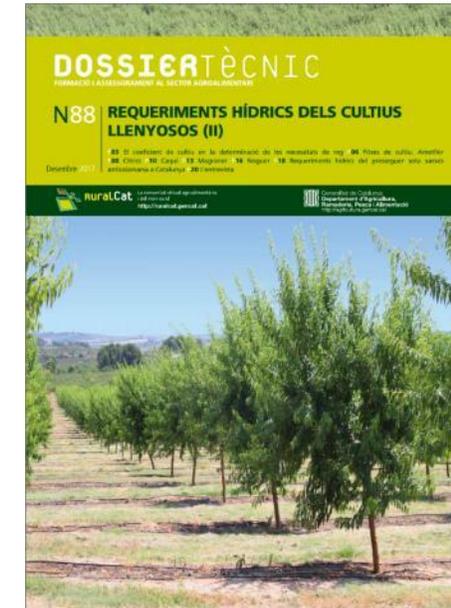
Aj 6.- Necesidades de riego

✓ Riego Deficitario Controlado (RDC).

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

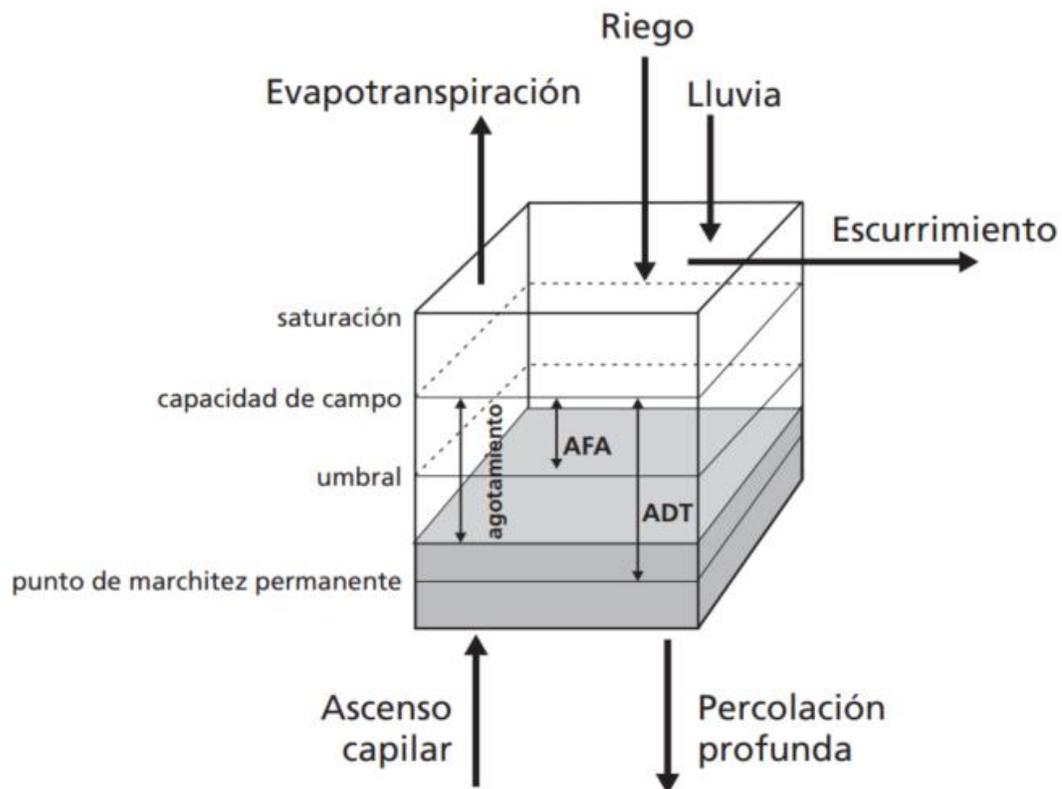
CSIC-CHE (2004) RDC en almendro, y las variedades de cerezo y melocotonero. A estos se han añadido: albaricoquero, caqui, ciruelo, granado y pistacho.

13 casos en total.



Aj 6.- Necesidades de riego

✓ Agua en el suelo.



$$ADT = 1000 (\theta_{FC} - \theta_{WP}) Z_r$$

- ADT agua disponible total en la zona radicular (mm),
- θ_{FC} contenido de humedad a capacidad de campo [$L^3 L^{-3}$],
- θ_{WP} punto de marchitez permanente [$L^3 L^{-3}$], y
- Z_r profundidad de las raíces (m).

$$Z_{ri} = Z_{rmax} (K_{ci}/K_{cmax})$$

- Z_{ri} profundidad de raíces en el mes i,
- Z_{rmax} profundidad de raíces máxima,
- K_{ci} coeficiente de cultivo del mes i, y
- K_{cmax} coeficiente de cultivo máximo.

$$AFA = p ADT$$

- AFA agua fácilmente extraíble (mm), y
- p factor de agotamiento del cultivo.

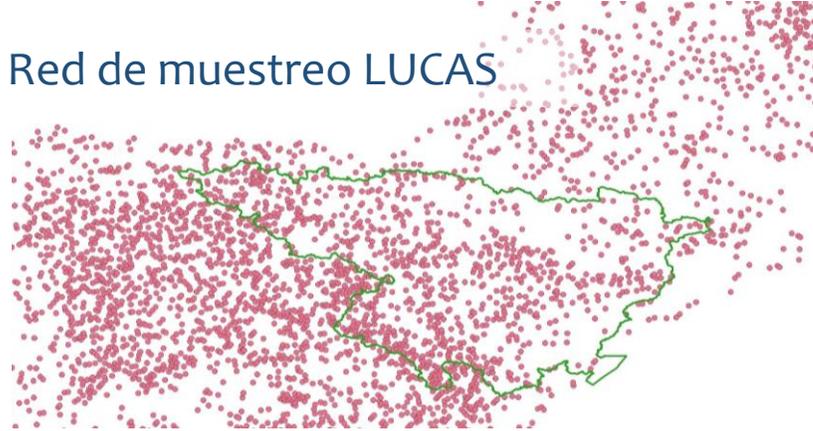
$$p_i = p_{c(tabulado)} + 0,04 (5 - ET_{ci}) + p_s$$

- p_i factor de agotamiento del cultivo en el mes i,
- p_c factor de agotamiento básico de cada cultivo,
- p_s factor de corrección de p_c según características del suelo, y
- ET_{ci} evapotranspiración del cultivo para el mes i (mm/día).

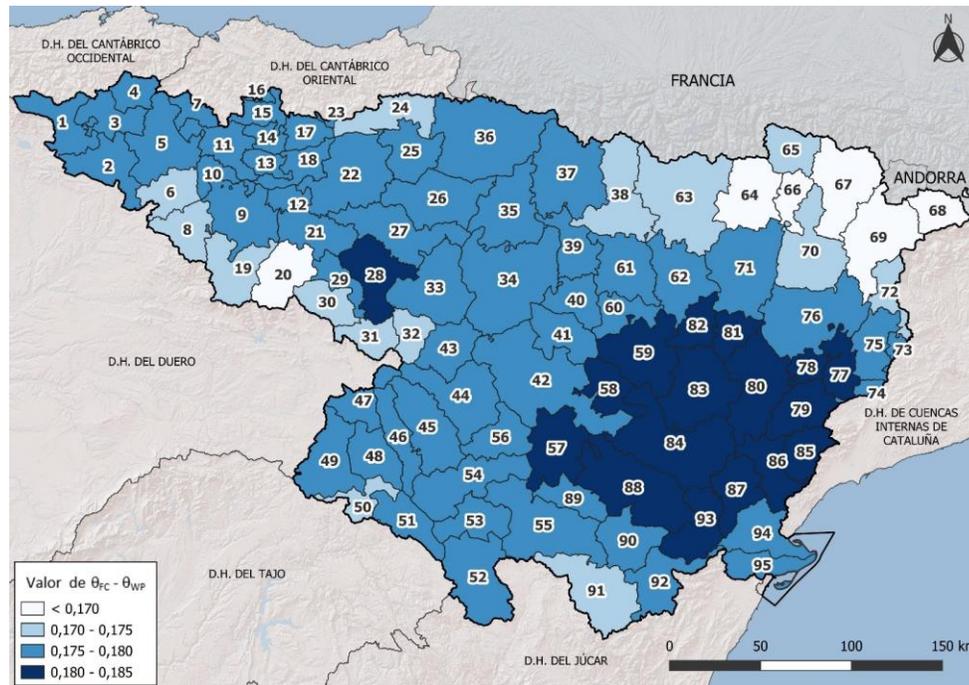
Aj 6.- Necesidades de riego

✓ Características de suelo.

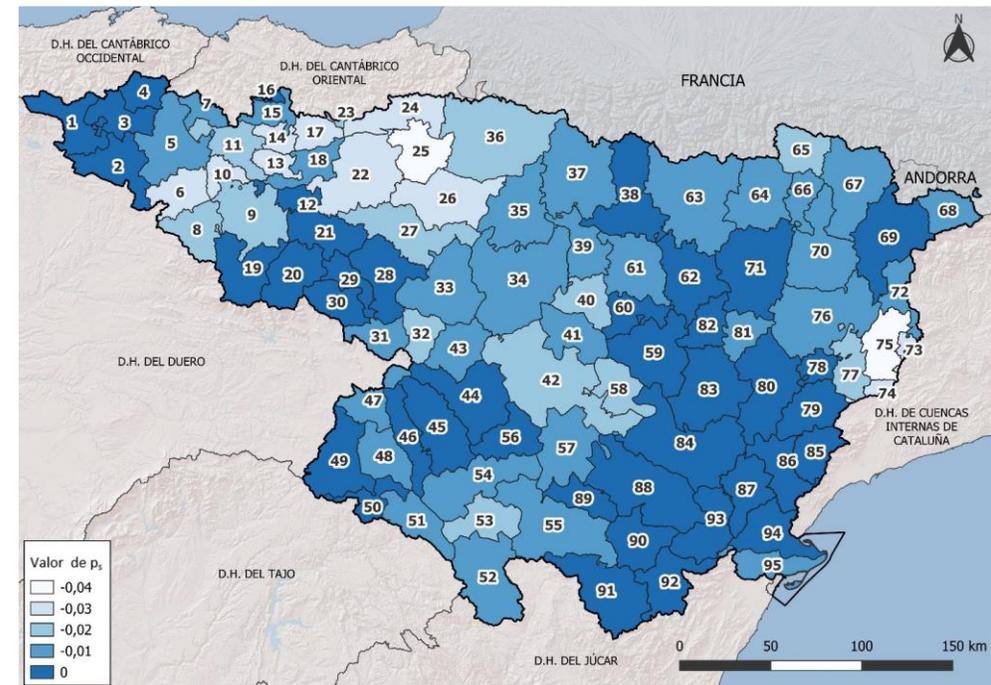
Red de muestreo LUCAS



$\theta_{FC} - \theta_{WP}$ Capacidad de campo menos marchitez



p_s factor de corrección del factor de agotamiento



Aj 6.- Necesidades de riego

✓ Balance de humedad.

El riego debe aportar el agua suplementaria a la de la precipitación para no producir ningún estrés hídrico a los cultivos

Precipitación eficaz

Parte de la P que puede ser aprovechada por los cultivos

Método SCS

$$Pe_i = f(P_i, ET_{ci})$$

Necesidades de riego netas NR_n

Balance mes a mes para el periodo 1980/81 a 2017/18 que permite obtener las NR_n en esos 38 años (456 mese) para cada cultivo y comarca.

$$\text{Si } D_{ri-1} - P_{ei} + ET_{ci} \leq AFA_i \quad \left\{ \begin{array}{l} D_{ri} = D_{ri-1} - P_{ei} + ET_{ci} \\ NR_{ni} = 0 \end{array} \right.$$

$$\text{Si } D_{ri-1} - P_{ei} + ET_{ci} > AFA_i \quad \left\{ \begin{array}{l} D_{ri} = AFA_i \\ NR_{ni} = D_{ri-1} - P_{ei} + ET_{ci} - AFA_i \end{array} \right.$$

- D_{ri-1} Déficit de agua en el suelo del mes i-1
- P_{ei} Precipitación eficaz en el mes i
- ET_{ci} ETc en el mes i
- NR_{ni} Necesidad de riego neta en el mes i

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.

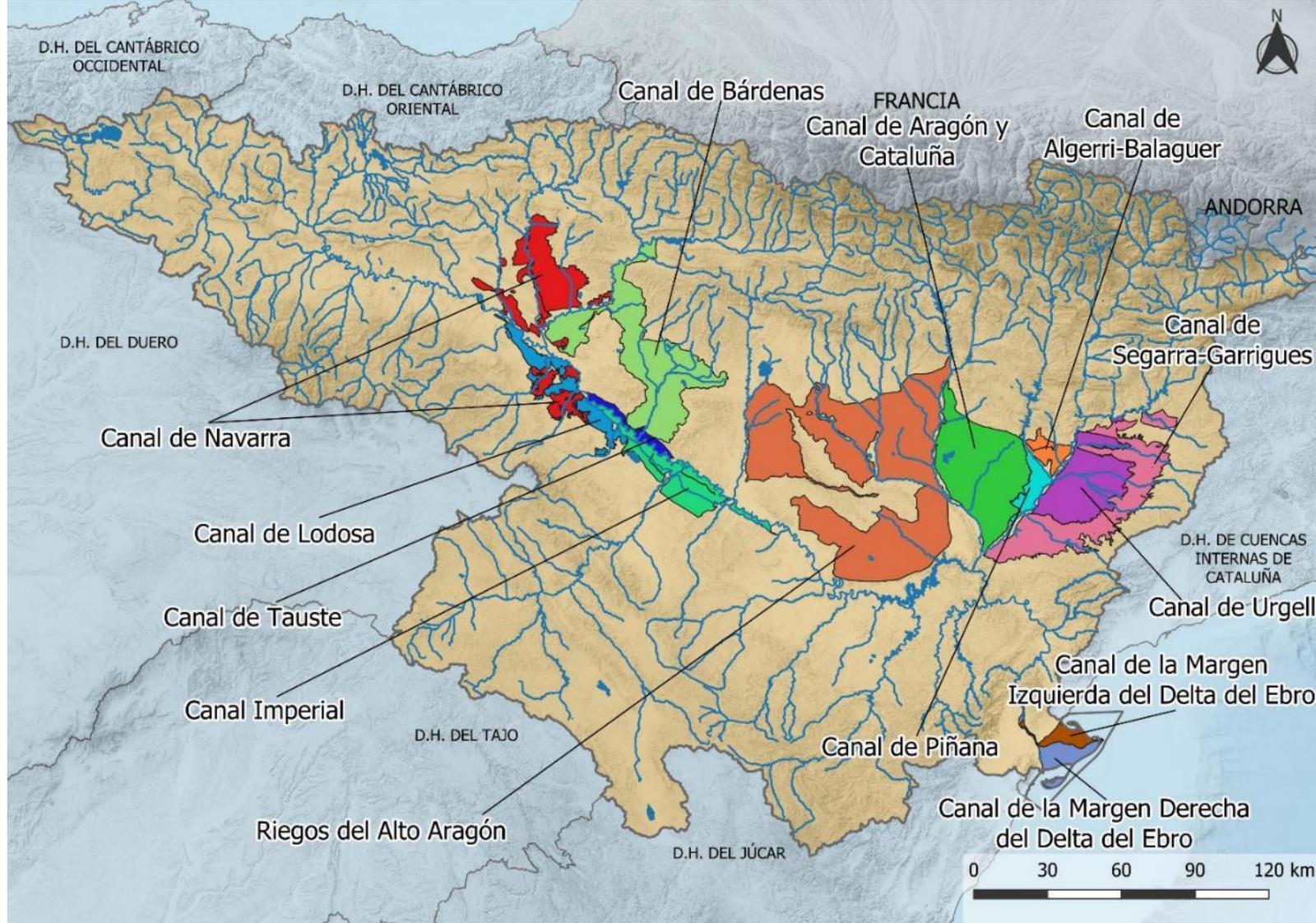


Apéndice 8.6. Dotaciones brutas de los grandes sistemas regables*.

| 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 SIGPAC 2022, realizando algunos ajustes hacia los más demandantes según previsiones razonables. Se consideran 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 (8 de las 13 CCRR, FEREBRO). Se manifestaron recelos ante el impacto del trabajo.

Fichas detalladas por sistema regable



| Estadísticas de agua a riego en grandes sistemas de riego de la Demarcación del Ebro | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Canal Imperial de Aragón | | | | | | | | | | | |
| Nombre sistema | Superficie regada (ha) | Superficie servida (ha) | Superficie total (ha) | Superficie regada (ha) | Superficie servida (ha) | Superficie total (ha) | Superficie regada (ha) | Superficie servida (ha) | Superficie total (ha) | Superficie regada (ha) | Superficie servida (ha) |
| Canal Imperial de Aragón | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 |
| Superficie regada (ha) | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 |
| Superficie servida (ha) | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 |
| Superficie total (ha) | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 | 2402 |

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 para los 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) | | | | | | | | | | | Media |
|----------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|
| | 2010 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | |
| 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_0 , 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