

Anejo 8

Validación de las dotaciones de riego

2024

25 de septiembre

**Versión preliminar para la jornada de presentación CHE de 26
de septiembre de 2024**

Confederación Hidrográfica del Ebro O.A.



BORRADOR

Índice

1	Introducción.....	1
2	Fuentes de información disponibles	2
2.1	Estudio a largo plazo del IGME sobre el nitrógeno en la agricultura	2
2.2	Memorias del Canal de Navarra	2
2.3	Recopilación de suministros en cultivos eficientes de la Cuenca del Ebro y comparación con las dotaciones objetivo.....	4
2.4	Expedientes de concesión de aguas para riego.....	7
3	Validación de las necesidades de riego	12
3.1	Cereales de invierno	12
3.2	Otros herbáceos mayoritarios.....	14
3.3	Frutales de hueso y pepita	16
3.4	Otros leñosos mayoritarios	17
3.5	Chopo y encina trufera	20
4	Conclusión.....	21

Índice de figuras

Figura 1. Comarcas agrarias que contienen parcelas con datos de riego aplicado en el estudio del CSIC (2006).....	5
Figura 2. Sistemas de riego utilizados según el número de registros en el trabajo CSIC (2006)	7
Figura 3. Sistemas de riego registrados en los expedientes de concesión de aguas para riego	10
Figura 4. Sistemas de riego utilizados según la superficie de las parcelas en los expedientes de concesión de aguas para riego.....	10

BORRADOR

Índice de tablas

Tabla 1. Superficies de cada cultivo (ha) en los años 2012, 2018, 2021 y 2022, en la 1ª Fase del Canal de Navarra.....	3
Tabla 2. Número de parcelas por cultivo para periodos de 5 años de registros en el trabajo del CSIC (2006)	5
Tabla 3. Resumen de los datos del trabajo “Recopilación de suministros en cultivos eficientes de la Cuenca del Ebro y comparación con las dotaciones objetivo” CSIC (2006)	6
Tabla 4. Número de parcelas por cultivo para periodos de 5 años de registros en los expedientes de concesión de aguas tratados con fecha (2.254 registros)	8
Tabla 5. Resumen de los expedientes de concesión de aguas para riego.....	9
Tabla 6. Sistemas de riego utilizados según cultivo o grupo de cultivo en los expedientes de concesión de aguas para riego.....	10
Tabla 7. Eficiencia de aplicación para los sistemas de riego consideradas en el presente trabajo.....	12
Tabla 8. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) para cereales de invierno, en el estudio del IGME sobre el nitrógeno en la agricultura.....	12
Tabla 9. Comparación de las dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) para los cereales de invierno con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024) , en el estudio del IGME.12	
Tabla 10. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra para los cereales de invierno y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)	13
Tabla 11. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del CSIC (2006) para los cereales de invierno y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)	13
Tabla 12. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para los cereales de invierno y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024).....	14
Tabla 13. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del IGME, sobre el nitrógeno en la agricultura, para los herbáceos mayoritarios	14
Tabla 14. Comparación de las dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) del estudio del IGME con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024) para los herbáceos mayoritarios.....	14
Tabla 15. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias del Canal de Navarra para los herbáceos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024). Campañas 2012, 2018, 2021 y 2022	15
Tabla 16. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra para los herbáceos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024). Media de las cuatro campañas	15
Tabla 17. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del CSIC (2006) para los herbáceos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)	16
Tabla 18. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para los herbáceos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024).....	16

Tabla 19. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del CSIC (2006) para los frutales de hueso y pepita y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)	17
Tabla 20. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para los frutales de hueso y pepita, y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024).....	17
Tabla 21. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del IGME para el almendro	18
Tabla 22. Comparación de las dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) del estudio del IGME con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024) para el almendro	18
Tabla 23. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias del Canal de Navarra para otros leñosos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024). Campañas 2012, 2018, 2021 y 2022	18
Tabla 24. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra para otros leñosos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024). Media de las cuatro campañas	19
Tabla 25. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del CSIC (2006) para otros leñosos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)	19
Tabla 26. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para otros leñosos mayoritarios, y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024).....	19
Tabla 27. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para chopo y encina trufera, y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024).....	20

Índice de Apéndices

- APÉNDICE 8.1** Dotaciones y superficies totales de los cultivos considerados en el estudio del IGME sobre el nitrógeno en la agricultura
- APÉNDICE 8.2** Dotaciones y superficies totales de los cultivos considerados en las memorias anuales de la Fase 1 del Canal de Navarra
- APÉNDICE 8.3** Dotaciones y superficies de los cultivos analizados en el estudio del CSIC (2006)^(*)
- APÉNDICE 8.4** Dotaciones y superficies de los cultivos en los expedientes de concesión de aguas para riego^(*)

(*) Los Apéndices 8.3 y 8.4 sólo se encuentran en formato Excel debido a su gran tamaño.

1 Introducción

La comparación entre las necesidades de riego evaluadas mediante los procedimientos técnicos habituales con respecto a los volúmenes de riego aplicados y registrados en el uso agrícola, puede tener dos orientaciones contrapuestas, aunque complementarias: por un lado se trataría de evaluar el grado de adecuación del riego a los estándares establecidos de buenas prácticas, y por otro, permite validar los cálculos de necesidades de riego mediante datos registrados en explotaciones agrícolas.

El presente anejo se orienta hacia el segundo de estos objetivos. De hecho, algunas de las dotaciones objetivo de riego que habían sido previamente evaluadas han sido modificadas tras la comparación con datos registrados. Esta tarea es conveniente ya que, a pesar de la robustez y aceptación general de la metodología de cálculo utilizada, algunos parámetros y procedimientos tienen rangos de valores que son aceptables.

La comparación se ha realizado utilizando cuatro conjuntos de datos. Los tres primeros aportan información registrada sobre el agua aplicada en parcelas. Se trata de información recopilada en el marco de un estudio de investigación sobre nitratos, datos de las memorias anuales de una zona regable con un notable grado de modernización y un gran conjunto de volúmenes anuales aplicados en parcelas con diferentes cultivos y métodos de riego recopilados minuciosamente al efecto por el Organismo de cuenca. Por su parte, el cuarto conjunto de datos corresponde con los volúmenes de riego asociados al otorgamiento de derechos de utilización de agua para riego.

La comparación entre el riego registrado y las necesidades calculadas requiere tener en cuenta la localización geográfica según las comarcas agrícolas establecidas, ya que la variabilidad que imponen las condiciones agroclimáticas en la cuenca del Ebro es muy notable entre unas zonas y otras. Además, es necesario involucrar los procedimientos de aplicación del riego, ya que las dotaciones calculadas son valores netos que se transforman en valores en parcela atendiendo a coeficientes de eficiencia de aplicación considerados para los diferentes métodos de riego. En este análisis se utilizan, de manera general, las siguientes eficiencias de aplicación en parcela: gravedad, 70%; aspersión, 80%; localizado, 90%.

Tal y como se detalla en el Anejo 6 “Determinación de las necesidades de riego de los cultivos”, los cálculos de las necesidades de riego netas (NR_n) se han realizado para el periodo de 38 años que va de 1980/81 a 2017/18. Con base en los resultados para cada cultivo y comarca de esta serie de NR_n se han calculado las correspondientes a los percentiles P20, P50, P80, P90 y P95. Así, las dotaciones objetivo propuestas en el presente estudio corresponden con el P80*, sin embargo para las comparaciones con valores realmente aplicados se han utilizado también las necesidades de riego del P50, ya que según los casos pueden representar mejor los valores medios de una serie de años con diferentes características de precipitación y evapotranspiración.

A continuación se hace una presentación de los datos disponibles y posteriormente se comentan los resultados obtenidos según grupos de cultivos para mayor claridad.

* De este modo las dotaciones objetivo se asimilan a las necesidades de riego de los cultivos en años secos.

2 Fuentes de información disponibles

2.1 Estudio a largo plazo del IGME sobre el nitrógeno en la agricultura

Este estudio de investigación a largo plazo está siendo realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), desde 2005, y continúa recogiendo y analizando datos hasta la actualidad. La información se recopila en 30 parcelas situadas en la comarca agraria 34, Ejea de los Caballeros. Entre otros datos, en estas parcelas se registra mediante contadores el volumen de riego aplicado diariamente, el cultivo o cultivos de cada campaña y también el método de riego.

De las 30 parcelas, 16 están subdivididas por no contener un único cultivo en cada campaña, por lo que su información sobre agua utilizada para el riego se reparte entre cultivos de forma aproximada, razón por la cual no han sido tenidas en cuenta en este ejercicio de validación de las dotaciones objetivo de riego evaluadas para el cuarto ciclo de planificación hidrológica. Las 14 parcelas consideradas ocupan una superficie de 134,1 ha.

La práctica totalidad del riego se ha realizado por aspersión, salvo en la parcela 55 que usa goteo y está plantada de almendro desde 2010.

En algunos cultivos hortícolas, como es el caso del puerro y brócoli, los datos pueden ser aproximados debido a la práctica de cosecha progresiva y sustitución paulatina por otros cultivos.

Los cultivos de esta fuente de información que ha sido posible utilizar en este ejercicio de validación son 11: alfalfa, almendro, brócoli, cebada, cebolla, girasol, maíz, puerro (en sus variedades de otoño y de primavera), tomate y trigo (Apéndice 8.1).

2.2 Memorias del Canal de Navarra

Las memorias técnicas anuales de la 1ª Fase del Canal de Navarra recogen, entre otros datos de interés, los volúmenes de agua utilizados para regar cada uno de los cultivos en los 15 sectores o subsectores existentes y el método de riego utilizado.

La 1ª Fase del Canal de Navarra se sitúa predominantemente en la comarca nº 26 Navarra Media, pero se extiende también sobre las comarcas nº 27 Ribera Alta-Aragón y nº 25 Cuenca de Pamplona. La sectorización de la información ha permitido comparar cada dato de dotación registrado con las correspondientes dotaciones evaluadas en la comarca agraria en la que se sitúa cada sector o subsector.

En el ejercicio de validación se han utilizado datos de 4 campañas, registrados en sendas memorias anuales: 2012, 2018, 2021 y 2022, datos disponibles en el Apéndice 8.2. El año 2018 se considera como húmedo, 2021 como medio y 2012 y 2022 fueron años secos.

En la Tabla 1 se muestran todos los cultivos de estos años ordenados desde el que ocupa la mayor extensión hasta los menos frecuentes. Algunos cultivos como el arroz solo aparecen en un año o se cultivan sobre superficies limitadas, mientras que otros ofrecen una muestra muy significativa.

Tabla 1. Superficies de cada cultivo (ha) en los años 2012, 2018, 2021 y 2022, en la 1ª Fase del Canal de Navarra

Cultivo	Superficie regada según las memorias anuales (ha)			
	2012	2018	2021	2022
Maíz	8.359,0	6.190,0	7.146,4	7.697,8
Cereal de invierno	3.641,0	4.712,0	4.533,9	4.309,4
Viña	2.239,0	2.353,0	2.353,1	2.326,9
Girasol	394,0	1.217,0	1.167,8	1.445,9
Guisante	402,0	1.038,0	1.289,0	868,0
Olivo	518,0	648,0	744,2	747,4
Haba	715,0	511,0	698,6	714,4
Colza	31,0	867,0	784,3	852,8
Judía	371,0	702,0	806,4	607,2
Tomate	546,0	556,0	602,4	548,7
Brócoli	184,0	576,0	509,7	491,8
Alfalfa	193,0	452,0	320,3	254,1
Forraje	403,0	137,0	309,8	354,4
Ray-grass	347,0	320,0	208,9	269,4
Almendros	-	214,0	264,1	276,5
Esparrago	96,0	261,0	260,1	235,9
Pimiento	161,0	253,0	188,4	199,2
Remolacha	96,0	387,0	77,3	180,6
Espinaca	64,0	207,0	225,2	175,5
Cebolla	72,0	146,0	126,2	132,5
Pradera	107,0	112,0	82,9	74,6
Arboles	182,0	42,0	42,8	53,0
Escarola	56,0	83,0	76,3	43,6
Huerta	54,0	69,0	67,2	65,1
Invernadero	48,0	47,0	50,9	50,9
Endivia	25,0	53,0	58,5	49,6
Hortícolas	76,0	24,0	45,4	20,5
Nogales	-	40,0	40,0	40,0
Cáñamo	-	-	67,5	1,8
Patata	24,0	43,0	59,2	10,9
Aromáticas	31,0	39,0	30,6	30,6
Calabaza	-	6,0	33,1	47,3
Granja	15,0	68,0	13,7	14,2
Soja	7,0	42,0	18,3	-
Sorgo	10,0	46,0	4,5	-
Acelga	-	16,0	-	15,2
Achicoria	-	18,0	12,0	-
Zanahoria	-	16,0	9,7	16,9
Cardo	37,0	10,0	2,3	3,3
Centeno	13,0	-	-	-
Coliflor	30,0	3,0	-	5,0
Arroz	-	-	12,2	-
Grelo	-	12,0	-	-
Quinoa	-	12,0	-	-
Alcachofa	15,0	8,0	9,4	-
Lúpulo	1,0	9,0	8,5	8,5
Lechuga	-	-	3,1	9,5
Garbanzos	-	7,0	-	5,4
Calabacín	-	8,0	-	2,8
Lentejas	-	3,0	7,3	2,7
Berenjena	-	4,0	-	3,7
Ajo	6,0	1,0	-	-
Total	19.569,0	22.588,0	23.371,5	23.263,5

* La superficie tiene en cuenta las dobles y triples cosechas (es mayor que la regada neta)

2.3 Recopilación de suministros en cultivos eficientes de la Cuenca del Ebro y comparación con las dotaciones objetivo

El trabajo titulado “Recopilación de suministros en cultivos eficientes de la Cuenca del Ebro y comparación con las dotaciones objetivo”, CSIC (2006)[†], realizó un extenso compendio de datos de consumos reales de cultivos en parcela con el fin de validar las estimaciones de necesidades de riego netas obtenidas en trabajos previos de evaluación de necesidades de riego: CSIC (1993)[‡] y CSIC (2004)[§]. El trabajo se llevó a cabo en toda la cuenca del Ebro, aunque buena parte de la información corresponde a Aragón y Navarra.

En este estudio se obtuvieron registros de 2.745 parcelas para 31 cultivos y/o grupos de cultivos, el 83% de ellas regadas a presión, distribuidos entre 1982 y 2005, ambos incluidos. En cada parcela se incluye información sobre el sistema de riego utilizado (goteo, inundación, aspersión, pivot o ranger), la comarca agraria a la que pertenece, superficie de la parcela y el consumo anual en parcela. En la Figura 1 se representan las comarcas agrarias, definidas en el presente trabajo, que contienen parcelas evaluadas en el estudio CSIC (2006).

El trabajo del CSIC (2006) se encontró con algunas dificultades en su desarrollo, de las cuales cabe destacar la ausencia de una serie de registros históricos de fenología en España, así como la incertidumbre en cuanto al nivel de garantías de eficiencia por parte del agricultor que debían cumplir las parcelas analizadas. Además, en muchos casos sólo se dispuso del volumen de agua facturado al agricultor (sin individualizar por cultivo), el cual no tenía por qué ser el volumen realmente consumido. Por tanto, se determinó que las comparaciones entre estimaciones de necesidades hídricas y consumos reales se debían realizar asumiendo que sólo si había diferencias mayores al 50% sería necesaria una revisión en profundidad.

[†] CSIC, 2006. Martínez-Cob, A., García Vera, M. A., Playán E., Caveró, J. (2006). *Recopilación de suministros en cultivos eficientes de la Cuenca del Ebro y comparación con las dotaciones objetivo*. Convenio de Colaboración CSIC-CHE. 80 pp

[‡] CSIC, 1993. Martínez-Cob, A. (1993). *Revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la Cuenca del Ebro*. Asistencia Técnica, Convenio de Colaboración CSIC-CHE.

[§] CSIC, 2004. Martínez-Cob, A. (2004). *Revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la cuenca del Ebro*. Trabajo de consultoría y asistencia - Convenio de Colaboración CSIC-CHE. 8 vols.

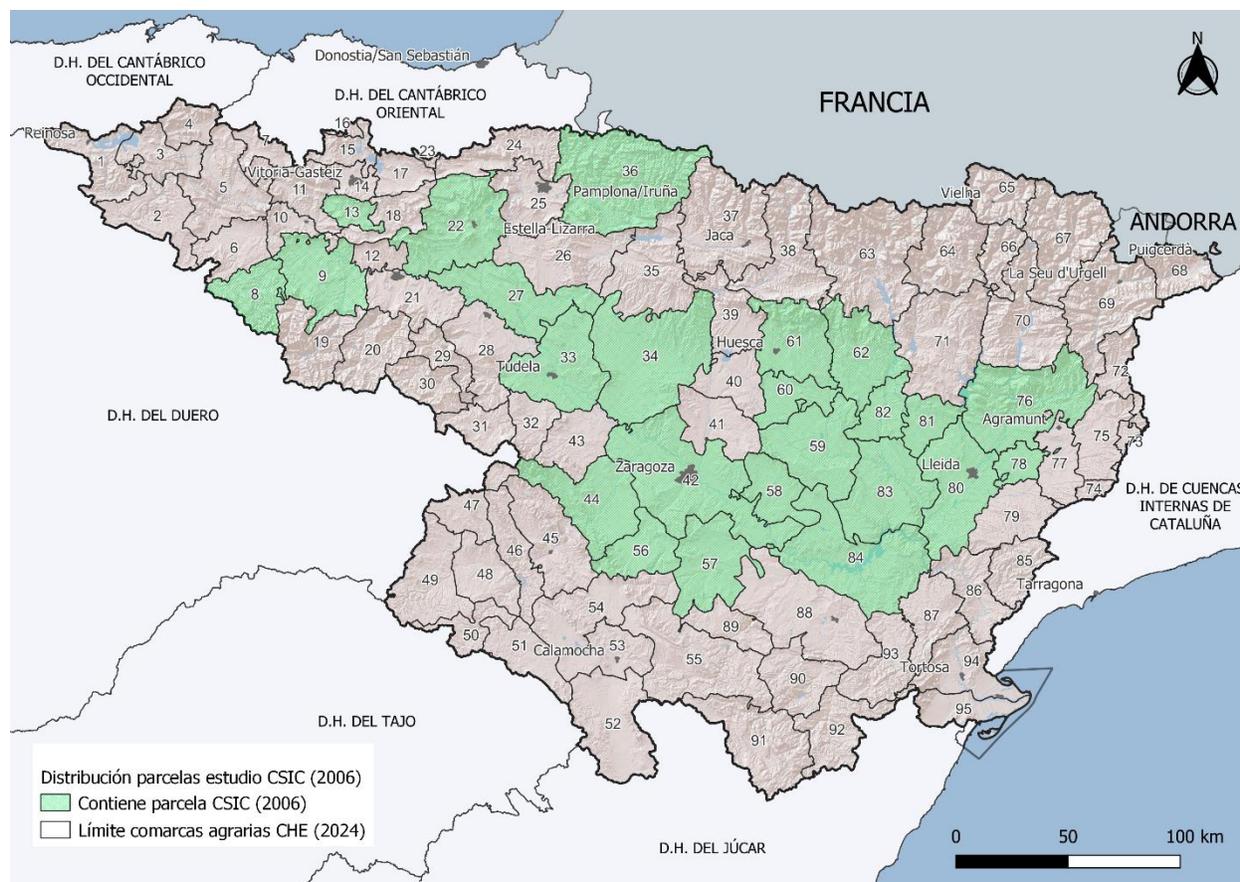


Figura 1. Comarcas agrarias que contienen parcelas con datos de riego aplicado en el estudio del CSIC (2006)

A continuación, se muestra en la Tabla 2 el número de parcelas por cultivo según periodos de 5 años. En ella se puede observar que la mayor parte de información se encuentra entre los años 2001 y 2005 (85% de los datos):

Tabla 2. Número de parcelas por cultivo para periodos de 5 años de registros en el trabajo del CSIC (2006)

Cultivo	nº parcelas			
	<1991	1991-1995	1996-2000	2001-2005
Albaricoquero	-	-	-	4
Alfalfa	3	12	9	469
Almendro	-	-	-	1
Almendro RD	-	-	-	1
Arroz	-	6	-	59
Berenjena	-	-	-	1
Brócoli	-	-	-	3
Cebada	3	3	-	58
Cebolla	-	-	1	33
Cerezo	-	-	-	12
Cerezo RD	-	-	-	12
Ciruelo	-	-	-	5
Coliflor	-	-	-	2
Espárrago	-	-	4	15
Espinaca	-	-	-	7
Girasol	6	2	1	38
Guisante	4	-	5	18

Cultivo	nº parcelas			
	<1991	1991-1995	1996-2000	2001-2005
Judía verde	-	-	-	7
Lechuga	-	-	-	3
Maíz grano	11	16	208	1.103
Manzano	3	-	4	26
Melocotonero	7	4	1	26
Melocotonero RD	7	4	1	26
Olivar	-	-	-	77
Patata	-	-	-	24
Peral	1	1	11	55
Pimiento	-	-	2	29
Remolacha azucarera	-	-	-	32
Tomate	-	-	24	52
Trigo	1	-	-	33
Viñedo	-	-	40	118

Cabe mencionar que en el periodo 1982-2005 hay huecos, ya que no hay información de los siguientes periodos: 1985-1987, 1994-1998. El año con más datos es el 2003, con el 26% de los datos, seguido del 2004 con un 25%.

A continuación, se muestra en la Tabla 3 un resumen con los datos utilizados correspondientes al trabajo CSIC (2006).

Tabla 3. Resumen de los datos del trabajo “Recopilación de suministros en cultivos eficientes de la Cuenca del Ebro y comparación con las dotaciones objetivo” CSIC (2006)

Cultivo	Código	nº años con dato	nº parcelas	Sup total (ha)	Sup media (ha)	Consumos brutos en parcela (m³/ha año)				
						Med	P20	P50	P80	nº parcelas rango P20-P80
Albaricoquero	3-054-00	2	4	43,73	11	5.715	5.231	5.762	6.218	2
Alfalfa	2-044-00	12	493	4.192,57	9	8.297	6.010	8.428	10.331	295
Almendro	3-055-00	1	1	67,48	67	2.871	2.871	2.871	2.871	1
Almendro RD	3-055-10	1	1	67,48	67	2.871	2.871	2.871	2.871	1
Arroz	1-005-00	8	65	599,88	9	11.876	7.615	11.592	16.605	39
Berenjena	1-007-00	1	1	0,00	0	6.700	6.700	6.700	6.700	1
Brócoli	1-009-02	2	3	5,03	2	2.302	1.980	2.250	2.614	1
Cebada	1-012-00	8	64	385,44	6	2.935	1.355	2.790	4.548	38
Cebolla	1-013-00	5	34	189,76	6	6.972	6.042	6.562	8.353	20
Cerezo	3-057-03	3	12	121,23	10	6.179	5.025	5.643	7.738	6
Cerezo RD	3-057-13	3	12	121,23	10	6.179	5.025	5.643	7.738	6
Círuelo	3-058-02	2	5	44,16	9	6.315	5.215	6.921	7.221	3
Coliflor	1-016-01	1	2	0,00	0	4.410	3.924	4.410	4.896	0
Espárrago	1-019-00	5	19	79,15	4	2.098	1.002	2.154	2.940	11
Espinaca	1-020-01	2	7	37,71	5	2.208	1.296	1.929	2.622	3
Girasol	1-022-01	9	47	369,41	8	3.927	2.649	3.704	5.182	27
Guisante	1-024-00	9	27	189,23	7	3.615	2.021	3.930	4.838	15
Judía verde	1-027-02	2	7	30,77	4	5.398	4.454	6.165	6.356	3
Lechuga	1-028-01	2	3	15,80	5	6.303	5.698	6.990	7.046	1
Maíz grano	1-030-01	16	1.338	9.909,40	7	7.527	5.880	7.253	9.364	802
Manzano	3-059-03	8	33	41,35	1	3.636	2.503	3.400	4.672	19

Cultivo	Código	nº años con dato	nº parcelas	Sup total (ha)	Sup media (ha)	Consumos brutos en parcela (m³/ha año)				
						Med	P20	P50	P80	nº parcelas rango P20-P80
Melocotonero	3-060-02	13	38	160,19	4	5.483	4.326	5.408	6.198	22
Melocotonero RD	3-060-12	13	38	160,19	4	5.483	4.326	5.408	6.198	22
Olivar	3-053-00	3	77	749,58	10	2.727	2.291	2.742	3.209	45
Patata	1-032-03	4	24	70,72	3	3.925	3.450	4.309	4.607	14
Peral	3-062-02	9	68	107,50	2	4.307	3.004	4.301	5.015	40
Pimiento	1-033-00	7	31	107,23	3	7.288	4.925	6.767	10.498	19
Remolacha azucarera	1-035-00	3	32	72,08	2	4.695	3.818	4.432	5.897	18
Tomate	1-040-00	7	76	392,08	5	5.513	4.327	5.404	6.617	46
Trigo	1-041-00	5	34	171,51	5	3.170	1.811	2.836	4.266	20
Viñedo	3-063-00	5	158	460,64	3	1.463	813	1.243	2.004	94

El cultivo con más información es el maíz en grano, con 9.909 ha distribuidas en 1.338 parcelas, seguido de la alfalfa, con 4.193 ha distribuidas en 493 parcelas.

En el extremo opuesto, el cultivo con menos información es la berenjena, con 1 parcela sin información de superficie, seguido del almendro y almendro RD, con 1 parcela de 67 ha, y del albaricoquero con 44 ha distribuidas en 4 parcelas.

Respecto a los sistemas de riego, el más utilizado es aspersión, que se encuentra en un 73% de las parcelas, seguido de inundación (17%). Si se considera la superficie regada según cada sistema de riego los porcentajes son similares; aspersión (76%), inundación (15%) y goteo (9%).

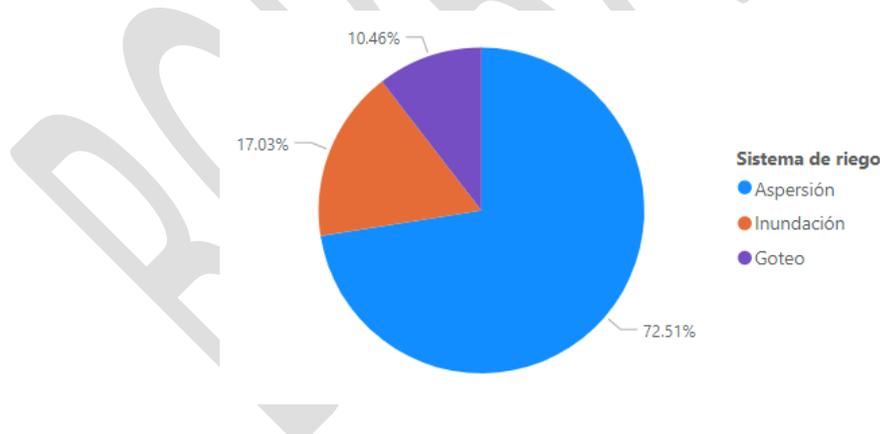


Figura 2. Sistemas de riego utilizados según el número de registros en el trabajo CSIC (2006)

2.4 Expedientes de concesión de aguas para riego

Los expedientes de concesión de aguas para riego utilizados en el presente trabajo provienen de la base de datos de expedientes de derechos de agua de la CHE. Esta base de datos cuenta con un elevado número de registros, por lo tanto, antes de utilizar la información se han depurado los datos y eliminado la información irrelevante. Finalmente son utilizables un total de 23.236 registros. No todos disponen de

fecha (2.254 registros con fecha). En la base de datos disponible la práctica totalidad de los expedientes son anteriores a 2012.

En estos expedientes se incluyen 41 cultivos o grupos de cultivos, que se muestran en la Tabla 4 junto con el número de parcelas por cultivo para periodos de 5 años. La mayoría de los registros son del periodo 2005-2009 (41%), seguido muy de cerca del periodo 2000-2004.

Tabla 4. Número de parcelas por cultivo para periodos de 5 años de registros en los expedientes de concesión de aguas tratadas con fecha (2.254 registros)

Cultivo		Rango de años				
Denominación	Código	<1995	1995-1999	2000-2004	2005-2009	>2010
Alcachofa	1-003-01	0	0	1	2	0
Alfalfa	2-044-00	0	5	28	22	12
Algarrobo	3-105-00	0	0	0	0	0
Almendra	3-055-00	0	10	30	31	2
Avellano	3-056-00	0	0	0	0	0
Cebada	1-012-00	0	2	8	5	3
Cereal	-	0	17	25	22	2
Cerezos	3-057-03	0	5	39	46	0
Chopo	3-115-00	0	5	7	6	0
Cítricos	-	0	1	2	4	0
Coliflor	1-016-01	0	0	3	1	0
Espárrago	1-019-00	0	1	10	2	0
Forraje	-	0	7	6	10	1
Frutales	-	3	78	89	54	2
Girasol	1-022-01	0	1	9	5	1
Guisante	1-024-00	0	0	4	53	0
Hortícolas	-	0	115	143	180	14
Invernadero	-	0	2	7	3	0
Jardín	-	0	13	15	31	1
Limoneros	3-050-00	0	1	1	0	0
Maíz	1-030-01	0	2	30	25	7
Manzano	3-059-03	1	3	17	11	1
Melocotonero	3-060-02	2	3	47	54	5
Naranjos	3-052-00	0	2	6	2	0
Nectarina	3-060-02	0	0	7	4	1
Nogales	3-061-00	0	0	4	1	1
Olivo	3-053-00	0	15	63	63	6
Ornamentales	-	0	0	0	0	0
Pastos	-	0	4	6	11	2
Patata	1-032-03	2	6	25	41	0
Peral	3-062-02	0	0	5	14	1
Pimiento	1-033-00	0	0	3	2	0
Pradera	2-046-00	0	0	7	5	4
Remolacha	1-035-00	0	2	7	16	0
Tomate	1-040-00	0	0	7	6	0
Trigo	1-041-00	0	0	5	28	3
Trufa	3-116-00	0	0	0	1	0
Tubérculos	-	0	0	0	0	0
Viña	3-063-00	3	27	251	159	7
Vivero	-	0	0	0	0	0
Vivero forestal	-	0	0	2	1	0
Total	-	11	327	919	921	76

En la Tabla 5 se muestra un resumen, por cultivo o grupo de cultivos, de los 23.236 registros de los expedientes de concesión de aguas para riego utilizados.

Tabla 5. Resumen de los expedientes de concesión de aguas para riego

Cultivo		Nº expedientes	Superficie total (ha)	Dotación neta en los expedientes (m³/ha año)				Nº registros rango P20-P80
Denominación	Código			Media	P20	P50	P80	
Alcachofa	1-003-01	4	8	4.479	2.736	3.163	5.696	2
Alfalfa	2-044-00	167	8.715	4.473	2.569	4.228	6.233	96
Algarrobo	3-105-00	1	3	3.381	3.381	3.381	3.381	1
Almendro	3-055-00	928	23.393	2.525	1.046	1.941	3.728	555
Avellano	3-056-00	8	25	2.677	1.559	1.802	3.232	4
Cebada	1-012-00	64	4.151	2.314	1.411	1.919	2.722	37
Cereales	-	959	21.809	2.740	1.252	2.368	4.019	570
Cerezo	3-057-03	804	8.373	3.361	1.575	3.137	4.950	485
Chopo	3-115-00	90	853	3.492	1.175	2.917	4.804	53
Cítricos	-	801	6.724	4.414	3.047	4.500	5.458	482
Coliflor	1-016-01	7	229	4.462	1.742	4.400	6.016	3
Encina trufera	3-116-00	369	1.855	1.666	909	1.400	2.204	220
Espárrago	1-019-00	22	285	2.125	1.154	1.800	2.880	13
Forrajeras	-	336	8.004	3.335	1.420	2.800	5.352	202
Frutales	-	3.073	27.308	4.118	1.752	3.784	6.254	1.835
Girasol	1-022-01	38	2.740	4.032	2.709	4.045	4.760	22
Guisante	1-024-00	92	1.262	2.557	2.667	2.667	2.667	58
Hortalizas	-	7.195	15.737	3.995	1.555	3.509	6.400	4.302
Invernadero	-	21	46	5.423	3.200	4.725	7.904	13
Jardín	-	205	435	4.612	2.355	4.122	6.661	114
Limonero	3-050-00	4	58	3.996	2.874	4.535	5.334	2
Maíz	1-030-01	236	15.488	4.433	2.592	4.588	6.010	139
Manzano	3-059-03	81	2.140	5.741	3.507	6.247	7.349	46
Melocotonero	3-060-02	258	12.752	5.517	4.320	5.433	6.998	159
Naranja	3-052-00	19	108	4.977	3.795	4.612	5.748	11
Nectarina	3-060-02	19	135	5.650	4.466	5.626	6.731	10
Nogal	3-061-00	21	224	2.961	1.200	2.749	4.500	13
Olivar	3-053-00	1.561	35.912	2.238	1.029	1.637	3.150	930
Ornamentales	-	1.634	861	4.412	1.920	4.000	6.805	990
Pastos	-	43	432	2.596	1.044	1.927	3.695	22
Patata	1-032-03	146	4.356	2.455	1.410	2.204	3.048	84
Peral	3-062-02	54	3.822	5.711	4.078	5.753	7.323	31
Pimiento	1-033-00	8	27	3.931	2.022	3.541	4.810	4
Praderas polifitas	2-046-00	454	2.434	2.985	1.856	2.719	3.645	271
Remolacha	1-035-00	47	1.455	3.136	1.621	3.102	4.217	28
Tomate	1-040-00	25	545	4.525	2.698	4.721	5.669	15
Trigo	1-041-00	85	3.917	2.154	811	1.577	3.487	65
Tubérculos	-	278	1.489	2.933	1.453	2.753	4.059	166
Viñedo	3-063-00	2.296	46.799	1.917	925	1.427	2.743	1.371
Viveros	-	75	557	4.642	1.867	4.436	7.669	46

El cultivo con un mayor número de registros es el grupo “hortalizas” con 7.195 registros y 15.737 ha, seguido de “frutales” con 3.073 registros y 27.308 ha. A pesar de ser los grupos más representados no son útiles directamente para su comparación con las dotaciones evaluadas en el presente estudio, dado que agrupan cultivos con necesidades diversas.

El cultivo con un menor número de registros es el “algarrobo” con solo un registro y una superficie de 3 hectáreas, seguido de la “alcachofa” con 4 expedientes y 8 ha.

Respecto a los sistemas de riego, se consideran: aspersión, goteo o localizado y superficial o manta. El más utilizado es localizado (o goteo), que se encuentra en un 46% de los expedientes, seguido de riego por inundación con un 27%.

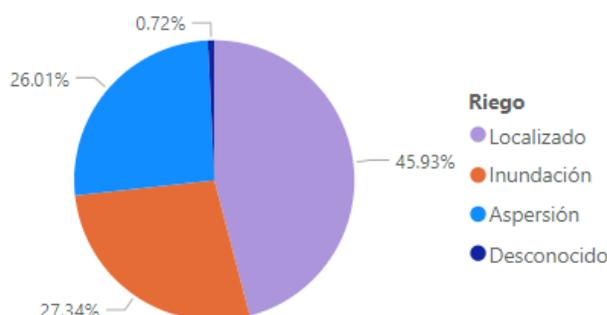


Figura 3. Sistemas de riego registrados en los expedientes de concesión de aguas para riego

Considerando las superficies de las parcelas los porcentajes varían según se muestra en la siguiente figura. Sin embargo, el riego localizado sigue siendo el más utilizado, con un 58%, pero, en este caso, seguido del riego por aspersión, con un 27%.

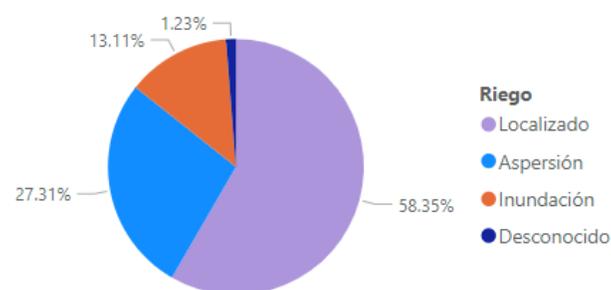


Figura 4. Sistemas de riego utilizados según la superficie de las parcelas en los expedientes de concesión de aguas para riego

En la Tabla 6 se muestra el porcentaje de sistema de riego utilizado en cada cultivo según la superficie de los expedientes.

Tabla 6. Sistemas de riego utilizados según cultivo o grupo de cultivo en los expedientes de concesión de aguas para riego

Cultivo		Nº expedientes	Superficie total (ha)	Sistema de riego (%)		
Denominación	Código			Localizado	Aspersión	Inundación
Alcachofa	1-003-01	4	8	33,4%	50,4%	16,2%
Alfalfa	2-044-00	167	8.715	0,01%	76,7%	20,1%
Algarrobo	3-105-00	1	3	100%	-	-

Cultivo		Nº expedientes	Superficie total (ha)	Sistema de riego (%)		
Denominación	Código			Localizado	Aspersión	Inundación
Almendro	3-055-00	928	23.393	92,6%	3,9%	2,8%
Avellano	3-056-00	8	25	35,4%	-	64,6%
Cebada	1-012-00	64	4.151	1,4%	87,0%	11,2%
Cereales	-	959	21.809	1,7%	69,0%	27,4%
Cerezo	3-057-03	804	8.373	98,7%	0,6%	0,8%
Chopo	3-115-00	90	853	8,3%	1,3%	89,5%
Cítricos	-	801	6.724	96,4%	0,4%	3,2%
Coliflor	1-016-01	7	229	18,6%	76,3%	5,1%
Encina trufera	3-116-00	369	1.855	25,9%	73,8%	0,3%
Espárrago	1-019-00	22	285	90,1%	9,9%	-
Forrajeras	-	336	8.004	3,1%	74,6%	22,3%
Frutales	-	3.073	27.308	80,3%	3,0%	15,1%
Girasol	1-022-01	38	2.740	1,0%	99,0%	-
Guisante	1-024-00	92	1.262	-	100%	-
Hortalizas	-	7.195	15.737	17,6%	30,0%	50,7%
Invernadero	-	21	46	84,4%	13,7%	1,9%
Jardín	-	205	435	27,6%	67,1%	1,3%
Limonero	3-050-00	4	58	100%	-	-
Maíz	1-030-01	236	15.488	0,3%	62,8%	33,5%
Manzano	3-059-03	81	2.140	86,3%	6,5%	1,1%
Melocotonero	3-060-02	258	12.752	89,4%	1,8%	6,7%
Naranja	3-052-00	19	108	99,0%	-	1,0%
Nectarina	3-060-02	19	135	91,5%	-	-
Nogal	3-061-00	21	224	98,4%	-	1,6%
Olivar	3-053-00	1.561	35.912	92,5%	2,1%	3,9%
Ornamentales	-	1.634	861	11,6%	83,7%	4,7%
Pastos	-	43	432	1,9%	35,3%	61,0%
Patata	1-032-03	146	4.356	0,01%	99,1%	0,3%
Peral	3-062-02	54	3.822	97,1%	2,4%	0,4%
Pimiento	1-033-00	8	27	92,4%	7,6%	-
Praderas polifitas	2-046-00	454	2.434	0,6%	36,1%	62,6%
Remolacha	1-035-00	47	1.455	-	97,8%	0,8%
Tomate	1-040-00	25	545	64,1%	33,3%	2,7%
Trigo	1-041-00	85	3.917	10,1%	66,2%	21,2%
Tubérculos	-	278	1.489	0,6%	93,7%	5,8%
Viñedo	3-063-00	2.296	46.799	85,3%	13,1%	1,5%
Viveros	-	75	557	95,4%	3,3%	1,3%

3 Validación de las necesidades de riego

La validación de las necesidades de riego, para los cultivos seleccionados en la DHE, se ha realizado con las fuentes de información disponibles, expuestas en el apartado anterior, y teniendo en cuenta su localización según las comarcas agrarias. Además, los datos de mediciones de agua aportada al riego de los que se dispone corresponden a dotaciones registradas en parcela, por lo tanto, para poder comparar estos datos con los calculados en el presente estudio ha sido necesario considerar las eficiencias de los sistemas de riego, las cuales se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7. Eficiencia de aplicación para los sistemas de riego consideradas en el presente trabajo

Sistema de riego	Eficiencia (%)
Goteo	90%
Inundación	70%
Aspersión	80%

Para facilitar la exposición, el análisis se ha dividido según grandes grupos de cultivos: cereales de invierno, otros herbáceos mayoritarios, frutales de hueso y pepita, otros leñosos relevantes y, chopo y encina.

3.1 Cereales de invierno

En este trabajo se han evaluado las necesidades de riego de los siguientes cereales de invierno: cebada, trigo, triticale, centeno y avena. Sin embargo, en las memorias anuales de la Fase 1 del Canal de Navarra solo se indica el valor registrado para los cereales de invierno en conjunto (Tabla 10). En el resto de las fuentes se dispone de información únicamente sobre cebada y trigo.

El estudio del IGME cuenta con datos de agua de riego aplicada a cebada y trigo de 2006 a 2023. En la Tabla 8 se muestran los años con dato. A continuación en la Tabla 9 se resume la comparación entre la dotación media aplicada con respecto a las necesidades de riego evaluadas para estos cultivos en la comarca de Ejea de los Caballeros, considerando la eficiencia de aplicación correspondiente al método de riego por aspersión. Como se puede ver, las diferencias porcentuales entre los valores registrados y los calculados para el percentil 50% son muy reducidas: -13% para la cebada y 3% para el trigo.

Tabla 8. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) para cereales de invierno, en el estudio del IGME sobre el nitrógeno en la agricultura

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

Tabla 9. Comparación de las dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) para los cereales de invierno con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024), en el estudio del IGME

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%

En la Tabla 10 **Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** se recoge el resumen de la comparación con los datos de las **memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra**. La comparación de los datos de riego registrados para “cereales de invierno” se ha realizado con las necesidades de riego calculadas para la cebada, según las comarcas agrarias implicadas en los diversos sectores, ya que se considera el cereal predominante. Se observa como en el año 2018 se registraron dotaciones menores para los cereales de invierno que las calculadas en el presente trabajo para este grupo de cultivos. Esto se debe a que este año fue un año húmedo, y por tanto las necesidades de riego de los cultivos se vieron reducidas con respecto al cálculo de necesidades de riego del percentil 50%. Lo contrario ocurre en el año 2022, este fue un año seco, por este motivo se puede observar que las dotaciones registradas son un 28% mayores que las necesidades de riego en parcela para el percentil 50%, sin embargo si se compara este valor registrado con las necesidades de riego evaluadas para el percentil 80% (2.015 m³/ha/año) los valores se igualan notablemente.

Tabla 10. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra para los cereales de invierno y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)

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%

El estudio recopilatorio **CSIC (2006)** contiene datos de agua aplicada registrados en 64 parcelas de cebada y 34 de trigo. El ajuste obtenido con respecto a los datos de necesidades de riego en las diversas comarcas agrarias y teniendo en cuenta en cada caso los métodos de riego, es muy satisfactorio.

Tabla 11. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del CSIC (2006) para los cereales de invierno y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)

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%

En el caso de los **expedientes de concesión** de aguas para riego, los datos no hacen referencia a dotaciones registradas en parcela, sino que son dotaciones solicitadas por los regantes y registradas en los expedientes (D_{Exp}). La comparación de las necesidades de riego en parcela (NR_p) determinadas en el presente estudio con los datos procedentes de los expedientes, a diferencia de cómo se realiza con el resto de fuentes de información, se hace con el percentil 80% (P80) de las necesidades de riego en parcela calculadas en el presente trabajo, ya que es ese percentil el establecido para fijar las dotaciones objetivo que se utilizan de referencia para el otorgamiento de derechos de uso de agua para riego.

Tabla 12. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para los cereales de invierno y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024)

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%

3.2 Otros herbáceos mayoritarios

En la DHE los cultivos herbáceos mayoritarios que no corresponden a cereales de invierno, tanto por la superficie que ocupan dentro de la demarcación como por sus necesidades de riego, son: arroz, girasol, guisante verde, maíz en grano, alfalfa y ballico.

Del estudio del IGME se puede extraer información de comparación para alfalfa, girasol y ballico (ver Tabla 13).

Tabla 13. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del IGME, sobre el nitrógeno en la agricultura, para los herbáceos mayoritarios

Cultivos	D_{Reg} (m^3/ha año)																		Media	
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
Alfalfa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.506	6.857	8.113	11.151	7.661	8.658	
Girasol	-	-	-	-	-	-	4.704	-	-	2.595	-	-	-	-	-	-	-	-	11.558	3.649^(*)
Maíz	6.568	9.173	7.508	8.840	7.719	7.925	10.206	6.884	8.026	7.575	8.025	5.555	5.557	7.327	7.942	7.830	9.463	6.798	7.718	

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

En la Tabla 14 se resume la comparación entre la dotación media aplicada en los años con dato (D_{Reg} med) con respecto al percentil 50% de las necesidades de riego en parcela (NR_p P50). Las diferencias para la alfalfa y para el maíz son reducidas. Por su parte para el girasol el volumen de riego registrado es un 35% menor que la dotación calculada en este estudio, si bien se considera adecuada dadas las características de este cultivo.

Tabla 14. Comparación de las dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) del estudio del IGME con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024) para los herbáceos mayoritarios

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)	
Alfalfa	2-044-00	8.658	80%	7.577	14%
Girasol	1-022-01	3.649	80%	5.551	-34%
Maíz	1-030-01	7.718	80%	7.093	9%

La Tabla 15, basada en los datos contenidos en las memorias anuales de la Fase 1 del Canal de Navarra, resumen las dotaciones aplicadas en estos cultivos para los 4 años de información considerados, comparados con las correspondientes necesidades de riego evaluadas en el presente estudio para el percentil 50%.

Tabla 15. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias del Canal de Navarra para los herbáceos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024). Campañas 2012, 2018, 2021 y 2022

Año	Cultivo	Canal de Navarra		CHE 2024	D_{Reg} vs NR_p P50
		Sup total (ha)	D_{Reg} (m^3/ha año)	NR_p P50 ⁽¹⁾ (m^3/ha año)	
2012	Alfalfa	193	7.871	6.780	16%
2018	Alfalfa	443	6.451	6.532	-1%
2021	Alfalfa	301	5.524	6.728	-18%
2022	Alfalfa	219	7.017	6.780	3%
2021	Arroz	12	13.959	10.073	39%
2012	Girasol	394	3.485	5.005	-30%
2018	Girasol	1.217	2.933	5.020	-42%
2021	Girasol	1.168	3.246	4.872	-33%
2022	Girasol	1.446	4.378	4.949	-12%
2012	Guisante	402	1.687	2.710	-38%
2018	Guisante	1.036	1.146	2.640	-57%
2021	Guisante	1.289	2.018	2.921	-31%
2022	Guisante	856	1.484	2.798	-47%
2012	Maíz	8.359	7.129	5.971	19%
2018	Maíz	6.190	5.973	5.971	0%
2021	Maíz	7.146	5.751	5.971	-4%
2022	Maíz	7.698	6.841	5.971	15%
2012	Ray-Grass (Ballico)	247	1.596	5.610	-72%
2018	Ray-Grass (Ballico)	235	867	5.586	-84%
2021	Ray-Grass (Ballico)	209	3.441	5.586	-38%
2022	Ray-Grass (Ballico)	222	3.135	5.586	-44%

(1) Las pequeñas variaciones que se dan en las NR_n calculadas para el P50 de los cultivos entre diferentes años son debidas a que el Canal de Navarra se extiende sobre varias comarcas agrarias y se dispone del detalle de las superficies regadas de cada cultivo en cada campaña según sectores y subsectores lo que permite precisar la comarca agraria en la que se encuentran.

Tal y como se muestra en la Tabla 16, es de destacar el buen ajuste, en valores medios, en el caso de la alfalfa y el maíz, que son los dos cultivos con mayor volumen global de agua aplicada en regadío en la cuenca del Ebro. Por otra parte, los datos del arroz no son muy representativos dado que este solo se ha cosechado en uno de los cuatro años y en una superficie limitada. El girasol, el guisante y especialmente el ray-grass presentan datos de agua aplicada menores de los calculados como necesidades de riego para el percentil 50%. En todo caso estos valores de necesidades de riego se consideran adecuados en términos generales, y las diferencias pueden ser asociadas a las prácticas de riego locales.

Tabla 16. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra para los herbáceos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024). Media de las cuatro campañas

Cultivo	Canal de Navarra		CHE 2024	D_{Reg} vs NR_p P50
	Sup total (ha)	D_{Reg} (m^3/ha año)	NR_p P50 (m^3/ha año)	
Alfalfa	1.156	6.654	6.689	-1%
Arroz	12	13.959	10.073	39%
Girasol	4.225	3.518	4.959	-29%

Cultivo	Canal de Navarra		CHE 2024	D _{Reg} vs NR _p P50
	Sup total (ha)	D _{Reg} (m ³ /ha año)	NR _p P50 (m ³ /ha año)	
Guisante	3.582	1.558	2.763	-44%
Maíz	29.393	6.423	5.971	8%
Ray-Grass	913	2.173	5.594	-61%

El estudio recopilatorio CSIC (2006) contiene datos de agua aplicada en 1.338 parcelas de maíz, 493 de alfalfa, 65 de arroz, y un número menor de girasol y guisante (ver Tabla 17). El ajuste obtenido con respecto a los datos de necesidades de riego en las diversas comarcas agrarias, y teniendo en cada caso en cuenta los métodos de riego, es muy satisfactorio. Únicamente el girasol refleja un menor volumen (29%) de agua aplicada que la calculada como necesidades de riego en este estudio.

Tabla 17. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del CSIC (2006) para los herbáceos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)

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)	
Alfalfa	2-044-00	493	4.193	8.297	8.188	1%
Arroz	1-005-00	65	600	11.876	11.816	1%
Girasol	1-022-01	47	369	3.927	5.570	-29%
Guisante	1-024-00	27	189	3.615	3.754	-4%
Maíz grano	1-030-01	1.338	9.909	7.527	7.236	4%

Los datos de expedientes de concesión disponibles contienen información de solicitudes de agua de riego en 236 parcelas de maíz, 167 de alfalfa, 92 de guisante y 38 de girasol. El ajuste obtenido con respecto a los datos de necesidades de riego es notable en todos los casos, incluido el girasol.

Tabla 18. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para los herbáceos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024)

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)	
Alfalfa	2-044-00	167	8.715	5.781	5.978	-3%
Girasol	1-022-01	38	2.740	5.007	4.916	2%
Guisante	1-024-00	92	1.262	3.197	2.867	11%
Maíz	1-030-01	236	15.488	5.708	6.460	-12%

3.3 Frutales de hueso y pepita

Los frutales de hueso y pepita considerados son: albaricoquero, cerezo, ciruelo, manzano, nectarina, melocotonero y peral.

El estudio del IGME y las memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra no recogen información de ninguno de los cultivos de este grupo.

El estudio recopilatorio CSIC (2006) contiene los datos que se resumen en la Tabla 19. El ajuste obtenido entre el volumen de agua aplicado en las parcelas controladas con respecto a los datos de necesidades de riego calculadas en este estudio, teniendo en cuenta las diversas comarcas agrarias y los métodos de riego, se considera adecuado. En la mayoría de los casos (manzano, peral, ciruelo, melocotonero y albaricoquero, por ese orden) la dotación registrada es algo inferior a los valores calculados en este estudio para el percentil 50%, mientras que únicamente el cerezo refleja un mayor volumen de agua aplicada que la calculada como necesidades de riego.

Tabla 19. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del CSIC (2006) para los frutales de hueso y pepita y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)

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)	
Albaricoquero	3-054-00	4	44	5.715	5.888	-3%
Cerezo	3-057-03	12	121	6.179	5.265	17%
Ciruelo	3-058-02	5	44	6.315	7.123	-11%
Manzano	3-059-03	33	41	3.636	4.868	-25%
Melocotonero	3-060-02	38	160	5.483	5.712	-4%
Peral	3-062-02	68	108	4.307	5.203	-17%

Los datos de los expedientes de concesión disponibles también ofrecen un resultado de la comparación que puede ser considerado como satisfactorio pero con tendencias opuestas a las reflejadas con los datos del estudio recopilatorio del CSIC (2006). Así, en el caso del manzano, nectarina, melocotonero y peral las dotaciones solicitadas tienden a ser algo mayores de las calculadas en el presente trabajo, mientras que en el cerezo ocurre lo contrario.

Tabla 20. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para los frutales de hueso y pepita, y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024)

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)	
Cerezo	3-057-03	804	8.373	3.746	4.788	-22%
Manzano	3-059-03	81	2.140	6.665	5.169	29%
Melocotonero	3-060-02	258	12.752	6.186	5.603	10%
Nectarina	3-060-02	19	135	6.252	5.603	12%
Peral	3-062-02	54	3.822	6.490	5.921	10%

3.4 Otros leñosos mayoritarios

En este grupo se presentan los datos de almendro, olivar y viñedo.

La Tabla 21 y Tabla 22 muestran los datos disponibles en el estudio del IGME que se circunscriben únicamente al almendro.

Tabla 21. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del IGME para el almendro

Cultivo	D_{Reg} (m ³ /ha año)													Media
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Almendro	1.970	2.741	3.099	4.747	4.756	4.665	4.909	5.864	6.140	1.144	5.188	5.190	6.853	4.405

Como puede apreciarse en la Tabla 22 el almendro en esta zona está más próximo a los valores calculados para el caso del riego deficitario controlado (RDC) que para el riego estándar.

Tabla 22. Comparación de las dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) del estudio del IGME con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE, 2024) para el almendro

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)	
Almendro	3-055-00	4.405	90%	3.683	20%
Almendro (RDC)	3-055-10			7.135	-38%

Memorias anuales de la Fase 1 del Canal de Navarra. La Tabla 23, resumen las dotaciones aplicadas en estos cultivos, para los 4 años de información considerados, comparados con las correspondientes necesidades de riego evaluadas en el presente estudio para el percentil 50%. En el caso del almendro únicamente se compara con las necesidades de riego evaluadas en el presente estudio como riego deficitario controlado.

Tabla 23. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias del Canal de Navarra para otros leñosos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024). Campañas 2012, 2018, 2021 y 2022

Año	Cultivo	Canal de Navarra		CHE 2024	D_{Reg} vs NR_p P50
		Sup total (ha)	D_{Reg} (m ³ /ha año)	NR_p P50 (m ³ /ha año)	
2018	Almendro (RDC)	103	1.424	3.215	-56%
2021	Almendro (RDC)	231	2.333	3.089	-24%
2022	Almendro (RDC)	244	2.449	3.142	-22%
2012	Olivo	519	3.047	2.825	8%
2018	Olivo	646	2.489	2.825	-12%
2021	Olivo	742	2.594	2.825	-8%
2022	Olivo	745	3.460	2.825	22%
2012	Viña	2.239	2.119	2.431	-13%
2018	Viña	2.353	1.633	2.431	-33%
2021	Viña	2.353	1.550	2.431	-36%
2022	Viña	2.327	2.097	2.431	-14%

Como puede apreciarse en la Tabla 24 el riego aplicado al olivo como media de las cuatro campañas consideradas resulta prácticamente coincidente con las necesidades de riego calculadas para el percentil 50%. Por su parte la viña se riega con una menor dotación de la calculada (24%) y el almendro con un 30% menos de agua del cálculo realizado para el caso de riego deficitario controlado.

Tabla 24. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en las memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra para otros leñosos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024). Media de las cuatro campañas

Cultivo	Canal de Navarra		CHE 2024	D_{Reg} vs NR_p P50
	Sup total (ha)	D_{Reg} (m^3/ha año)	NR_p P50 (m^3/ha año)	
Almendro (RDC)	577	2.190	3.138	-30%
Olivo	2.653	2.896	2.825	3%
Viña	9.272	1.850	2.431	-24%

El estudio recopilatorio CSIC (2006) contiene datos de agua aplicada en 158 parcelas de viñedo, 77 de olivar y una única parcela de almendro (ver Tabla 25). El ajuste obtenido con respecto a los datos de necesidades de riego en las diversas comarcas agrarias y teniendo en cada caso en cuenta los métodos de riego, es muy alto en el caso del viñedo. Por su parte el almendro y especialmente el olivo registran valores medios de agua aplicada en regadío menores a los evaluados en el presente estudio como necesidades de riego.

Tabla 25. Dotaciones registradas en parcela (D_{Reg}) en el estudio del CSIC (2006) para otros leñosos mayoritarios y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P50) del presente estudio (CHE 2024)

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)	
Almendro (RDC)	3-055-00	1	67	2.871	3.829	-25%
Olivar	3-053-00	77	750	2.727	4.458	-39%
Viñedo	3-063-00	158	461	1.463	1.534	-5%

Los expedientes de concesión disponibles contienen información de solicitudes de agua de riego en 2.296 casos para viñedo, 1.561 para olivar y 928 para almendro. En todos ellos las dotaciones solicitadas se sitúan, en valores medios, por debajo de las necesidades de riego calculadas en el presente trabajo para el percentil 80%.

Tabla 26. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para otros leñosos mayoritarios, y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024)

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)	
Almendro (RDC)	3-055-00	928	23.393	2.862	3.613	-21%
Olivar	3-053-00	1.561	35.912	2.562	3.851	-33%
Viñedo	3-063-00	2.296	46.799	2.172	3.020	-28%

3.5 Chopo y encina trufera

Las dotaciones netas para el chopo, calculadas según se describe en el Anejo 6, se encuentran en el rango 2.784 – 6.585 m³/ha año, mientras que para la encina trufera las dotaciones netas van de 1.190 a 1.891 m³/ha año. Estos valores están en consonancia con los aplicados en otras demarcaciones hidrográficas españolas.

En todo caso, únicamente se dispone de datos para la validación de los valores calculados en cada comarca de chopo y encina trufera provenientes de los expedientes de concesión de agua para riego. Los datos se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27. Dotaciones registradas en los expedientes (D_{Exp}) para chopo y encina trufera, y comparación con las necesidades de riego en parcela (NR_p) (P80) del presente estudio (CHE, 2024)

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)	
Chopo	3-115-00	90	853	4.701	6.013	-22%
Encina trufera	3-116-00	369	1.855	1.996	1.676	19%

Según esta fuente de información para el chopo se ha venido solicitando en los expedientes de concesión un 22% menos de dotación de riego anual de la calculada en el presente estudio mientras que para la encina trufera las solicitudes serían de un 19% superiores.

4 Conclusión

Este anejo muestra los resultados de los trabajos de validación de las dotaciones de riego calculadas en el presente estudio para los diversos cultivos según su situación geográfica y el método de riego, utilizando para ello un notable número de datos disponibles de volúmenes de agua aplicados en parcela e información de los expedientes de concesión de agua para riego. Además los volúmenes de agua aplicada en parcela provienen de 3 fuentes de información diferentes, lo que da mayor robustez al análisis: un estudio científico de largo alcance temporal**, datos registrados y publicados por una importante zona regable** y datos incluidos en un estudio recopilatorio realizado al efecto por la CHE**.

En algunos casos estas comparaciones han dado lugar a reajustes en las dotaciones evaluadas previamente si bien siempre manteniendo el procedimiento de cálculo inalterable y dentro de los rangos de valores considerados como válidos por las fuentes de información utilizadas como base. A modo de ejemplo se puede citar el aumento de la longitud de las raíces del girasol, dentro del rango de valores aceptables propuesto por FAO (2006), con la finalidad de reducir los valores medios de las necesidades de riego de este cultivo.

La validación se ha realizado para los 20 cultivos, 8 herbáceos y 12 leñosos, en los que se ha dispuesto de la información necesaria. A pesar de que el número puede parecer reducido en comparación con los 141 cultivos/variedades para los que se han calculado las necesidades de riego en el presente estudio, hay que hacer notar que los cultivos con información cubren la inmensa mayoría de las demandas de la demarcación hidrográfica del Ebro.

El notable volumen de información manejado y las incertidumbres inherentes a este tipo de datos hace que en determinados casos se obtengan valores contrapuestos. Sin embargo, es de destacar la gran concordancia puesta de manifiesto en la gran mayoría de los cultivos analizados, destacando: cebada, trigo, arroz, maíz y alfalfa.

Los datos de agua aplicada disponibles para guisante verde y, especialmente, para el girasol son inferiores a las necesidades de riego calculadas, sin embargo las dotaciones solicitadas en los expedientes de concesión de agua para riego contradicen esta tendencia ya que ofrecen valores ligeramente mayores. Las dotaciones para el ballico son superiores a los datos aportados en las memorias de la Fase 1 del Canal de Navarra pero este único contraste no se considera relevante para la cuenca en su conjunto.

En relación con los leñosos, albaricoquero y melocotonero muestran un buen ajuste entre las necesidades de riego calculadas y registradas en parcela, mientras que, ciruelo, peral y especialmente manzano, tienen

** Estudio de investigación a largo plazo realizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), desde 2005, y que continúa recogiendo y analizando datos hasta la actualidad, en una zona dentro de la comarca agraria de Ejea de Los Caballeros.

** Memorias técnicas anuales de la 1ª Fase del Canal de Navarra

** CSIC, 2006. Martínez-Cob, A., García Vera, M. A., Playán E., Caverro, J. (2006). Recopilación de suministros en cultivos eficientes de la Cuenca del Ebro y comparación con las dotaciones objetivo. Convenio de Colaboración CSIC-CHE. 80 pp

registros en parcela menores a los calculados, y el cerezo mayores. Sin embargo, estas tendencias son contrarias si se consideran los datos de los expedientes en los que el agua solicitada para melocotonero, peral, nectarina y manzano es algo mayor, en valores medios, a la calculada como dotación objetivo en este estudio.

Para la viña, el almendro (incluso en riego deficitario controlado) y especialmente para el olivo se han calculado valores de necesidades de riego que están por encima de los volúmenes registrados en parcelas controladas y en las solicitudes de los expedientes de concesión. En todo caso se considera que las necesidades de riego evaluadas están en consonancia con las tendencias a la intensificación que se están produciendo en estos cultivos.

Para finalizar, el chopo y la encina trufera, también han sido comparados, alcanzando un grado de ajuste aceptable, máxime teniendo en cuenta las circunstancias específicas a las que están sometidos estos cultivos.

Apéndice 8.1

Dotaciones y superficies totales de los cultivos considerados en el estudio del IGME sobre el nitrógeno en la agricultura

En este apéndice se recogen las dotaciones registradas (D_{Reg}) en las parcelas del estudio del IGME sobre el nitrógeno en la agricultura y las superficies de los cultivos por año.

Cultivo	Código	Año	Superficie (m ²)	D_{Reg} (m ³ /ha año)
Barbecho	-	2006	883.461	-
Barbecho	-	2007	337.702	-
Barbecho	-	2008	241.160	-
Barbecho	-	2009	357.695	-
Barbecho	-	2010	217.369	-
Barbecho	-	2011	217.369	-
Barbecho	-	2012	217.369	77
Otros cultivos	-	2017	101.954	6.111
Otros cultivos	-	2018	101.954	6.282
Otros cultivos	-	2019	101.954	5.803
Otros cultivos	-	2023	295.198	4.912
ALFALFA	2-044-00	2019	201.405	9.506
ALFALFA	2-044-00	2020	201.405	6.857
ALFALFA	2-044-00	2021	201.405	8.113
ALFALFA	2-044-00	2022	201.405	11.151
ALFALFA	2-044-00	2023	208.346	7.661
ALMENDRO	3-055-00	2010	116.535	-
ALMENDRO	3-055-00	2011	116.535	1.970
ALMENDRO	3-055-00	2012	116.535	2.741
ALMENDRO	3-055-00	2013	116.535	3.099
ALMENDRO	3-055-00	2014	116.535	4.747
ALMENDRO	3-055-00	2015	116.535	4.756
ALMENDRO	3-055-00	2016	116.535	4.665
ALMENDRO	3-055-00	2017	116.535	4.909
ALMENDRO	3-055-00	2018	116.535	5.864
ALMENDRO	3-055-00	2019	116.535	6.140
ALMENDRO	3-055-00	2020	116.535	1.144
ALMENDRO	3-055-00	2021	116.535	5.188
ALMENDRO	3-055-00	2022	116.535	5.190
ALMENDRO	3-055-00	2023	116.535	6.853
BROCOLI	1-009-01	2006	182.692	1.385
BROCOLI	1-009-01	2023	96.542	4.670
BROCOLI MAIZ	-	2008	103.483	7.039
BROCOLI MAIZ	-	2014	99.518	8.632
BROCOLI PUERRO	-	2022	101.954	8.801
BROCOLI TOMATE	-	2010	103.483	7.602
BROCOLI TOMATE	-	2016	99.518	7.870
CEBADA	1-012-00	2010	96.542	7.509
CEBADA	1-012-00	2017	186.967	3.276
CEBADA	1-012-00	2018	323.334	2.165
CEBADA	1-012-00	2019	108.474	1.644
CEBADA	1-012-00	2020	205.767	1.221
CEBADA	1-012-00	2021	132.265	3.540
CEBADA	1-012-00	2023	96.891	7.472
CEBADA BROCOLI	-	2013	99.518	3.411
CEBADA BROCOLI	-	2015	99.518	4.389
CEBADA GIRASOL	-	2012	96.891	9.369
CEBADA GIRASOL	-	2016	193.806	7.214
CEBADA GIRASOL	-	2017	115.313	7.331
CEBADA MAIZ	-	2015	96.891	7.879
CEBADA MAIZ	-	2016	96.891	8.775

Cultivo	Código	Año	Superficie (m ²)	D _{Reg} (m ³ /ha año)
CEBADA MAIZ	-	2017	99.518	9.492
CEBADA MAIZ	-	2020	115.313	8.534
CEBADA MAIZ	-	2023	99.518	5.210
CEBADA PUERRO	-	2015	96.542	7.461
CEBADA PUERRO	-	2019	182.692	6.650
CEBADA SOJA	-	2021	96.891	6.268
CEBOLLA	1-013-00	2008	111.823	7.826
CEBOLLA	1-013-00	2009	70.869	8.194
CEBOLLA	1-013-00	2013	211.957	5.514
CEBOLLA	1-013-00	2014	297.289	6.678
CEBOLLA	1-013-00	2015	295.760	6.041
CEBOLLA	1-013-00	2016	210.428	9.913
CEBOLLA	1-013-00	2017	96.891	6.711
CEBOLLA	1-013-00	2019	181.976	6.525
CEBOLLA	1-013-00	2021	103.483	5.610
CEBOLLA	1-013-00	2023	108.474	4.267
GIRASOL	1-022-01	2012	132.265	4.704
GIRASOL	1-022-01	2015	108.474	2.595
GIRASOL	1-022-01	2023	78.493	11.558
GUISANTE BROCOLI	-	2020	101.954	4.427
GUISANTE BROCOLI	-	2021	101.954	8.368
GUISANTE GIRASOL	-	2020	108.474	3.941
GUISANTE JUDIA	-	2018	115.313	5.635
GUISANTE JUDIA	-	2021	115.313	6.467
GUISANTE JUDIA	-	2022	108.474	6.179
GUISANTE MAIZ	-	2008	99.518	10.874
GUISANTE MAIZ	-	2010	182.692	11.119
GUISANTE MAIZ	-	2012	115.313	6.737
GUISANTE MAIZ	-	2014	96.891	11.844
GUISANTE MAIZ	-	2015	112.506	8.775
GUISANTE MAIZ	-	2019	115.313	8.534
GUISANTE MAIZ	-	2022	96.891	12.579
GUISANTE PUERRO	-	2010	115.313	5.289
GUISANTE PUERRO	-	2011	182.692	8.638
GUISANTE PUERRO	-	2013	70.869	8.374
MAIZ	1-030-01	2006	175.384	6.568
MAIZ	1-030-01	2007	783.335	9.173
MAIZ	1-030-01	2008	571.994	7.508
MAIZ	1-030-01	2009	612.948	8.840
MAIZ	1-030-01	2010	331.110	7.719
MAIZ	1-030-01	2011	624.434	7.925
MAIZ	1-030-01	2012	447.376	10.206
MAIZ	1-030-01	2013	730.353	6.884
MAIZ	1-030-01	2014	458.548	8.026
MAIZ	1-030-01	2015	206.483	7.575
MAIZ	1-030-01	2016	318.989	8.025
MAIZ	1-030-01	2017	112.506	5.555
MAIZ	1-030-01	2018	112.506	5.557
MAIZ	1-030-01	2019	112.506	7.327
MAIZ	1-030-01	2020	212.024	7.942
MAIZ	1-030-01	2021	373.691	7.830
MAIZ	1-030-01	2022	512.795	9.463
MAIZ	1-030-01	2023	115.313	6.798
PUERRO (OT)	1-034-02	2015	104.863	3.679

Cultivo	Código	Año	Superficie (m ²)	D _{Reg} (m ³ /ha año)
PUERRO (OT)	1-034-02	2018	70.869	763
PUERRO (OT)	1-034-02	2019	99.518	7.613
PUERRO (OT)	1-034-02	2021	99.518	4.296
PUERRO (PR)	1-034-01	2011	200.025	7.927
PUERRO GIRASOL	-	2016	104.863	5.095
PUERRO MAIZ	-	2014	70.869	10.277
PUERRO MAIZ	-	2020	182.692	11.187
PUERRO PUERRO	-	2016	96.542	5.703
PUERRO TOMATE	-	2018	111.823	12.571
PUERRO TOMATE	-	2022	99.518	6.996
PUERRO TOMATE	-	2023	101.954	10.380
RAYGRASS MAIZ	-	2020	96.891	10.685
TOMATE	1-040-00	2006	99.518	4.764
TOMATE	1-040-00	2007	116.535	6.065
TOMATE	1-040-00	2008	213.077	8.878
TOMATE	1-040-00	2009	196.060	6.999
TOMATE	1-040-00	2010	99.518	5.007
TOMATE	1-040-00	2012	215.306	8.573
TOMATE	1-040-00	2013	111.823	6.019
TOMATE	1-040-00	2014	96.542	10.504
TRIGO	1-041-00	2010	78.493	3.952
TRIGO	1-041-00	2014	104.863	1.559
TRIGO	1-041-00	2015	103.483	2.607
TRIGO	1-041-00	2016	103.483	1.357
TRIGO	1-041-00	2017	414.829	6.531
TRIGO	1-041-00	2018	388.721	1.517
TRIGO	1-041-00	2019	120.682	5.500
TRIGO	1-041-00	2022	103.483	3.305
TRIGO	1-041-00	2023	23.791	3.712
TRIGO BROCOLI	-	2007	103.483	3.725
TRIGO BROCOLI	-	2009	103.483	5.420
TRIGO MAIZ	-	2017	96.542	9.667

Apéndice 8.2

Dotaciones y superficies totales de los cultivos considerados
en las memorias anuales de la Fase 1 del Canal de Navarra

En este apéndice se recogen las dotaciones registradas (D_{Reg}) en las parcelas de los expedientes del Canal de Navarra y las superficies de los cultivos por año.

Cultivo	Código	Año	Superficie (ha)	D_{Reg} (m ³ /ha año)
CEREAL DE INVIERNO	-	2012	3.641	1.543
COLZA	1-017-00	2012	31	595
ESPARRAGO	1-019-00	2012	96	3.772
GIRASOL	1-022-01	2012	394	3.485
GUISANTE	1-024-00	2012	402	1.687
JUDIA	1-027-02	2012	371	3.992
MAIZ	1-030-01	2012	8.359	7.129
OLIVO	3-053-00	2012	519	3.047
PATATA	1-032-03	2012	24	3.726
PIMIENTO	1-033-00	2012	156	5.592
VIÑA	3-063-00	2012	2.239	2.119
RAY-GRASS	2-048-00	2012	247	1.596
ALFALFA	2-044-00	2012	193	7.871
HABA	1-025-00	2012	702	598
PRADERA	2-046-00	2012	104	5.132
REMOLACHA	1-035-00	2012	94	9.525
SOJA	1-038-00	2012	7	4.422
SORGO	1-039-00	2012	10	4.918
BROCOLI	1-009-01	2012	184	3.523
TOMATE	1-040-00	2012	546	5.721
ESCAROLA	1-018-02	2012	56	3.134
COLIFLOR	1-016-01	2012	30	3.395
AROMATICAS	-	2012	30	892
CEBOLLA	1-013-00	2012	71	5.744
ALCACHOFA	1-003-01	2012	8	2.755
CARDO	1-011-00	2012	37	4.282
ENDIVIA	1-089-00	2012	25	6.558
ESPINACA	1-020-01	2012	61	1.577
CEREAL DE INVIERNO	-	2018	4.712	763
COLZA	1-017-00	2018	867	1.544
ESPARRAGO	1-019-00	2018	243	2.857
GIRASOL	1-022-01	2018	1.217	2.933
GUISANTE	1-024-00	2018	1.036	1.146
JUDIA	1-027-02	2018	702	3.412
MAIZ	1-030-01	2018	6.190	5.973
OLIVO	3-053-00	2018	646	2.489
PIMIENTO	1-033-00	2018	253	5.930
VIÑA	3-063-00	2018	2.353	1.633
ALFALFA	2-044-00	2018	443	6.451
SOJA	1-038-00	2018	39	5.221
CARDO	1-011-00	2018	10	3.393
GARBANZOS	1-072-00	2018	7	43
NOGALES	3-061-00	2018	37	2.171
PRADERA	2-046-00	2018	109	4.574
RAY-GRASS	2-048-00	2018	235	867
REMOLACHA	1-035-00	2018	387	7.925
SORGO	1-039-00	2018	46	3.058
ACHICORIA	1-114-00	2018	18	2.999
ALMENDROS	3-055-00	2018	103	1.424
BROCOLI	1-009-01	2018	573	3.336
ESPINACA	1-020-01	2018	207	2.546

Cultivo	Código	Año	Superficie (ha)	D _{Reg} (m ³ /ha año)
HABA	1-025-00	2018	511	1.125
TOMATE	1-040-00	2018	553	4.896
ESCAROLA	1-018-02	2018	83	4.338
AROMATICAS	-	2018	35	2.527
ALCACHOFA	1-003-01	2018	8	7.924
BERENJENA	1-007-00	2018	4	6.017
CALABACIN	1-010-00	2018	8	1.593
CALABAZA	1-087-00	2018	6	3.346
CEBOLLA	1-013-00	2018	146	4.342
ENDIVIA	1-089-00	2018	50	4.815
PATATA	1-032-03	2018	43	4.692
ZANAHORIA	1-098-00	2018	6	9.180
LUPULO	1-081-00	2018	6	4.158
ACELGA	1-001-01	2018	10	4.786
CEREAL DE INVIERNO	-	2021	4.534	1.764
GIRASOL	1-022-01	2021	1.168	3.246
JUDIA	1-027-02	2021	803	3.062
MAIZ	1-030-01	2021	7.146	5.751
OLIVO	3-053-00	2021	742	2.594
PATATA	1-032-03	2021	47	4.453
PIMIENTO	1-033-00	2021	182	4.731
REMOLACHA	1-035-00	2021	73	8.439
SOJA	1-038-00	2021	18	2.786
VIÑA	3-063-00	2021	2.353	1.550
ESPARRAGO	1-019-00	2021	124	2.383
ALFALFA	2-044-00	2021	301	5.524
ALMENDROS	3-055-00	2021	231	2.333
COLZA	1-017-00	2021	781	2.086
GUISANTE	1-024-00	2021	1.289	2.018
HABA	1-025-00	2021	699	2.111
LENTEJAS	1-074-00	2021	7	590
NOGALES	3-061-00	2021	37	3.415
PRADERA	2-046-00	2021	79	5.176
RAY-GRASS	2-048-00	2021	209	3.441
ACHICORIA	1-114-00	2021	12	2.331
BROCOLI	1-009-01	2021	505	2.338
ESPINACA	1-020-01	2021	225	1.975
TOMATE	1-040-00	2021	597	5.171
CALABAZA	1-087-00	2021	33	2.426
ARROZ	3-061-00	2021	12	13.959
ESCAROLA	1-018-02	2021	76	4.006
LECHUGA	3-061-00	2021	3	4.601
AROMATICAS	-	2021	26	2.106
ALCACHOFA	1-003-01	2021	9	1.996
CEBOLLA	1-013-00	2021	126	5.728
ENDIVIA	1-089-00	2021	55	5.083
LUPULO	1-081-00	2021	6	3.574
CEREAL DE INVIERNO	-	2022	4.309	2.104
ESPARRAGO	1-019-00	2022	224	2.618
GIRASOL	1-022-01	2022	1.446	4.378
GUISANTE	1-024-00	2022	856	1.484
JUDIA	1-027-02	2022	605	3.764
MAIZ	1-030-01	2022	7.698	6.841
OLIVO	3-053-00	2022	745	3.460

Cultivo	Código	Año	Superficie (ha)	D _{Reg} (m ³ /ha año)
PIMIENTO	1-033-00	2022	182	6.861
REMOLACHA	1-035-00	2022	181	8.010
VIÑA	3-063-00	2022	2.327	2.097
ALFALFA	2-044-00	2022	219	7.017
ALMENDROS	3-055-00	2022	244	2.449
COLZA	1-017-00	2022	853	2.243
NOGALES	3-061-00	2022	37	4.504
PRADERA	2-046-00	2022	65	6.339
RAY-GRASS	2-048-00	2022	222	3.135
TOMATE	1-040-00	2022	545	5.967
HABA	1-025-00	2022	710	1.731
BROCOLI	1-009-01	2022	488	2.759
COLIFLOR	1-016-01	2022	5	5.498
GARBANZOS	1-072-00	2022	5	1.674
ZANAHORIA	1-098-00	2022	15	5.949
ESPINACA	1-020-01	2022	176	3.280
LECHUGA	3-061-00	2022	10	2.208
AROMATICAS	-	2022	26	2.991
BERENJENA	1-007-00	2022	4	9.402
ACELGA	1-001-01	2022	15	1.528
CALABAZA	1-087-00	2022	47	3.306
CEBOLLA	1-013-00	2022	133	4.666
ENDIVIA	1-089-00	2022	50	6.871
ESCAROLA	1-018-02	2022	44	4.405
PATATA	1-032-03	2022	11	6.273
CALABACIN	1-010-00	2022	3	3.879
LUPULO	1-081-00	2022	6	3.713