

# ESTUDIO DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LA ZONA REGABLE DE “ELS CANALS D’URGELL” QUE ASEGUREN UNA PRODUCCIÓN ESTABLE Y SOSTENIBLE.

Programa Uso Eficiente del Agua en Agricultura (IRTA)

*(Febrero, 2025)*



## Contenido

Equipo de Trabajo .....	iii
Resumen Ejecutivo .....	1
1. Introducción .....	4
2. Determinación de las zonas edafoclimáticas de la zona de los Canals d’Urgell .....	6
Criterios generales de zonificación .....	6
1. Determinación de similitudes edáficas por características físicas de los suelos .....	6
Determinación de las propiedades hídricas de los diferentes suelos .....	7
Determinación del clima de cada zona edáfica .....	11
2. Cultivos más representativos de la zona que se han utilizado en la caracterización de la demanda hídrica.....	14
3. Identificación de los años característicos de las tipologías Año Húmedo, Año Medio y Año Seco.....	18
Caracterización de los años climáticos hidrológicos de cada estación. ....	18
4. Metodología de los cálculos para determinar los requerimientos de agua de los cultivos.....	21
Requerimientos hídricos .....	21
Requerimientos de riego .....	22
Reservas de agua en suelo .....	23
Primer día de riego .....	26
Descripción del procedimiento de utilización de reservas de agua en el suelo .....	26
Descripción de los criterios de manejo de los diferentes sistemas de riego que se contemplan en el estudio. ....	30
Criterios para la gestión del riego en función de la disponibilidad de agua en el suelo. ....	32
Descripción de los criterios de manejo de los diferentes sistemas de riego que se contemplan en el estudio. ....	33
Procesado de datos.....	34
Presentación de resultados. ....	35
5. Resultados.....	41
Análisis por Cultivos.....	41
El Melocotonero .....	42
El Almendro .....	45
El Manzano .....	48
El Peral .....	51
El Nogal.....	54
El Olivo.....	57
La Viña .....	60

*Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.*

<i>El Maíz</i> .....	63
<i>La Alfalfa</i> .....	66
<i>El Girasol</i> .....	69
<i>La Soja</i> .....	72
<i>Doble Cosecha</i> .....	75
<i>El Trigo (Cereal de Invierno)</i> .....	78
Análisis Global.....	81
6. Comentarios.....	83
Como afecta la distribución de cultivos a la demanda de recursos hídricos. Análisis de sensibilidad.....	83
El Cambio Climático .....	85
7. Conclusiones.....	87
Referencias: .....	88
Anejo.....	89

## Equipo de Trabajo

Dr. Joan Girona Gomis (Coordinador)<sup>(1)</sup>

Dr. Jordi Oliver Manera<sup>(1)</sup>

Dr. Victor Blanco Montoya<sup>(1)</sup>

Sra. Mercè Mata Solà<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> IRTA - Programa Uso Eficiente del Agua en Agricultura  
Edifici FruitCentre  
Lleida.

*Agradecimientos: Al Sr. Magí Pamies-Sans<sup>(1)</sup> por facilitarnos los datos de la DUN 2022 distribuidos por colectividad de riego*

## Resumen Ejecutivo

El agua es un elemento esencial para la agricultura y para la producción de alimentos, y en consecuencia, que los cultivos dispongan de esta agua en el momento, lugar y cantidad adecuados es imprescindible para asegurar la viabilidad productiva de los mismos.

Bajo esta premisa, y encontrándose la Comunitat General de Regants dels Canals d’Urgell en un momento clave e histórico de su evolución, no tan solo por el proceso de modernización del regadío que han iniciado, sino también porque éste coincide con una nueva fase de Revisión Hidrológica de la Cuenca del Ebro. Además, estamos frente a un escenario de Cambio Climático que está variando de forma sustancial las demandas hídricas de los cultivos, la Comunitat general de Regants dels Canals d’Urgell ha encargado al IRTA un estudio de los requerimientos hídricos de la zona regable de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Para realizar este trabajo se ha caracterizado edáfica y climáticamente el área de estudio y se han definido 9 zonas, cada una de ellas con tres tipos de suelo y tres años climáticos típicos (seco, medio y húmedo) específicos de cada zona.

Se han identificado 13 cultivos que representan más del 95% de la superficie cultivada y se han considerado tres sistemas de riego.

Al combinar todas las variables se dispone de: 3 sistemas de riego x 3 años climáticos tipo x 3 tipologías de suelo x 9 Zonas = 243 casos por cultivo. Dados que se pretende evaluar 13 cultivos x 243 casos por cultivo = 3159 casos de estudio. 3159 escenarios son los que se han analizado en este estudio.

Para el análisis de cada escenario se ha utilizado básicamente el método del balance hídrico donde se han determinado los requerimientos hídricos del cultivo día a día ( $ET_c = ET_o \times K_c \times K_s$ ). En base a la pluviometría se ha evaluado la precipitación efectiva ( $P_{eff}$ ) y la demanda de riego ( $DR = ET_c - P_{eff} \pm \Delta_{agua\ suelo}$ ). La cuantificación de la variación del agua en el suelo se ha realizado en base a una caracterización hídrica de todos los suelos y evaluando su capacidad de almacenaje. Cuando el agua disponible en el suelo ha sido inferior al nivel mínimo de agua fácilmente utilizable por la planta, se ha utilizado el  $K_s$  (coeficiente de déficit) que limita la capacidad de absorción de agua por la planta y por consiguiente la capacidad evapotranspirativa de ésta ( $ET_c$ ).

Al final, se dispone de una caracterización completa del escenario estudiado donde, de la extensa información disponible, es altamente significativo: 1) la figura de la evaluación estacional del contenido de agua en el suelo, 2) La demanda total estacional de agua por parte del cultivo ( $ET_c$ ), 3) Los requerimientos de agua de riego a pie de parcela y 4) la productividad esperada en función del agua disponible.

Con los 3159 escenarios estudiados se hace agrupación de resultados por cultivo y en concreto el resumen de los requerimientos brutos de riego (agua a nivel de parcela). Asumiendo que es imposible sacar conclusiones de tanta información se agrupan los tres tipos de suelo de cada zona, y finalmente se hace la media de años medio y seco como número representativo de la demanda de agua para cada sistema de riego, zona y cultivo.

Para determinar la demanda de agua de una zona hay que definir que cultivos son los representativos de ésta, y para definirlos se han utilizado los datos de la DUN del 2022 para definir una distribución de cultivos inicial. Así mismo se han definido los criterios de asignación de tipologías de riego para cada cultivo.

Sabiendo el número de hectáreas de un cultivo en cada zona se procede a determinar el volumen de agua (Hm<sup>3</sup>) que se requiere. Esta información permite calcular la dotación media de agua por ha (m<sup>3</sup>/ha y año).

Cuando se dispone de esta información para todos los cultivos se puede determinar la demanda total (Hm<sup>3</sup>) y la dotación media (m<sup>3</sup>/ha y año) para el conjunto de Canals d’Urgell.

Para conocer cuál sería la demanda en 2040 (fecha prevista de finalización de la modernización de Canals d’Urgell) se ha definido un potencial mapa de cultivos, así como la asignación de sistemas de riego acordes con la modernización y se ha seguido el mismo procedimiento enumerado anteriormente para la situación actual de partida.

Todo este proceso culmina con un dibujo de la demanda de agua a pie de parcela en la situación actual (632 Hm<sup>3</sup>) y la demanda de agua en el 2040 (470 Hm<sup>3</sup>) (Tabla 0.1), lo que representa una reducción del 25.7% de demanda de agua a pie de parcela. Las dotaciones (demandas teóricas de riego a pie de parcela) medias pasan de 9195 m<sup>3</sup>/ha y año en la actualidad a 6833 m<sup>3</sup>/ha y año en el 2040 con un sistema Canals d’Urgell totalmente optimizado.

**Tabla 0.1.** Resumen Global de los requerimientos hídricos en los dos escenarios estudiados.

Cultivo	Situación Actual			Escenario 2040		
	Superficie	Dotación		Superficie	Dotación	
# Denominación	(ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(Hm <sup>3</sup> )	(ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(Hm <sup>3</sup> )
1 Melocotonero	1495	8956	13.39	2749	6936	19.07
2 Almendro	2070	10402	21.53	5499	8006	44.02
3 Manzano	4945	10580	52.32	8248	6362	52.47
4 Peral	4359	10765	46.92	4124	6224	25.67
5 Nogal	238	8832	2.10	4124	8239	33.98
6 Olivo	461	10460	4.82	8248	6149	50.72
7 Viña	125	2115	0.27	4124	1950	8.04
8 Maiz	15046	11150	167.76	10310	8005	82.54
9 Alfalfa	13403	11689	156.66	1375	9365	12.87
10 Girasol	44	9183	0.41	3437	6198	21.30
11 Soja	556	8084	4.50	2062	5204	10.73
12 Doble_Cosecha	7152	11693	83.63	6874	9831	67.58
13 Trigo	17041	3588	61.14	3437	3633	12.49
<b>Totales Estudio</b>	<b>66,936</b>		<b>615.45</b>	<b>64,612</b>		<b>441.48</b>
<b>Totales Equivalentes Zona</b>	<b>68,736</b>	<b>9195</b>	<b>632.00</b>	<b>68,736</b>	<b>6833</b>	<b>469.66</b>
<b>(% Superficie Estudiada)</b>	<b>97.4%</b>			<b>94.0%</b>		

Adicionalmente este salto de la actualidad al 2040 supone una mejora del 11.1% en la productividad global de la zona.

Dado que estos resultados son altamente dependientes de la distribución de cultivos que se suponga para el 2040, se han analizado diferentes alternativas y en una gran mayoría de ellas la demanda era muy parecida a la actual y tan solo en una distribución de cultivo con predominancia de forrajeros y herbáceos grano, la demanda ascendía a 510 Hm<sup>3</sup>.

Asumiendo que el cambio climático afectará de forma considerable la demanda de agua de los cultivos, se han analizado unos pocos casos (maíz en riego por aspersión y riego localizado) y se ha observado un incremento del 11.2% de la demanda de agua de riego a nivel de parcela.

Este trabajo pone de manifiesto que la modernización de Canals d’Urgell ayudará a la reducción de la demanda de agua de riego y a la sostenibilidad de la agricultura que en este ámbito se practique. Aporta, como resultado de aplicar una metodología precisa, toda la información necesaria (base de datos elaborados) para analizar escenarios futuros.

## 1. Introducción

El mayor reto al que se enfrenta hoy en día la agricultura, y que persistirá durante las próximas décadas, es garantizar la producción sostenible de alimentos seguros y de calidad en un escenario de incertidumbre económica, logística y climática. Para superar este reto, y con una demanda de alimentos cada vez mayor, la agricultura debe aumentar su productividad. El cambio más efectivo para conseguir este necesario aumento consiste en transformar parte de la superficie de cultivo que se encuentra en secano a regadío y tecnificar el uso de los recursos disponibles, principalmente el agua, modernizando los sistemas de regadío para optimizar su eficiencia.

El agua es un recurso esencial para la producción de alimentos. La transpiración de las plantas está directamente relacionada con su producción. Esta fuerte relación se explica a partir del estudio de la respuesta fisiológica de los cultivos, y en ella, los estomas, aberturas microscópicas situadas en el envés de las hojas que se encargan de controlar el intercambio de gases (agua y dióxido de carbono) entre la atmósfera y la planta, juegan un papel fundamental. Ante situaciones de estrés hídrico, el intercambio gaseoso de la planta se ve reducido. Cuando la humedad del suelo es muy baja, las plantas, para evitar la pérdida de agua, disminuyen su transpiración cerrando sus estomas. Este cierre estomático, que supone una adaptación de la planta a las condiciones de sequía, tiene como consecuencia una menor entrada de dióxido de carbono necesario para la fotosíntesis. Esta limitación en la fotosíntesis impacta directamente en la capacidad de la planta para producir carbohidratos y por lo tanto va a disminuir su tasa de crecimiento y su cosecha. La relación entre transpiración (liberación de vapor de agua desde la planta a la atmósfera) y fotosíntesis (absorción de dióxido de carbono) determinará la producción de la planta. Así, la regulación estomática, estará controlada en gran medida por el estado hídrico de la planta. Plantas con disponibilidad de agua en el suelo podrán mantener sus estomas abiertos y una tasa fotosintética óptima y continuada durante su ciclo, lo que tendrá como resultado un mejor desarrollo, mayor crecimiento y rendimiento. Esta respuesta fisiológica de los cultivos se ve traducida en diferencias productivas tan evidentes como que una hectárea de cultivos en regadío produce hasta 6 veces más que una de secano en un escenario de sequía como el actual, pero en años de sequía extrema, una hectárea de regadío puede llegar a producir lo mismo que 40 hectáreas de secano. Esta relación entre producción de un cultivo y agua transpirada se conoce como función de producción del agua. Esta función modeliza el potencial productivo de los cultivos y aunque es individual y diferente para cada cultivo, es aplicable a todos, herbáceos anuales, hortícolas y frutales, y presenta la misma evolución aumentando la cosecha cuando la planta no ve limitada su transpiración, no se encuentra en situaciones de estrés hídrico. Este efecto de la disponibilidad de agua para la planta en el incremento de su cosecha tiene también un impacto social. Así, la renta de un agricultor de regadío es 4 veces superior a la de un agricultor de secano, consiguiendo la agricultura de regadío una mayor fijación de población en entornos rurales, mayor creación de empleo y menor abandono de tierra. A nivel global, la agricultura de regadío produce el 40 % de los alimentos del mundo en el 20 % de la tierra cultivada, y para ello utiliza el 70 % del agua dulce disponible. A nivel nacional, el 65 % de la producción vegetal española proviene de la agricultura de regadío la cual ocupa el 23 % de la superficie de cultivo total del país y utiliza junto con la ganadería el 80 % del agua. Estos datos demuestran que el regadío es la base de la agricultura en España,



y que su competitividad y sostenibilidad futura dependerán de poder asegurar dotaciones hídricas suficientes para la producción de alimentos en los escenarios de cambio climático que la amenazan. En este sentido, la agricultura española también tiene la obligación de invertir en la modernización de los sistemas de regadío que emplea para mejorar la eficiencia en el uso del agua, particularmente en esas regiones vulnerables al cambio climático donde la disponibilidad de agua es cada vez menor.

El cambio climático ha provocado alteraciones significativas en los patrones de precipitación, aumentando la variabilidad en la disponibilidad de agua para la agricultura. En muchas regiones, fenómenos meteorológicos extremos como las olas de calor y las sequías son cada vez más frecuentes e intensos, limitando el agua que puede utilizar la agricultura, a la par que aumentando la demanda hídrica de los cultivos. Temperaturas más elevadas provocan un incremento en la transpiración de las plantas y por lo tanto una mayor necesidad de agua para poder desarrollarse y producir, además también provocan una mayor evaporación del agua en el suelo, reduciendo la eficiencia del riego, principalmente el no tecnificado (inundación). Estas condiciones amenazan la producción agrícola y ponen en riesgo la estabilidad económica de las comunidades en zonas rurales. Por ello, es imprescindible garantizar que la agricultura disponga de agua suficiente y de calidad para que su productividad no se vea penalizada y continúe siendo un garante del abastecimiento de alimentos. Además, es necesario también invertir en asegurar que existen medios al alcance de los agricultores que les permitan aumentar la eficiencia en el uso del agua, como es promover programas de financiamiento para la modernización de sistemas de riego, fomentar el conocimiento sobre técnicas de riego eficiente y la adopción de tecnologías que aumenten la productividad del agua.

Una vez garantizado que la agricultura de regadío dispone de las dotaciones de agua necesarias para la producción de alimentos, se debe prestar atención en aumentar la eficiencia de este recurso, lo que implica optimizar la cantidad de agua utilizada para maximizar la producción de alimentos, reduciendo al mínimo las pérdidas. Para aumentar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura de regadío, es imprescindible implementar estrategias como la adopción de tecnologías de riego eficientes como el riego por aspersión de alta eficiencia o el riego por goteo que en comparación con el riego por inundación proporcionan el agua en forma localizada simulando una lluvia en el primer caso, o aplicando agua exclusivamente en la zona donde se encuentran las raíces del cultivo en el segundo caso. Conseguir conservar los recursos hídricos manteniendo la producción de alimentos conlleva numerosos beneficios como reducir la extracción de agua de fuentes naturales, protegiendo acuíferos y caudales ecológicos, y aumentar la sostenibilidad económica y ambiental de la explotación, mitigando los efectos del cambio climático sobre la producción.

## 2. Determinación de las zonas edafoclimáticas de la zona de los Canals d’Urgell

### Criterios generales de zonificación

Las diferentes ramificaciones del canal principal y canal auxiliar que componen los Canales de Urgell (Figura 1A) dividen el área regable en 21 colectividades (Figura 1B). Aunque las diferentes colectividades ya suponen zonas con cierta similitud edáfica, para simplificar el estudio se agruparon diferentes colectividades en función de similitudes edafoclimáticas intentando respetar al máximo los límites geográficos de las colectividades y que estas no quedaran partidas en diferentes zonas.

La determinación de las zonas edáficas que permiten agrupar colectividades en función de sus características edáficas se realizó siguiendo las series de suelos descritas en el Mapa de Sòls de Catalunya 1:25000 (MSC25M) realizado por el Institut Cartogràfic de Catalunya (<https://www.icgc.cat/ca/Territori-sostenible/Sols/Mapa-de-sols-125000-continu>) y que cubre la práctica totalidad del área regable de los canales. El nivel jerárquico de serie de un suelo es el nivel descriptivo de homogeneidad de suelos más preciso en un mapa de suelos (SSS, 1999).

La determinación climática de cada zona se realizó mediante el estudio de datos de series climáticas de 11 años (2013-2023) extraídas de las estaciones climáticas del Servei Meteorològic de Catalunya (<https://www.meteo.cat/>) más representativas de cada zona.

### 1. Determinación de similitudes edáficas por características físicas de los suelos

Mediante el algoritmo estadístico de similitud *k-means clustering* del paquete *Real Statistics* (<https://real-statistics.com/>) de Microsoft Excel (versión 2410 Build 16. 0. 18129. 20100) (Microsoft Corporation) se determinaron 9 agrupaciones de colectividades. Dichas agrupaciones se obtuvieron en función de los parámetros edafológicos más determinantes con relación a la capacidad de retención de agua de los suelos (profundidad efectiva, textura y elementos gruesos). Al tratarse de una zona con muy poca pendiente, este parámetro se omitió del análisis. El resultado de la agrupación edafológica se puede observar en la Figura 1.2. Se emitió del estudio la colectividad 21 al considerar su poca extensión y al tratarse de una casuística agronómica poco representativa.

Para la determinación final de los diferentes suelos en cada zona se utilizaron aquellas características correspondientes a las 8 series de suelos con mayor representatividad en

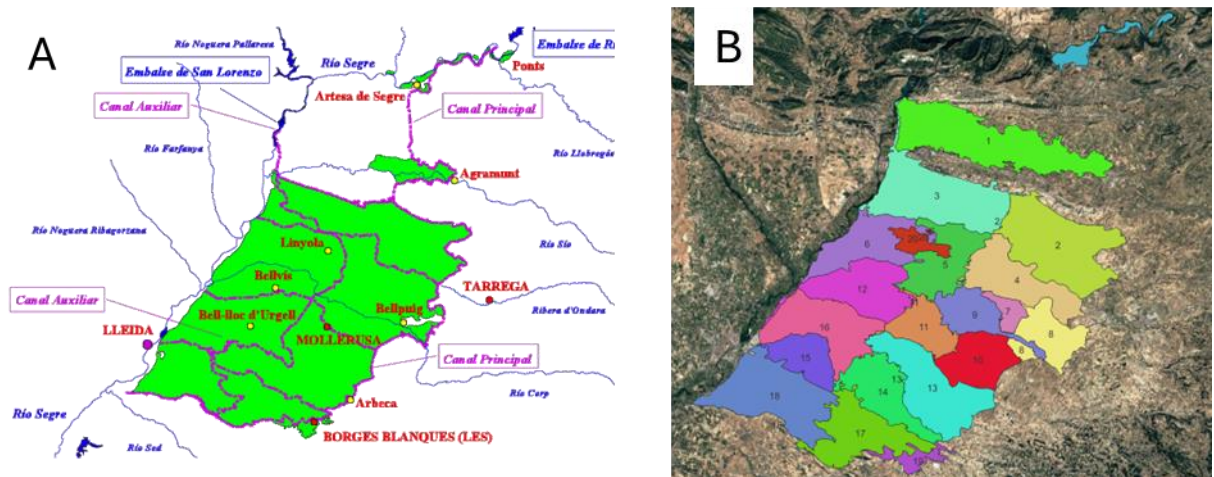
cada zona (mínimo > 65% de la superficie de cada zona). Los resultados se resumen en la Tabla 1.1.

## Determinación de las propiedades hídricas de los diferentes suelos

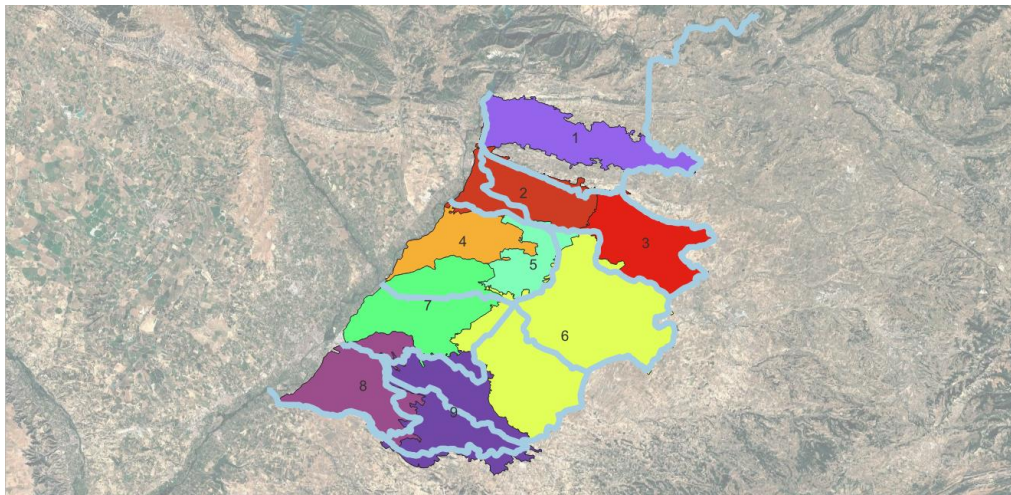
Las curvas hídricas de los suelos se determinaron mediante el modelo hidrológico SPAW (Saxton y Wiley, 2006). El modelo SPAW permite la estimación de la conductividad hidráulica de saturación y la determinación de las curvas características a partir de la textura del suelo, la conductividad eléctrica, el contenido en elementos gruesos (partículas minerales con diámetro superior a 2 mm), la capacidad del suelo y el contenido en materia orgánica. La mayoría de los suelos de la zona de los Canals d’Urgell presenta una conductividad eléctrica < a 2 dS/m, por lo que la conductividad eléctrica se fijó a 1 dS/m para la modelización de todos los suelos. A pesar de que el contenido en materia orgánica puede moverse entre el 1 % y 4 % en las capas superficiales y entre el 0,5 % y el 2% en horizontes más profundos, el contenido en materia orgánica se fijó a 2 % en peso para todas las simulaciones. No se contemplaron escenarios de suelos compactados. El output de modelo proporciona la conductividad hidráulica en el punto de saturación y los contenidos volumétricos de agua en el suelo en condiciones de saturación, capacidad de campo (potencial matricial del suelo de 0,33 bar) y punto de marchitez permanente (potencial matricial del suelo de 15 bar). Además, mediante el modelo se simulan las curvas de conductividad hidráulica y características del suelo (relación entre tensión y contenido volumétrico de agua en el suelo). A partir de las curvas características se estimó el contenido volumétrico de agua a distintos potenciales matriciales del suelo: 0.3 bar, 1 bar, 2 bar, 3,5 bar, 5 bar y 10 bar. El contenido de agua disponible en el suelo para las plantas (mm/m) se determinó como el agua disponible entre capacidad de campo y punto de marchitez.

En la Tabla 1.2 se pueden observar los resultados de las diferentes simulaciones y en la Tabla 3 la estimación del contenido volumétrico de agua a diferente potencial matricial de suelo para los suelos de cada zona edafoclimática.

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.



**Figura 1.1.** Canal Auxiliar, Canal Principal y sus ramificaciones más importantes de los Canals de Urgell (A) y la división en 21 colectividades (B).



**Figura 1.2.** Resultado de la agrupación por similitud de características edafológicas del área que comprende los Canales de Urgell mediante la técnica estadística de clustering. Cada color indica una zona diferente con una referencia numérica asignada. La línea azul representa la red hidráulica del canal.

**Tabla 1.1.** Características hidráulicas de un suelo franco-arcilloso. Propiedades físicas de cada suelo definido para cada zona edafoclimática.

Zona	Suelo	Profundidad (cm)	Elementos gruesos (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)
1	1.1	50	15	22	58	20
	1.2	70	15	22	58	20
	1.3	120	2.5	24	60	16
2	2.1	50	15	22	58	20
	2.2	70	15	22	58	20
	2.3	120	25	20	45	35
	2.4	120	2.5	23	55	22
3	3.1	50	15	21	54	25
	3.2	70	15	21	54	25
	3.3	120	26	20	45	35
	3.4	120	2.5	24	60	16
	3.5	200	2.5	30	56	14
4	4.1	50	12.5	21	54	25
	4.2	70	12.5	21	54	25
5	5.1	180	2.5	28	56	16
6	6.1	40	20	18	30	52
	6.2	70	20	18	30	52
	6.3	150	5	30	53	17
7	7.1	40	20	18	30	52
	7.2	70	20	18	30	52
	7.3	50	10	22	58	20
	7.4	70	10	22	58	20
	7.5	120	30	20	40	40
	7.6	120	2.5	25	60	15
8	8.1	50	10	20	52	28
	8.2	70	10	20	52	28
	8.3	120	2.5	25	55	20
9	9.1	40	20	19	32	49
	9.2	70	20	19	32	49
	9.3	50	10	20	54	16
	9.4	70	10	20	54	16
	9.5	120	2.5	24	55	21

**Tabla 1.2.** Características hídricas de cada suelo para cada zona como resultado de las simulaciones con el modelo SPAW. CVA = contenido volumétrico de agua; ADP = agua disponible para las plantas en el suelo sin elementos gruesos; K = conductividad hidráulica; sat = saturación; cc = capacidad de campo; pmp = punto de marchitez permanente.

Zona	Suelo	CVA <sub>sat</sub> (%v)	CVA <sub>cc</sub> (%v)	CVA <sub>pmp</sub> (%v)	ADP (mm/m)	K <sub>sat</sub> (mm/día)
1	1.1	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	1.2	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	1.3	49	34.1	15.8	180	226.32
2	2.1	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	2.2	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	2.3	46.5	29	13.7	150	351.12
	2.4	48.2	32.7	15.3	170	251.04
3	3.1	47.7	31.4	14.2	170	292.56
	3.2	47.7	31.4	14.2	170	292.56
	3.3	46.5	29	13.7	150	351.12
	3.4	49	34.1	15.8	180	226.32
	3.5	49.9	36.2	18.9	170	163.92
4	4.1	47.7	31.4	14.2	170	292.56
	4.2	47.7	31.4	14.2	170	292.56
5	5.1	49.4	35.3	17.9	170	183.84
6	6.1	24.6	24.6	12.6	120	506.16
	6.2	24.6	24.6	12.6	120	506.16
	6.3	49.4	35.8	19	170	165.12
7	7.1	44.8	24.6	12.6	120	506.16
	7.2	44.8	24.6	12.6	120	506.16
	7.3	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	7.4	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	7.5	45.9	28	13.7	140	371.76
	7.6	49.3	34.6	16.3	180	213.84
8	8.1	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	8.2	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	8.3	48.6	33.7	16.3	170	219.84
9	9.1	44.8	24.6	12.6	120	506.16
	9.2	44.8	24.6	12.6	120	506.16
	9.3	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	9.4	48.4	32.7	14.7	180	261.12
	9.5	48.6	33.7	16.3	170	219.84

**Tabla 1.3.** Contenido volumétrico de agua (%) para distintos valores de potencial matricial de suelo.

Zona	Suelo	0.3 bar	1 bar	2 bar	3.5 bar	5 bar	10 bar
1	1.1	34,5	25,9	17,9	16,3	15,3	13,5
	1.2	34,5	25,9	17,9	16,3	15,3	13,5
	1.3	35,9	27,4	23,7	21,2	19,7	17,1
2	2.1	34,5	25,9	22,4	19,9	18,5	16,0
	2.2	34,5	25,9	22,4	19,9	18,5	16,0
	2.3	31,0	23,4	20,3	18,2	17,0	14,8
	2.4	34,7	26,2	22,9	20,4	19,0	16,6
3	3.1	33,6	24,9	21,6	19,2	17,8	15,4
	3.2	33,6	24,9	21,6	19,2	17,8	15,4
	3.3	31,0	23,4	20,3	18,2	17,0	14,8
	3.4	35,9	27,3	23,7	21,2	19,7	17,1
	3.5	38,0	30,1	26,7	24,3	22,9	20,3
4	4.1	33,6	24,9	21,6	19,2	17,8	15,4
	4.2	33,6	24,9	21,6	19,2	17,8	15,4
5	5.1	37,3	29,0	25,7	23,2	21,8	19,3
6	6.1	26,6	20,3	17,9	16,3	15,3	13,5
	6.2	26,6	20,3	17,9	16,3	15,3	13,5
	6.3	37,3	29,8	26,6	24,2	22,8	20,3
7	7.1	26,6	20,3	17,9	16,3	15,3	13,5
	7.2	26,6	20,3	17,9	16,3	15,3	13,5
	7.3	34,5	25,9	22,4	19,9	18,5	16,0
	7.4	34,5	25,9	22,4	19,9	18,5	16,0
	7.5	30,2	22,8	20,0	18,0	16,8	14,8
	7.6	36,4	27,9	24,3	21,8	20,3	17,7
8	8.1	34,5	25,9	22,4	19,9	18,5	16,0
	8.2	34,5	25,9	22,4	19,9	18,5	16,0
	8.3	35,4	27,3	23,9	21,5	20,1	17,6
9	9.1	26,6	20,3	17,9	16,3	15,3	13,5
	9.2	26,6	20,3	17,9	16,3	15,3	13,5
	9.3	34,5	25,9	22,4	19,9	18,5	16,0
	9.4	34,5	25,9	22,4	19,9	18,5	16,0
	9.5	35,4	27,3	23,9	21,5	20,1	17,6

## Determinación del clima de cada zona edáfica

Para la determinación del clima correspondiente a cada zona edáfica se seleccionaron 15 estaciones climáticas consideradas representativas del clima de la zona de los Canals d’Urgell (Figura 3). A cada zona edáfica se le asignaron 1 o más estaciones climáticas en función del área de influencia de cada estación siguiendo criterios de proximidad geográfica y del tipo de relieve geográfico predominante en cada zona. En aquellas zonas con más de una estación asignada se determinó el clima de la zona mediante la



triangulación de los datos de las estaciones. Las estaciones climáticas de Alcarrás, Lleida y Els Alamús carecían de datos de evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) por lo que se usaron los datos de las estaciones más próximas para suplir los datos de ET<sub>o</sub> de dichas estaciones. No obstante, se considera que la ET<sub>o</sub> es un parámetro poco variable entre estaciones próximas. La estación de Les Borges Blanques fue substituida en el año 2017 por la de Castellldans. En la Tabla 4 se pueden ver las estaciones climáticas asignadas a cada zona.



**Figura 1.3.** Ubicación de las estaciones agroclimáticas, utilizadas en este estudio.



**Tabla 1.4.** Características de la estaciones agroclimáticas elegidas y determinación de las zonas de influencia en las que se aplican.

Estación Climática		Zonas de Influencia			Zonas Regadas por Estación		Utilizadas directamente por Zona		
#	Denominación								
1	Mollerussa	Z6							
2	El Poal	Z4	Z5	Z7	Zona 5		[2]		
3	Torres de Segre	Z9							
4	Alcarràs	Z8							
5	Lleida	Z8							
6	Els Alamús	Z8	Z9						
7	Vilanova del Segrià	Z4							
8	Albesa	(Z4)							
9	Vallfogona de Balaguer	Z1	Z2	Z4	Zona 1	Zona 2	[9]		
10	Tornabous	Z10			Zona 3		[10]		
11	Tàrrega	(Z3)							
12	Castellnou de Seana	Z6							
13	Golmés	Z6							
14	Sant Martí de Riucorb	(Z6)							
15	Les Borges Blanques /Castelldans	Z9							
16	Est. Cl. Comb. Zona 4				Zona 4		[9]	[7]	[2]
17	Est. Cl. Comb. Zona 6				Zona 6		[13]	[1]	[12]
18	Est. Cl. Comb. Zona 7				Zona 7		[6]	[2]	
19	Est. Cl. Comb. Zona 8				Zona 8		[5]	[6]	[4]
20	Est. Cl. Comb. Zona 9				Zona 9		[15]	[3]	[6]

Zonas de Influencia: las indicaciones sin paréntesis indican para cada estación en que zonas se han utilizado directamente en este estudio, las indicaciones con paréntesis indican en que zona se han utilizado para validar datos de estaciones próximas. Zonas Regadas por Estación: identifica cada estación como unidad a que zona han servido. Utilizadas Directamente: Los números entre corchetes indican que estaciones se han utilizado para definir el contenido de la estación en curso.

## 2. Cultivos más representativos de la zona que se han utilizado en la caracterización de la demanda hídrica.

La elección de los cultivos que debían incorporarse a este estudio se realizó en base a la realidad del año 2022 (año previo a la sequía del 2023) donde la distribución de cultivos podría ser representativa de la realidad de la zona en estos últimos años.

Para ello se buscaron los datos de cultivos de la DUN del año 2022 (*Generalitat de Catalunya 2022 (Datos DUN,2022)*) y se analizó la distribución de cultivos para cada una de las 9 zonas en las que se ha zonificado el área regable dels Canals d’Urgell.

**Tabla 2.1.** Distribución de Superficie de Cultivos para cada Zona dels Canals d’Urgell de acuerdo a la información de la DUN 2022.

Cultivo		ZONA									Gobal
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Barbecho	Superficie (ha)	107.2	41.8	94.5	13.8	14.4	193.3	53.3	254.7	188.8	961.9
	% de la zona	2.13%	0.68%	1.37%	0.36%	0.40%	1.00%	0.69%	4.51%	1.81%	1.40%
* Melcotonero	Superficie (ha)	3.1	6.5	21.7	24.0	5.2	239.1	78.0	506.4	611.1	1495.1
	% de la zona	0.06%	0.11%	0.32%	0.63%	0.15%	1.23%	1.00%	8.97%	5.87%	2.18%
* Almendro	Superficie (ha)	268.9	30.7	66.2	5.4	1.0	293.1	64.4	371.5	968.9	2070.1
	% de la zona	5.34%	0.50%	0.96%	0.14%	0.03%	1.51%	0.83%	6.58%	9.31%	3.01%
* Manzano	Superficie (ha)	114.7	101.7	953.7	45.5	125.7	2344.4	342.0	287.4	630.3	4945.3
	% de la zona	2.28%	1.65%	13.87%	1.19%	3.51%	12.07%	4.40%	5.09%	6.06%	7.19%
* Peral	Superficie (ha)	22.8	88.9	476.0	110.0	90.0	972.5	509.6	1286.8	802.0	4358.7
	% de la zona	0.45%	1.44%	6.92%	2.88%	2.51%	5.01%	6.56%	22.79%	7.71%	6.34%
* Nogal	Superficie (ha)	6.1	1.7	18.1	1.1	51.4	118.4	21.6	7.2	12.5	238.1
	% de la zona	0.12%	0.03%	0.26%	0.03%	1.44%	0.61%	0.28%	0.13%	0.12%	0.35%
* Olivo	Superficie (ha)	46.7	19.9	29.1	5.1	1.3	160.8	6.2	39.9	152.0	461.0
	% de la zona	0.93%	0.32%	0.42%	0.13%	0.04%	0.83%	0.08%	0.71%	1.46%	0.67%
* Viña	Superficie (ha)	88.2	0.5	7.1	0.3	0.1	28.1	0.4	0.4	0.2	125.4
	% de la zona	1.75%	0.01%	0.10%	0.01%	0.00%	0.14%	0.01%	0.01%	0.00%	0.18%
* Maiz	Superficie (ha)	931.7	1632.8	1189.9	790.3	1244.8	5388.6	1577.3	353.9	1936.2	15045.6
	% de la zona	18.52%	26.44%	17.30%	20.67%	34.78%	27.74%	20.30%	6.27%	18.60%	21.89%
* Alfalfa	Superficie (ha)	406.1	1166.7	1444.6	1274.4	857.0	3453.2	2499.1	700.0	1602.1	13403.2
	% de la zona	8.07%	18.89%	21.01%	33.33%	23.95%	17.78%	32.16%	12.40%	15.39%	19.50%
* Girasol	Superficie (ha)	0.0	1.1	13.9	10.3	0.0	7.3	2.7	0.0	9.1	44.4
	% de la zona	0.00%	0.02%	0.20%	0.27%	0.00%	0.04%	0.03%	0.00%	0.09%	0.06%
* Soja	Superficie (ha)	107.0	64.2	28.1	31.5	20.9	102.2	88.5	78.1	35.5	556.1
	% de la zona	2.13%	1.04%	0.41%	0.82%	0.58%	0.53%	1.14%	1.38%	0.34%	0.81%
* Doble Cosecha	Superficie (ha)	487.8	1245.7	661.0	747.7	385.6	1590.0	987.2	397.1	650.3	7152.4
	% de la zona	9.69%	20.17%	9.61%	19.55%	10.78%	8.19%	12.70%	7.03%	6.25%	10.41%
Huerta	Superficie (ha)	15.6	16.5	44.7	7.5	4.4	169.5	28.4	44.7	40.3	371.6
	% de la zona	0.31%	0.27%	0.65%	0.20%	0.12%	0.87%	0.37%	0.79%	0.39%	0.54%
* Cereales Inv.	Superficie (ha)	2397.9	1728.8	1772.1	751.5	744.1	4233.9	1459.9	1256.5	2696.2	17040.7
	% de la zona	47.65%	27.99%	25.77%	19.65%	20.79%	21.80%	18.79%	22.26%	25.91%	24.79%
Otros	Superficie (ha)	28.1	28.8	56.6	5.6	32.8	128.9	52.7	61.2	72.0	466.7
	% de la zona	0.56%	0.47%	0.82%	0.15%	0.92%	0.66%	0.68%	1.08%	0.69%	0.68%
<b>Superficies Totales</b>		<b>5031.9</b>	<b>6176.3</b>	<b>6877.4</b>	<b>3824.0</b>	<b>3578.7</b>	<b>19423.3</b>	<b>7771.3</b>	<b>5645.7</b>	<b>10407.4</b>	<b>68736.2</b>

De los cultivos que aparecen en la tabla 2.1 se han escogido los trece que figuran con un (\*) previo al nombre del cultivo y que representan el 97,38% de la superficie de cultivo. Los

cultivos de Huerta y Otros no se han tenido en cuenta por la falta de concreción y evidentemente Barbecho porque no hay cultivo.

Para cada uno de estos trece cultivos se han especificado los parámetros básicos que los definen (Tabla 2.2), y que se han utilizado en los análisis de demanda hídrica de los diferentes escenarios estudiados.

**Tabla 2.2.** Características básicas de los cultivos elegidos.

Cultivo		Función		Parámetros Función			Características Cultivo				Ciclo de Cultivo			
#	Nombre	Tipo	Umbral	a	b	c	Distancias (m)		Sombreo (%)	Raíces (cm)	Día del Año		Fecha	
							Calle	Plantas			Inicio	Fin	Inicio	Fin
1	Melocotonero	1	1	1.13	-0.13		5	4	85	80	100	275	9-abr	1-oct
2	Almendro	2	1	-1.13	2.31	-0.19	6	5	85	100	100	275	9-abr	1-oct
3	Manzano	1	0.78	1.47	-0.14		4	1.2	85	50	110	275	19-abr	1-oct
4	Peral	1	1	0.94	0.06		4	2	85	60	110	275	19-abr	1-oct
5	Nogal	1	0.9	1.31	-0.18		8	7	85	150	110	285	19-abr	11-oct
6	Olivo	2	1	-2.55	5.18	-1.64	6	4	85	120	110	300	19-abr	26-oct
7	Viña	2	1	-3.15	6.06	-1.91	3	1.1	65	80	110	275	19-abr	1-oct
8	Maíz	1	1	1	0		1	1	100	60	100	274	9-abr	30-set
9	Alfalfa	1	1	1	0		1	1	100	60	92	289	1-abr	15-oct
10	Girasol	1	1	1	0		1	1	100	60	180	320	28-juny	15-nov
11	Soja	1	1	1	0		1	1	100	60	122	259	1-maig	15-set
12	Doble Cosecha	1	1	1	0		1	1	100	60	15	320	15-gen	15-nov
13	Trigo	1	1	1	0		1	1	100	60	15	167	15-gen	15-juny

Las características básicas definidas en la tabla 2.2., son: El nombre del cultivo, Las características de la función de producción [*Función y Parámetros Función*], la densidad de la plantación [*distancias*], el volumen relativo de la superficie aérea [*sombreo*], la profundidad de las raíces y la duración y ubicación temporal del ciclo de cultivo. Para definir la Función de producción de cada cultivo se han utilizado los valores referenciados por *Bellvert et al, (2025)*

Para estos trece cultivos también se han concretado los Coeficientes de Cultivo (Kc) a utilizar para estimar la Evapotranspiración de Cultivo (ETc) (*Steduto et al, 2011 (FAO Manual Irrigation and Drainage, 66)*). Tabla 2.3.

**Tabla 2.3.** Coeficientes de cultivo (Kc) aplicados en los diferentes cultivos elegidos.

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Fecha	Coeficientes de cultivo (Kc) de los diferentes cultivos predominantes en los regadíos de los Canals d’Urgell												
	Melocotonero	Almendo	Manzano	Peral	Nogal	Olivo	Viña	Maiz	Alfalfa	Girasol	Soja	DC- Ceb-Mz	Trigo
del 1 al 15 de gener												0.20	
del 16 al 31 de gener												0.40	0.20
del 1 al 15 de febrer												0.65	0.35
del 16 al 28 de febrer												0.75	0.45
del 1 al 15 de març	0.25	0.43	0.30	0.20	0.20	0.70			0.50			0.85	0.60
del 16 al 31 de març	0.25	0.56	0.30	0.20	0.20	0.70			1.20			0.90	0.82
del 1 al 15 de abril	0.25	0.68	0.40	0.30	0.53	0.70			1.20			0.60	0.86
del 16 al 30 de abril	0.50	0.78	0.45	0.48	0.68	0.70			1.20			0.60	0.86
del 1 al 15 de maig	0.60	0.90	0.60	0.70	0.79	0.70	0.05		0.50			0.55	0.82
del 16 al 31 de maig	0.80	0.95	0.75	0.80	0.86	0.70	0.15	0.40	1.20			0.30	0.66
del 1 al 15 de juny	0.90	0.99	0.82	0.85	0.93	0.70	0.22	0.60	0.50			0.22	0.22
del 16 al 30 de juny	0.95	1.02	0.87	0.90	1.00	0.70	0.28	0.90	1.20	0.30	0.40	0.40	
del 1 al 15 de juliol	1.05	1.04	0.92	0.90	1.14	0.70	0.40	1.20	0.50	0.70	0.70	0.75	
del 16 al 31 de juliol	1.05	1.07	0.93	0.90	1.14	0.70	0.55	1.20	1.20	0.90	0.90	1.20	
del 1 al 15 de agost	1.05	1.08	0.93	0.90	1.14	0.70	0.35	1.20	0.50	1.15	1.10	1.20	
del 16 al 31 de agost	0.90	1.03	0.94	0.70	1.14	0.70	0.25	1.20	1.20	1.15	1.10	1.20	
del 1 al 15 de setembre	0.80	0.88	0.95	0.60	1.03	0.70	0.22	1.00	0.50	1.15	0.80	1.20	
del 16 al 30 de setembre	0.75	0.78	0.75	0.50	0.93	0.70	0.10	0.55	1.20	1.00	0.60	1.00	
del 1 al 15 de octubre	0.50	0.64	0.60	0.40	0.82	0.70	0.10		0.50	0.60		1.00	
del 16 al 31 de octubre	0.45	0.50	0.55	0.35	0.65	0.70			0.50			0.55	

Tabla 2.4. Distribución de Superficie de Cultivos para cada Zona de los Canals d’Urgell haciendo una proyección al 2040

Cultivo		ZONA									Gobal
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Barbecho	Superficie (ha)	100.6	123.5	137.5	76.5	71.6	388.5	155.4	112.9	208.1	1374.7
	% de la zona	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
* Melocotonero	Superficie (ha)	201.3	247.1	275.1	153.0	143.1	776.9	310.9	225.8	416.3	2749.4
	% de la zona	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
* Almendo	Superficie (ha)	402.6	494.1	550.2	305.9	286.3	1553.9	621.7	451.7	832.6	5498.9
	% de la zona	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%
* Manzano	Superficie (ha)	603.8	741.2	825.3	458.9	429.4	2330.8	932.6	677.5	1248.9	8248.3
	% de la zona	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%
* Peral	Superficie (ha)	301.9	370.6	412.6	229.4	214.7	1165.4	466.3	338.7	624.4	4124.2
	% de la zona	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
* Nogal	Superficie (ha)	301.9	370.6	412.6	229.4	214.7	1165.4	466.3	338.7	624.4	4124.2
	% de la zona	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
* Olivo	Superficie (ha)	603.8	741.2	825.3	458.9	429.4	2330.8	932.6	677.5	1248.9	8248.3
	% de la zona	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%	12.00%
* Viña	Superficie (ha)	301.9	370.6	412.6	229.4	214.7	1165.4	466.3	338.7	624.4	4124.2
	% de la zona	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
* Maiz	Superficie (ha)	754.8	926.4	1031.6	573.6	536.8	2913.5	1165.7	846.9	1561.1	10310.4
	% de la zona	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%	15.00%
* Alfalfa	Superficie (ha)	100.6	123.5	137.5	76.5	71.6	388.5	155.4	112.9	208.1	1374.7
	% de la zona	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
* Girasol	Superficie (ha)	251.6	308.8	343.9	191.2	178.9	971.2	388.6	282.3	520.4	3436.8
	% de la zona	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%
* Soja	Superficie (ha)	151.0	185.3	206.3	114.7	107.4	582.7	233.1	169.4	312.2	2062.1
	% de la zona	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
* Doble Cosecha	Superficie (ha)	503.2	617.6	687.7	382.4	357.9	1942.3	777.1	564.6	1040.7	6873.6
	% de la zona	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%
Huerta	Superficie (ha)	100.6	123.5	137.5	76.5	71.6	388.5	155.4	112.9	208.1	1374.7
	% de la zona	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
* Cereales Inv.	Superficie (ha)	251.6	308.8	343.9	191.2	178.9	971.2	388.6	282.3	520.4	3436.8
	% de la zona	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%	5.00%
Otros	Superficie (ha)	100.6	123.5	137.5	76.5	71.6	388.5	155.4	112.9	208.1	1374.7
	% de la zona	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
<b>Superficies Totales</b>		<b>5031.9</b>	<b>6176.3</b>	<b>6877.4</b>	<b>3824.0</b>	<b>3578.7</b>	<b>19423.3</b>	<b>7771.3</b>	<b>5645.7</b>	<b>10407.4</b>	<b>68736.2</b>

Para realizar simulaciones de los requerimientos hídricos en el 2040 se ha supuesto una distribución de cultivos ligeramente diferente a la actual (Tabla 2.4) donde los cereales de

invierno, como cosecha única anual, la alfalfa y algo el maíz bajan considerablemente (Tabla 2.5) mientras que los cultivos con mayor valor económico tienden a incrementarse.

**Tabla 2.5.** Comparativa de las Superficie de Cultivos para cada Zona dels Canals d’Urgell, entre el 2022 y un posible escenario del 2040

CULTIVO	DUN 2022		Proyección 2040		Variación
	Superficie (ha)	% de cultivo	Superficie (ha)	% de cultivo	
Barbecho	961.9	1.40%	1374.7	2.00%	↑
* Melotonero	1495.1	2.18%	2749.4	4.00%	↑
* Almendro	2070.1	3.01%	5498.9	8.00%	↑
* Manzano	4945.3	7.19%	8248.3	12.00%	↑
* Peral	4358.7	6.34%	4124.2	6.00%	↔
* Nogal	238.1	0.35%	4124.2	6.00%	↑
* Olivo	461.0	0.67%	8248.3	12.00%	↑
* Viña	125.4	0.18%	4124.2	6.00%	↑
* Maiz	15045.6	21.89%	10310.4	15.00%	↓
* Alfalfa	13403.2	19.50%	1374.7	2.00%	↓
* Girasol	44.4	0.06%	3436.8	5.00%	↑
* Soja	556.1	0.81%	2062.1	3.00%	↑
* Doble Cosecha	7152.4	10.41%	6873.6	10.00%	↔
Huerta	371.6	0.54%	1374.7	2.00%	↑
* Cereales Inv.	17040.7	24.79%	3436.8	5.00%	↓

### 3. Identificación de los años característicos de las tipologías Año Húmedo, Año Medio y Año Seco.

Los datos climáticos utilizados en este estudio provienen de 15 estaciones climáticas (Tabla 1.4) y de las estaciones climáticas virtuales (combinaciones de diferentes estaciones climáticas) que se han elaborado para tener una unidad climática representativa de cada zona.

Para cada estación climática se disponen de 11 años (2013-2023) de datos diarios de los parámetros más significativos del clima. Inicialmente tan solo utilizamos los parámetros de Precipitación y Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) pero a lo largo del presente trabajo se irán utilizando otros parámetros.

#### Caracterización de los años climáticos hidrológicos de cada estación.

Para determinar que año, en cada ubicación, es representativo de una situación media, húmeda o seca, se ha procedido a realizar los balances hídricos genéricos (Tabla 3.1) que han permitido distinguir entre años climáticos e identificar el más característico de cada categoría.

**Tabla 3.1.** Caracterización de los años climáticos tipo (Ejemplo: Estación de El Poal)

Estación Climática:		El Poal										Nº	2
		Año											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		<i>Número de días con datos validos para cada parámetro y año</i>											
<b>Días</b>	Precipitación	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	
<b>Válidos</b>	ET <sub>o</sub>	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	365	
		<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	
<b>Año Entero</b>	Precipitación	472	434	203	357	322	506	365	481	307	282	239	
	ET <sub>o</sub>	1027	1032	1056	1041	1066	1024	1089	1043	1024	1081	1109	
	Balance Global	555	598	854	685	744	518	724	562	717	800	871	
	Balance Peff.	453	594	925	777	837	659	886	688	803	875	936	
		<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	
<b>Ciclo de Cultivo</b>	Precipitación	281	276	152	226	261	320	293	322	157	196	190	
	ET <sub>o</sub>	871	877	906	897	911	880	920	893	880	923	940	
	Balance Global	589	601	754	671	650	560	627	571	724	727	750	
	Balance Peff.	530	599	805	726	717	653	762	658	772	774	794	
		<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	
		<i>Diferencial entre la media de los años tipo y el año elegido</i>											
<b>Años Tipo</b>		<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	
	Medio	-178	-109	97	18	9	-55	54	-50	63	66	86	6
	Seco	-275	-206	0	-79	-88	-152	-43	-147	-33	-31	-11	7
	Húmedo	0	69	275	196	187	123	232	128	242	244	264	2

Inicialmente (Tabla 3.1) se verifican el número de días válidos (días en que existen datos validos de los dos parámetros que utilizamos (Precipitación y ETo)), y para el caso de la estación de El Poal se constata que todos los días de todos los años disponen de datos válidos. En general y para todas las estaciones analizadas se ha dispuesto en la mayoría de los casos de 365 días todos los años, y tan solo en un par de casos (Año 2013, Lleida y Alcarràs) se ha tenido que prescindir de un año por disponer de menos de 300 días validos en alguno de sus parámetros. En otros tres casos han faltado unos 10 datos en un parámetro y año concreto.

Seguidamente se realizan los balances (ETo – Precipitación) y (ETo – Precipitación efectiva) tanto para el año entero como para el período correspondiente a un ciclo de cultivo tipo (en este caso se ha elegido ciclo de cultivo el período transcurrido entre el 15 de marzo y el 29 de octubre).

Se determina para cada año, y en el base del Balance hídrico de ETo-Peff para el ciclo de cultivo, el mayor valor (*AMax*), el menor valor (*AMin*) y el valor promedio (*APromedio*).

En la última parte de la tabla 3.1 (Años tipo) se determina en la primera fila la diferencia de cada año con el valor promedio ( $(ETo-Peff)-APromedio$ ) y el año que presente un valor absoluto mínimo se corresponderá con el año promedio. En la segunda fila se determina la diferencia de cada año con el valor máximo ( $(ETo-Peff)-AMax$ ) y el año que la diferencia sea 0, será el año más seco. En la tercera fila se determina la diferencia de cada año con el valor mínimo ( $(ETo-Peff)-AMin$ ) y el año que la diferencia sea 0, será el año más húmedo.

En la columna final de esta parte se muestran el número de años que podríamos clasificar como Medio, Seco y Húmedo.

Nota: Aunque el análisis se hace sobre 11 años, la suma de casos de números de años que corresponden a cada tipología es mayor de 11 porque puede haber, y los hay en la mayoría de los casos, años que podrían pertenecer a dos categorías.

En la tabla 3.2. se presenta un resumen de los años tipo para cada estación y la frecuencia con que se dan las diferentes tipologías de año

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

**Tabla 3.2.** Años Tipo para cada estación climática.

<b>Estación Climática</b>		<b>Seco</b>		<b>Medio</b>		<b>Húmedo</b>	
<b>#</b>	<b>Denominación</b>	<b>Año</b>	<b>Núm.</b>	<b>Año</b>	<b>Núm.</b>	<b>Año</b>	<b>Núm.</b>
1	Mollerussa	2015	(5)	2019	(9)	2013	(1)
2	El Poal	2015	(6)	2017	(7)	2013	(2)
3	Torres de Segre	2017	(7)	2013	(7)	2014	(1)
4	Alcarràs	2023	(7)	2016	(4)	2014	(4)
5	Lleida	2023	(7)	2016	(4)	2014	(4)
6	Els Alamús	2023	(6)	2021	(7)	2013	(2)
7	Vilanona del Segrià	2015	(7)	2020	(6)	2013	(2)
8	Albesa	2023	(6)	2017	(7)	2013	(2)
9	Vallfogona de Balaguer	2022	(5)	2017	(8)	2013	(2)
10	Tornabous	2023	(5)	2017	(6)	2013	(4)
11	Tàrrega	2015	(6)	2019	(6)	2013	(3)
12	Castellnou de Seana	2015	(5)	2017	(8)	2013	(2)
13	Golmés	2023	(4)	2016	(7)	2013	(4)
14	St. Martí de Riucorb	2023	(6)	2019	(7)	2013	(2)
15	Les Borges Blanques	2023	(7)	2017	(7)	2013	(1)
16	Zona 4	2023	(6)	2017	(8)	2013	(1)
17	Zona 6	2015	(5)	2019	(9)	2013	(1)
18	Zona 7	2015	(7)	2020	(6)	2013	(2)
19	Zona 8	2023	(7)	2020	(6)	2013	(2)
20	Zona 9	2023	(6)	2017	(6)	2014	(3)



## 4. Metodología de los cálculos para determinar los requerimientos de agua de los cultivos.

Para determinar los requerimientos hídricos de los diferentes cultivos y determinar el volumen de agua de riego a aportar para satisfacer estas necesidades se ha utilizado la metodología que de forma sucinta se describe a continuación, y que parte de una caracterización minuciosa del clima (apartado 1.1), del suelo (apartado 1.2), de la zonificación (apartado 1.3), del sistema de riego (apartado 1.4) y de los cultivos elegidos (apartado 1.5)

### Requerimientos hídricos

La demanda hídrica de los cultivos, o sea la Evapotranspiración potencial de los mismos (ETc) se obtiene en una primera aproximación utilizando la expresión de la Eq. 01, donde la ETo es la evapotranspiración de referencia que proporcionan las estaciones agroclimáticas y el Kc son los coeficientes de cultivo. Las metodologías de cálculo de la ETo se encuentran descritas en el manual FAO 56 (Allen et al., 1998), mientras que las descripciones de las Kc se concretan en el propio manual FAO 56 así como en el FAO 66 (Steduto et al., 2012), que se presentan en la Tabla 2.3.

$$ETc = ETo \times Kc \quad \text{[Eq. 01]}$$

En la mayoría de los cultivos los Kc deben ajustarse al volumen de copa, y para ello se utiliza la ecuación generalista (Eq. 02, y su alternativa Eq. 03), aunque para las diferentes especies existan ecuaciones particulares (Girona et al., 2011; Ayars et al., 2003), que sí deberían utilizarse en el caso de la programación de riegos para una parcela concreta, pero que en cálculos de estimación genéricos no son imprescindibles.

Partiendo del porcentaje de área sombreada de una plantación (ASC [área sombreada conocida]),

$$\text{Si } ASC > 65\% \quad Kc = (ASC - 65\% / (95\% - 65\%)) * (Kc_s - Kc_m) \quad \text{[Eq. 02]}$$

$$\text{Si } ASC < 65\% \quad Kc = (-0.0194 * (ASC * 100)^2 + 2.8119 * (ASC * 100) - 1.008) / 100 * Kc_m \quad \text{[Eq. 03]}$$

Partiendo de que Kc<sub>m</sub> es el que se proporciona en cada caso en la tabla 2.3 y que Kc<sub>s</sub> se correspondería con los valores máximos de Kc (ambos en la fecha de máximo desarrollo vegetativo) se determinan los valores de Kc para cada época del año. La expresión de la Eq. 02 fue desarrollada por Fereres et al. (1982) y se ha utilizado de forma generalizada para todos los frutales en la fase de estimación de los requerimientos hídricos.

## Requerimientos de riego

En base a la zona de estudio elegida, al tipo de suelo, a la climatología, y al sistema de riego, se puede determinar de forma diaria que requerimientos de riego (**RBR**, *requerimientos brutos de riego*) tiene una parcela para satisfacer su demanda evapotranspirativa (ETc).

Para realizar esta determinación, se parte de una tabla (como la que se presenta en la Tabla 4.1.), donde tenemos los datos originales de Kc, ETo y Lluvia (**P**) diarios. Los Kc se obtienen de la tabla de Kc adaptados a esta semana y los de Lluvia y ETo de la serie climática que se quiera estudiar.

**Tabla 4.1.** Parámetros que se han tenido en cuenta para la determinación de los requerimientos hídricos del almendro.

Semana	Dia	Kc	Lluvia	ETo	LLuvia Eff	ETc	Balance
27	4/jul	0.90	0.00	5.11	0.00	4.60	4.60
27	5/jul	0.90	0.00	5.19	0.00	4.67	4.67
27	6/jul	0.90	15.20	2.95	12.92	2.65	-10.27
28	7/jul	1.20	0.13	4.22	0.00	5.07	5.07
28	8/jul	1.20	0.00	6.32	0.00	7.59	7.59
28	9/jul	1.20	0.00	6.26	0.00	7.52	7.52
28	10/jul	1.20	0.00	6.36	0.00	7.64	7.64
28	11/jul	1.20	0.00	6.31	0.00	7.58	7.58
28	12/jul	1.20	0.00	4.65	0.00	5.58	5.58
28	13/jul	1.20	0.00	6.08	0.00	7.30	7.30
29	14/jul	1.20	0.00	6.38	0.00	7.66	7.66
29	15/jul	1.20	0.00	6.21	0.00	7.46	7.46
29	16/jul	1.20	0.00	5.09	0.00	6.10	6.10
29	17/jul	1.20	0.00	5.34	0.00	6.41	6.41
29	18/jul	1.20	0.00	6.57	0.00	7.88	7.88
29	19/jul	1.20	0.00	5.77	0.00	6.93	6.93
29	20/jul	1.20	0.00	5.83	0.00	7.00	7.00
30	21/jul	1.20	0.00	5.75	0.00	6.90	6.90
30	22/jul	1.20	0.00	4.96	0.00	5.96	5.96
30	23/jul	1.20	0.00	5.93	0.00	7.12	7.12
30	24/jul	1.20	0.00	4.97	0.00	5.96	5.96

La lluvia efectiva (Lluvia Eff ( $P_{ef}$ )) (USDA, 1986; Elhakeem y Papanicolaou, 2009) se determina diariamente con arreglo a las siguientes condiciones: si la precipitación semanal es igual o inferior a 5 mm, se estima que la lluvia efectiva es, 0. Si la precipitación semanal está entre 5 y 70 mm, la precipitación efectiva es el 85% de la precipitación real. Para las lluvias superiores a 70 mm semanales se estima que la precipitación efectiva es  $70 \times 0,85 = 59,5$  mm semanales. De forma resumidas estas reglas se presentan en la Eq. 04

$$\text{Si } P(\text{semanal}) \leq 5 \text{ mm} , P_{ef} = 0$$

$$\text{Si } 5 < P(\text{semanal}) < 70 \text{ mm} , P_{ef} = P(\text{semanal}) * 0,85$$

$$\text{Si } P(\text{semanal}) > 70 \text{ mm} , P_{ef} = 70 \times 0.85 = 59.5 \text{ mm} \quad \text{[Eq. 04]}$$

La ETC se determina en base a la Eq. 01, y la última columna representa el Balance entre el agua demandada (ETC) y el agua efectiva aportada por lluvia (Eq. 05).

$$\text{Balance} = \text{ETC} - P_{\text{ef}} \quad [\text{Eq. 05}]$$

Una vez determinado el Balance diario de agua, es cuando entra en juego el suelo, que lo definimos por las siguientes características: Profundidad, % de Elementos gruesos, y Retención de agua a diferentes niveles de retención de agua en el suelo.

### Reservas de agua en suelo

Para determinar la capacidad de almacenamiento de agua potencialmente útil para el cultivo en el suelo (elemento imprescindible para realizar un balance de agua y determinar los requerimientos de riego de los cultivos) se utilizan los parámetros que caracterizan la curva de retención de agua en el suelo, tales como: Saturación (SAT), Capacidad de Campo (FC), Punto de Marchitez (PWP), Volumen de Agua en Suelo utilizable por las plantas (TAW), Conductividad Hidráulica de suelo (Ksat), Contenido Volumétrico de agua en el suelo para una tensión de -0.3 bares (At 0,3 bars), de -1,0 bares (At 1 bars), de -2.0 bares (At 2,0 bars), de -3.5 bares (At 3,5 bars), de -5.0 bares (At 5,0 bars) y de -10,0 bares (At 10 bars), y finalmente el Agua Fácilmente Utilizable por las plantas (TAW<sub>(h)</sub>). Un ejemplo de estos parámetros para un suelo franco-arcilloso se presentan en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2.** Características hidráulicas de un suelo franco-arcilloso

SAT	FC	PWP	TAW	Ksat	At 0.3 bars	At 2 bars	At 5 bars	TAW (h)
(Vol %)	(Vol %)	(Vol %)	(mm/m)	(mm/day)	(Vol %)	(Vol %)	(Vol %)	(mm/m)
48.6	33.7	16.3	170	219.84	35.4	23.9	20.1	165.75
					At 10 bars	At 1 bars	At 3.5 bars	
					(Vol %)	(Vol %)	(Vol %)	
					17.6	27.3	21.5	

**SAT** = Contenido volumétrico de agua en el suelo a saturación (%).

**FC** = Contenido volumétrico de agua en el suelo a capacidad de campo (%) (equivalente a una tensión de suelo de -0.33 bars).

**PWP** = Contenido volumétrico de agua en el suelo a punto de marchitez (%).

**TAW** = Agua utilizable por las plantas (FC-PWP) en un cubo de suelo de 1 m<sup>3</sup> (mm/m)

**Ksat** = Conductividad hidráulica del suelo a saturación (mm/day)

**At 0.3 bars** = Contenido volumétrico de agua en el suelo para una tensión de -0.3 bars.

**At 1 bars** = Contenido volumétrico de agua en el suelo para una tensión de -1.0 bars.

**At 2 bars** = Contenido volumétrico de agua en el suelo para una tensión de -2.0 bars.

**At 3.5 bars** = Contenido volumétrico de agua en el suelo para una tensión de -3.5 bars.

**At 5 bars** = Contenido volumétrico de agua en el suelo para una tensión de -5.0 bars.

**At 10 bars** = Contenido volumétrico de agua en el suelo para una tensión de -10.0 bars.

**TAW(h)** = Agua utilizable por las plantas en un cubo de suelo de 1 m<sup>3</sup> (mm/m)

A partir de los parámetros del suelo de la Tabla 4.2 y de las características básicas del cultivo por lo que se refiere a profundidad de las raíces y % de ocupación del cultivo se procede a evaluar la capacidad de almacenamiento de agua útil para la planta de cada suelo.

- Volumen del suelo explorado por las raíces (VSR):

$$\mathbf{VSR = PRaíces/100 \times \%SS \times MP \quad [Eq. 06]}$$

Siendo PRaíces la profundidad de las raíces (cm), %SS el porcentaje de suelo sombreado y MP el marco de plantación (m<sup>2</sup>).

Si para el cultivo de estudio PRaíces = 60 cm; %SS = 100 i MP = 1m<sup>2</sup>

$$\mathbf{VSR = 60/100 \times 100\% \times 1 = 0,60 \text{ (m}^3\text{/planta)}}$$

- Volumen del suelo explorado por las raíces corregido por los elementos gruesos (VSR<sub>(eg)</sub>):

$$\mathbf{VSR_{(eg)} = VSR \times (1 - \%EG) \quad [Eq. 07]}$$

Siendo %EG el porcentaje de elementos gruesos presente en el suelo objeto. Que en el caso de estudio es del 2.5%.

$$\mathbf{VSR_{(eg)} = 0,60 \times (1 - 0.025) = 0,59 \text{ (m}^3\text{/planta)}}$$

- Volumen de agua del suelo potencialmente utilizable por las plantas (TAW<sub>(full)</sub>):

$$\mathbf{TAW_{(full)} = VSR_{(eg)} \times (FC - PWP) \quad [Eq. 08]}$$

Siendo FC capacidad de campo y PWP punto de marchitez, descrito en la Tabla 4.2.

$$\mathbf{TAW_{(full)} = 0.59 \times (0.337 - 0.163) = 0,10 \text{ (m}^3\text{/planta)}}$$

Y su traslación a mm sería:

$$\mathbf{TAW_{(full)(mm)} = (TAW_{(full)} / MP) \times 1000 \quad [Eq. 09]}$$

$$\mathbf{TAW_{(full)(mm)} = (0,10 / (1)) \times 1000 = 102 \text{ (mm)}}$$

- El contenido máximo de agua en el suelo potencialmente utilizable por las plantas *rústicas* (TAW<sub>(full@5bars)</sub>):

$$\mathbf{TAW_{(full@5bars)} = VSR_{(eg)} \times (FC - [@ 5 bars]) \quad [Eq. 10]}$$

Siendo FC capacidad de campo y @5bars el contenido de agua en el suelo a un potencial de -5,0 bares

$$\mathbf{TAW_{(full@5bars)} = 0.59 \times (0,337 - 0,201) = 0,08 \text{ (m}^3\text{/planta)} \Rightarrow 80 \text{ (mm)}$$

- El contenido máximo de agua en el suelo potencialmente utilizable por las plantas *adaptadas* ( $TAW_{(full@10bars)}$ ):

$$TAW_{(full@10bars)} = VSR_{(eg)} * (FC - [@ 10 bars]) \quad [Eq. 10-bis]$$

Siendo SAT el contenido de agua en el suelo a saturación y @5bars el contenido de agua en el suelo a un potencial de -10,0 bares

$$TAW_{(full@10bars)} = 0,59 \times (0,337 - 0,176) = 0,09 \text{ (m}^3/\text{planta)} \Rightarrow 94 \text{ (mm)}$$

- El contenido razonable de agua en el suelo potencialmente utilizable por las plantas ( $TAW_{(h)}$ ). (\*) que para estos estadios iniciales se estima equivalente al  $TAW_{(full@5bars)}$

$$TAW_{(h)} = VSR_{(eg)} * (FC - [@ 5 bars]) \quad [Eq. 11]$$

Siendo FC capacidad de campo.

$$TAW_{(h)} = 0,59 \times (0,337 - 0,201) = 0,08 \text{ (m}^3/\text{planta)} \Rightarrow 80 \text{ (mm)}$$

(\*) En los cálculos siguientes el concepto de  $TAW_{(h)}$  se utiliza como  $TAW_{(útil)}$

- El contenido de agua en el suelo a inicio de campaña es ( $TAW_{(inicio)}$ ):

$$TAW_{(inicio)} = TAW_{(full)} * \% TAW_{(h)(inicio \text{ campaña})} \quad [Eq. 12]$$

$$TAW_{(inicio)} = 102 \times 0,85 = 87 \text{ (mm)} (**)$$

(\*\*) Asumiendo que se suponen unas reservas del 85%

- El contenido máximo de agua en el suelo utilizable libremente por las plantas dependerá de la rusticidad de cada especie. En el caso que nos ocupa se ha considerado que todos los cultivos se pueden catalogar como sensibles y que tendrían su límite de extracción libre en 3.5 bares.

$$TAW_{(@3.5bars)} = VSR_{(eg)} * (FC - [@ 3.5 bars]) \quad [Eq. 13]$$

$$TAW_{(@3.5bars)} = 0,59 \times (0,337 - 0,215) = 0,07 \text{ (m}^3/\text{planta)} \Rightarrow 71 \text{ (mm)}$$

- En base a estos parámetros se definen:

$$TAW_{(umbral \text{ de estrés})} = TAW_{(full)} - TAW_{(@3.5 \text{ bares})} \quad [Eq. 14]$$

$$TAW_{(agua \text{ libre})} = VSR_{(eg)} * (FC - [@ 0.3 \text{ bares}]) \quad [Eq. 15]$$

$$TAW_{(max)} = TAW_{(full)} + TAW_{(agua \text{ libre})} \quad [Eq. 16]$$

$$TAW_{(agronómica)} = TAW_{(@3,5bars)} \quad [Eq. 17]$$

Que representan:

$TAW_{(\text{umbral de estrés})}$  = Nivel de agua a partir del que la planta tiene restricciones importantes en succionar el agua

$TAW_{(\text{agua libre})}$  = Agua disponible para la planta muy fácilmente drenante.

$TAW_{(\text{max})}$  = Máxima capacidad de almacenamiento de agua en el suelo

$TAW_{(\text{agronómica})}$  = El contenido máximo de agua en el suelo utilizable libremente por las plantas

$$TAW_{(\text{umbral de estrés})} = 102 - 71 = 31 \text{ (mm)}$$

$$TAW_{(\text{agua libre})} = 0,59 * (0,337 - 0,354) = -10 \text{ (mm)}$$

$$TAW_{(\text{max})} = 102 - (-10) = 112 \text{ (mm)}$$

$$TAW_{(\text{agronómica})} = 71 \text{ (mm)}$$

$$TAW_{(\text{inicio})} = 87 \text{ (mm)}$$

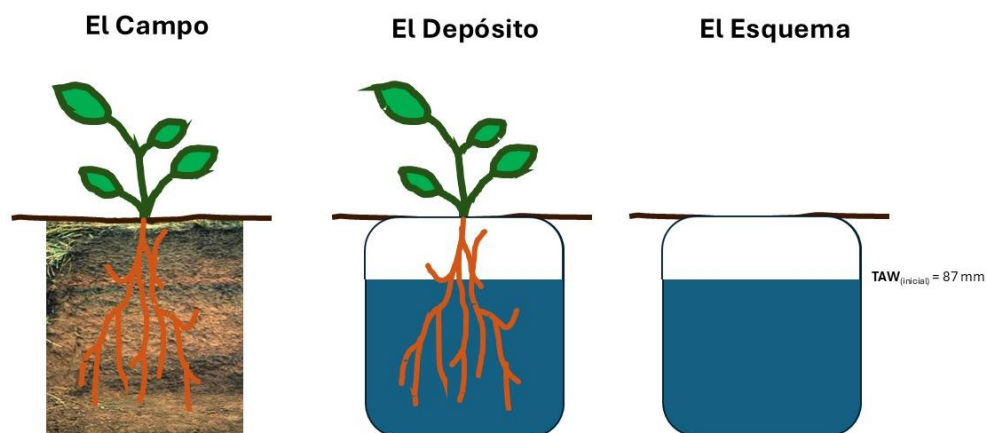
### Primer día de riego

En base a las características del suelo y del cultivo, y a las reservas iniciales de agua en el suelo, de acuerdo con lo descrito anteriormente, se define el Contenido inicial de agua en el suelo, que en este caso sería de 87 mm, y que en los términos del procedimiento de cálculo denominamos Almacenamiento inicial [Storage(i)] del primer día de riego:

$$\text{Storage (i)} = 87 \text{ mm}$$

### Descripción del procedimiento de utilización de reservas de agua en el suelo

Partimos de un cultivo establecido en un suelo (Fig. 1 Izquierda), y asemejamos este suelo a un depósito de agua (Fig. 1 Central), depósito al que podemos suprimirle la planta y que parte inicialmente con un volumen de agua que se define en base a los cálculos del apartado anterior (Fig. 4.1 Derecha).



**Figura 4.1.** El suelo debe considerarse como un depósito de agua, que sigue unas reglas de llenado y vaciado.

Dentro del depósito debemos considerar unos umbrales que nos definen la facilidad con que la planta puede disponer de este recurso, o la facilidad con que puede ser retenida el agua en el suelo (Fig. 4.2). El umbral de agua fácilmente utilizable nos define el límite entre agua fácilmente utilizable por la planta (el agua que este superior a este umbral en los esquemas presentados) y el agua que será de más costosa extracción (agua inferior a este umbral). El umbral de agua fácilmente utilizable para los cultivos analizados en este informe se considera el valor del agua retenida a 3.5 bares. Las normas de extracción del agua por debajo de este umbral se discuten posteriormente.

El umbral de agua agronómica nos define el límite superior del agua fácilmente utilizable por la planta, a partir de este punto hacia arriba podemos entrar en anaerobiosis del cultivo o en incapacidad del suelo para retener el agua en su matriz. El umbral agronómico para los cultivos analizados en este informe se considera el valor del agua retenida a 0.33 bares

Finalmente, el umbral de agua libre se referiría al margen que hay entre el agua retenida a 0.33 bares (agua agronómica) y el agua retenida a una tensión de 0.3 bares. Es un agua también utilizable por las plantas pero que difícilmente retendremos en la matriz del suelo.

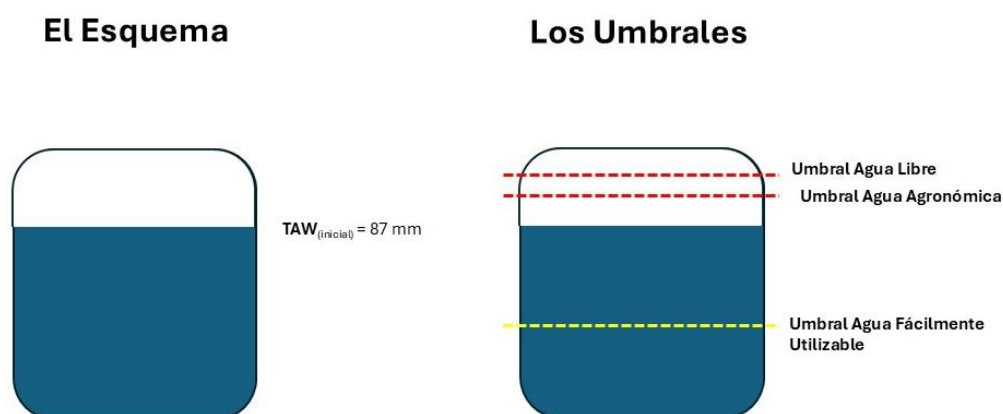


Figura 4.2. Umbrales a considerar para la gestión del agua en el suelo.

Entre umbrales se definen unos espacios que identifican y cuantifican el agua disponible (Fig. 4.3). La parte superior del depósito debe estar siempre ocupado por aire. El aire de los poros grandes del suelo. Si esta parte del suelo estuviese ocupado por agua nos encontraríamos en una situación de encharcamiento y anaerobiosis, que si se prolongara en el tiempo induciría a un decaimiento o muerte de la mayoría de los cultivos.

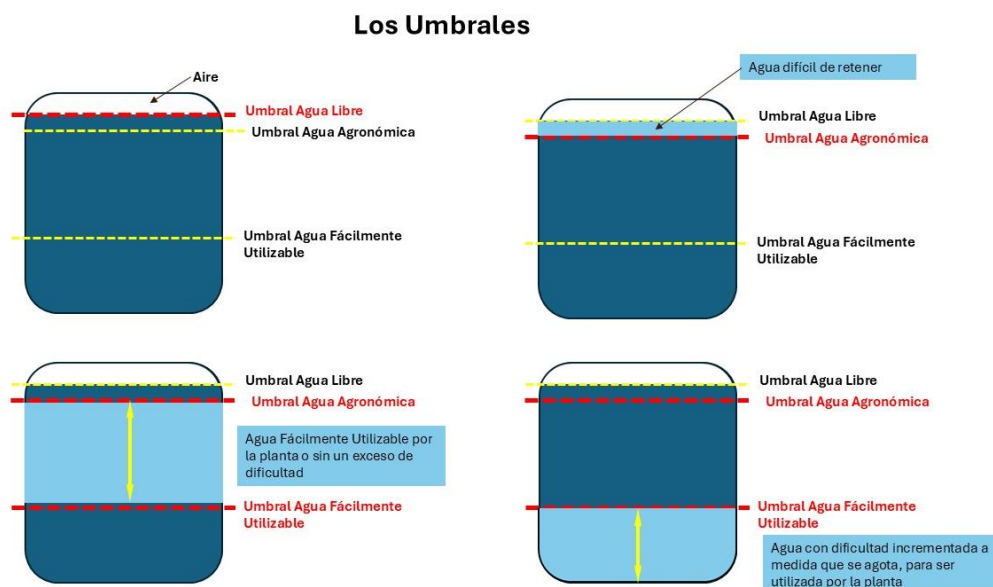
El espacio entre los umbrales de Agua Libre y Agua Agronómica corresponde a esta agua difícil de retener, pero que si pueden aprovechar las plantas.

Entre los umbrales de Agua Agronómica y Agua Fácilmente Utilizable se encuentra el agua libre a disponibilidad de la planta y que ésta puede absorber sin una limitación evidente.

En la definición de este espacio de Agua Fácilmente Utilizable, se han establecido los límites de agua en el suelo en función de la tensión de retención del mismo. En el límite superior tenemos los 0.33 bares, que es el valor aceptado de forma genérica, y en el límite inferior 3.5 bares. Si bien es verdad que a medida que el suelo dispone de menos agua y en consecuencia la tensión de retención aumenta, las plantas deben realizar un esfuerzo superior (equivalente a la tensión de retención) para absorber el agua, también es acertado plantear que en los valores de tensión más bajos la planta realiza esta absorción de forma no traumática, y a medida que vamos aumentando la tensión de retención el esfuerzo de la planta (y en consecuencia su capacidad para absorber agua) ya no es tan liviano. Para los cultivos hortícolas se considera que a partir de 1 bar ya existen limitaciones importantes para que la planta absorba agua, en los cultivos base de este estudio se ha considerado que este límite podría estar a 3.5 bares, aun cuando a este nivel de retención seguro que algunos cultivos ya empiezan a reducir su capacidad de absorber agua del suelo, y entrar en la fase de limitación de absorción que más adelante se discute. No obstante, y para aquellos cultivos que a valores próximos de 3.5 bares ya pueda verse limitada su capacidad de absorción, esta limitación no será muy grande y no debería afectar al planteamiento general del análisis, mientras que el disponer de un valor unificado para todos los cultivos presenta sustanciales ventajas de gestión.

A partir del umbral de Agua Fácilmente Utilizable hacia la parte inferior del depósito, aunque existe agua disponible y utilizable por parte de los cultivos, la dificultad con que las plantas pueden absorber esta agua va aumentando a medida que se vacía el depósito.

Para los casos en los que las plantas tengan que absorber agua de esta parte del depósito se ha introducido, en los cálculos de absorción, el factor de mayor resistencia del suelo a liberar esta agua, y que reduce la capacidad de Transpirar agua de los cultivos.



**Figura 4.3.** El significado de los umbrales y las diferentes características de las tipologías de disponibilidad de agua.

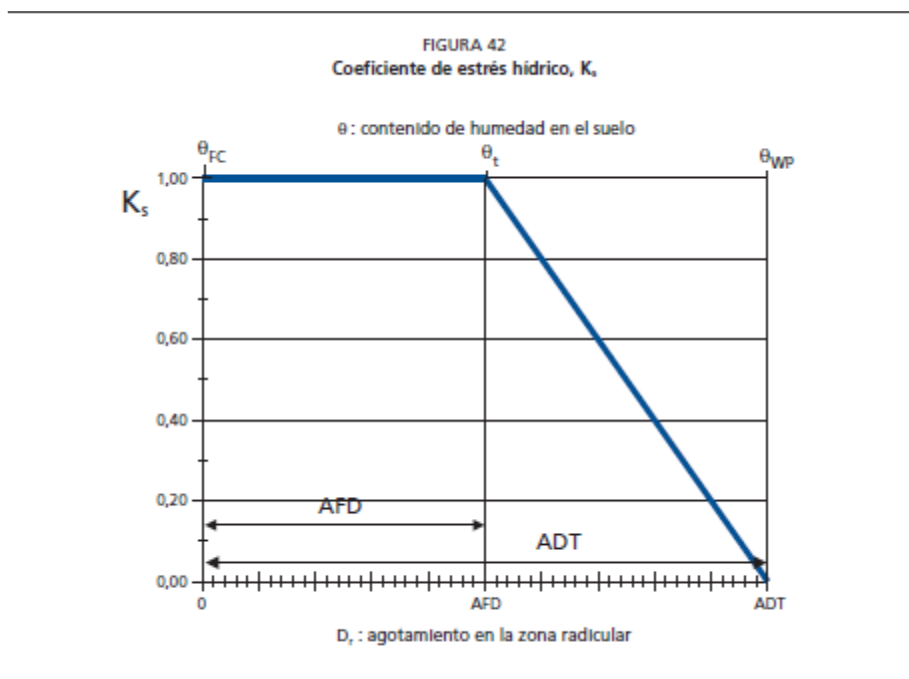


Si originalmente se parte de la expresión general de la estimación de la ETc (Eq. 01) ( $ET_c = ETo \cdot K_c$ ) en estos casos donde aumenta la resistencia a la absorción de agua del suelo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$ET_c = ETo \cdot K_c \cdot K_s \quad \text{[Eq. 18]}$$

Cuando el agua existente en el suelo llega a ser retenida a una tensión igual o superior a 15 bares se considera que las plantas no son capaces de extraer más agua del suelo. A este punto se le denomina Punto de Marchitez Permanente (PMP ó PWP) (Fig. 4.5). Por consiguiente, aun cuando exista agua en el suelo, se considera a efectos de reservas para las plantas que el depósito está a 0.

Siendo  $K_s$  el coeficiente de estrés hídrico (Fig. 4.4)



**Figura 4.4.** Coeficiente de estrés hídrico ( $K_s$ ) (Allen et al., 1998 – FAO 056), definiendo en este estudio la  $\Theta_t$  correspondiente a la disponibilidad de agua en el suelo para una tensión de en el valor de 3.5 bares. AFD = Agua de Fácil Disposición; ADT = Agua Disponible Total para la planta.

## Los Umbrales y los Valores

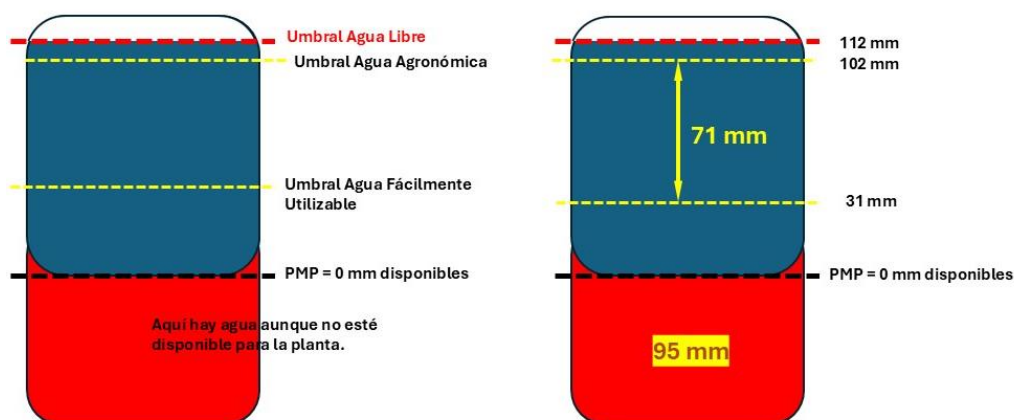


Figura 4.5. El agua que hay en el suelo y que la planta nunca utilizará.

El PMP se definió a 15 bares para el cultivo del girasol y se ha considerado agronómicamente un valor único y válido para todos los cultivos. No obstante, no todos los cultivos presentan la misma capacidad de succión y de nuevo este valor es altamente dependiente del cultivo al que se asocie. Para los cultivos hortícolas podría ser inferior a los 10 bares y para el olivo probablemente cerca de los 30 bares. Aun conociendo este aspecto, en el estudio se ha decidido unificar la referencia de PMP para un valor de agua en el suelo a una tensión de 15 bares.

*Descripción de los criterios de manejo de los diferentes sistemas de riego que se contemplan en el estudio.*

El estudio contempla tres tipologías de riego.

1. Riego localizado.
2. Riego por Aspersión
3. Riego por Inundación

Los criterios de manejo de cada sistema de riego se presentan en la tabla 4.3

**Tabla 4.3.** Criterios de manejo de los diferentes sistemas de riego.

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Sistema	Frecuencia de Riegos	Riego Mínimo	Inicio del Riego
Localizado	Diaria	3 mm	1 de enero
Aspersión	Acumulación de Requerimientos de Riego	15 mm	1 de enero
Inundación	Turnos de 45 a 15 días	120 mm	15 de marzo

La distribución de sistemas de riego, en el escenario actual y en uno posible del 2040 se presenta en la tabla 4.4.

**Tabla 4.4.** Distribución de los sistemas de riego por cultivos y en dos momentos diferentes.

CULTIVO	Situación Actual			Situación 2040		
	Aspersión	Inundación	Localizado	Aspersión	Inundación	Localizado
* Melotonero	0%	40%	60%	0%	0%	100%
* Almendro	0%	60%	40%	0%	0%	100%
* Manzano	0%	75%	25%	0%	0%	100%
* Peral	0%	80%	20%	0%	5%	95%
* Nogal	0%	20%	80%	0%	5%	95%
* Olivo	0%	75%	25%	0%	5%	95%
* Viña	0%	10%	90%	0%	0%	100%
* Maiz	10%	90%	0%	90%	5%	5%
* Alfalfa	10%	90%	0%	95%	5%	0%
* Girasol	10%	90%	0%	95%	5%	0%
* Soja	10%	90%	0%	95%	5%	0%
* Doble Cosecha	10%	90%	0%	95%	5%	0%
* Cereales Inv.	10%	90%	0%	95%	5%	0%

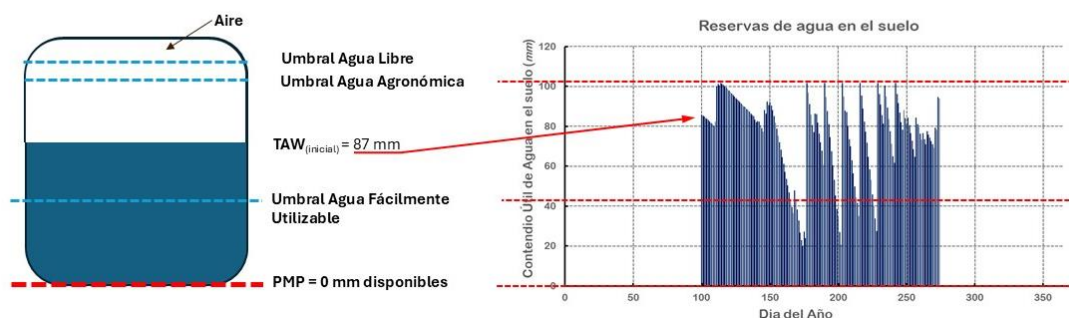
### Crterios para la gestión del riego en función de la disponibilidad de agua en el suelo.

La estación de riego se inicia cuando el cultivo lo demanda en los casos de Localizado y Aspersión, y el 15 de marzo en el caso de inundación, y el contenido inicial del agua en el suelo es el valor del  $TAW_{(inicio)}$  (Fig. 4.6).

Para el cálculo de la  $TAW_{(inicio)}$ , que se determina en base a  $TAW_{(inicio)} = TAW_{(full)} * \% TAW_{(h)(inicio\ campaña)}$ , se utilizan unos porcentajes de inicio, en función del año climático: 85% para un año húmedo, 60% para un año medio y 25% para un año seco.

En función de la demanda de agua del cultivo y del sistema de riego se decide diariamente si se riega o no el cultivo, y se va reflejando en la figura de control como evolucionaria el nivel de agua del suelo, atendiendo a la posible aportación por riego y/o lluvia y a la demanda evapotranspirativa del cultivo.

#### Evolución del agua en el depósito en función del riego y de la demanda hídrica



**Figura 4.6.** Detalle de cómo se traslada a un gráfico de evolución estacional el contenido de agua útil en el suelo.

Los criterios básicos de gestión del riego han sido:

- En cualquier sistema de riego existe una dotación de riego mínima, si un día no se cumple con el mínimo, no se riega y la demanda se acumula a la del día siguiente.
- Aunque el balance diario de agua sea positivo (la precipitación efectiva ha sido superior a la demanda evapotranspirativa), si el contenido de agua en el suelo está por debajo del Umbral de Agua Fácilmente Utilizable, se riega un riego mínimo.
- Si el contenido de agua en el suelo está por debajo del Umbral de Agua Fácilmente Utilizable, se aplica el  $K_s$  para determinar la ETC.
- En riego por inundación no se riega (se salta un turno) si el depósito de agua en el suelo está igual o superior al 75% de capacidad en los meses más calurosos o a un 65% en los meses de invierno e inicio de primavera. Para los

cultivos de la viña y el trigo se salta el turno de riego si el contenido hídrico del suelo es igual o superior al 60% a lo largo de todo su ciclo de cultivo.

*Descripción de los criterios de manejo de los diferentes sistemas de riego que se contemplan en el estudio.*

En base a los datos de la Tabla 4.1. y a todos los parámetros y criterios que se han analizado anteriormente se procede a determinar el balance de agua en el suelo y la programación del riego.

En la Tabla 4.5 se presenta un período reducido del ciclo del maíz donde se presentan los valores de los principales outputs del procedimiento de cálculo que se utiliza para determinar el balance global de agua y determinar la programación del riego.

Las primeras columnas de la tabla 4.5, se corresponden en concepto a las que se presentan en la Tabla 4.1. y que básicamente se refieren a las condiciones climáticas del año elegido para la zona de estudio (Lluvia, ETo, Lluvia Efectiva), así como parámetros ya más propios del cultivo como la Kc, y por consiguiente, la ETC y el Balance diario [ETc-Lluvia Eff].

En la parte inferior se presentan los datos anuales de ETo, Lluvia y Lluvia Efectiva, así como los de la ETC anual, si todo el año hubiese estado dedicado el suelo únicamente a este cultivo (números rojos de la parte inferior de la tabla).

**Tabla 4.5.** Evolución del balance hídrico del suelo y programación del riego.

Semana	Dia	Kc	Lluvia	ETo	LLuvia Eff	ETc	Balance	Storage (i)	Storage (f)	Ks	ETcr	Riego	Dot. B.	ETc	ETo	Lluvia	Lluvia Eff
27	4/jul	0.90	0.00	5.11	0.00	4.60	4.60	83.52	78.93	1.00	4.60	0	0	4.60	5.11	0.00	0.00
27	5/jul	0.90	0.00	5.19	0.00	4.67	4.67	78.93	74.25	1.00	4.67	0	0	4.67	5.19	0.00	0.00
27	6/jul	0.90	15.20	2.95	12.92	2.65	-10.27	74.25	84.52	1.00	2.65	0	0	2.65	2.95	15.20	12.92
28	7/jul	1.20	0.13	4.22	0.00	5.07	5.07	84.52	79.45	1.00	5.07	0	0	5.07	4.22	0.13	0.00
28	8/jul	1.20	0.00	6.32	0.00	7.59	7.59	79.45	71.86	1.00	7.59	0	0	7.59	6.32	0.00	0.00
28	9/jul	1.20	0.00	6.26	0.00	7.52	7.52	71.86	101.79	1.00	7.52	91	120	7.52	6.26	0.00	0.00
28	10/jul	1.20	0.00	6.36	0.00	7.64	7.64	101.79	94.15	1.00	7.64	0	0	7.64	6.36	0.00	0.00
28	11/jul	1.20	0.00	6.31	0.00	7.58	7.58	94.15	86.58	1.00	7.58	0	0	7.58	6.31	0.00	0.00
28	12/jul	1.20	0.00	4.65	0.00	5.58	5.58	86.58	81.00	1.00	5.58	0	0	5.58	4.65	0.00	0.00
28	13/jul	1.20	0.00	6.08	0.00	7.30	7.30	81.00	73.70	1.00	7.30	0	0	7.30	6.08	0.00	0.00
29	14/jul	1.20	0.00	6.38	0.00	7.66	7.66	73.70	66.04	1.00	7.66	0	0	7.66	6.38	0.00	0.00
29	15/jul	1.20	0.00	6.21	0.00	7.46	7.46	66.04	58.58	1.00	7.46	0	0	7.46	6.21	0.00	0.00
29	16/jul	1.20	0.00	5.09	0.00	6.10	6.10	58.58	52.48	1.00	6.10	0	0	6.10	5.09	0.00	0.00
29	17/jul	1.20	0.00	5.34	0.00	6.41	6.41	52.48	46.07	1.00	6.41	0	0	6.41	5.34	0.00	0.00
29	18/jul	1.20	0.00	6.57	0.00	7.88	7.88	46.07	38.19	1.00	7.88	0	0	7.88	6.57	0.00	0.00
29	19/jul	1.20	0.00	5.77	0.00	6.93	6.93	38.19	31.26	1.00	6.93	0	0	6.93	5.77	0.00	0.00
29	20/jul	1.20	0.00	5.83	0.00	7.00	7.00	31.26	24.26	1.00	7.00	0	0	7.00	5.83	0.00	0.00
30	21/jul	1.20	0.00	5.75	0.00	6.90	6.90	24.26	18.76	0.80	5.50	0	0	6.90	5.75	0.00	0.00
30	22/jul	1.20	0.00	4.96	0.00	5.96	5.96	18.76	101.79	1.00	5.96	91	120	5.96	4.96	0.00	0.00
30	23/jul	1.20	0.00	5.93	0.00	7.12	7.12	101.79	94.67	1.00	7.12	0	0	7.12	5.93	0.00	0.00
30	24/jul	1.20	0.00	4.97	0.00	5.96	5.96	94.67	88.71	1.00	5.96	0	0	5.96	4.97	0.00	0.00
			228	1156	180	708		Dif. SWC =	64.22		651	912	1200	656	832	160	129
												NR = 10					

A partir de aquí ya vienen los valores obtenidos en la aplicación de los parámetros, conceptos y criterios analizados anteriormente en este apartado.

El valor del Storage(i) se corresponde con el nivel de reservas de agua en el suelo al inicio del día. En la primera fila de la tabla 4.6, que se correspondía al día 4 de julio, se observa que el Storage(i) tiene un valor de 83.52 mm. Para este valor de agua en el suelo el  $K_s = 1$  (Figura 4, donde el valor crítico estaría en 30.42 mm), y en consecuencia la ETcr (ETc real del cultivo) es igual a la ETc teórica (4.60 mm). Para este día no le corresponde riego (Riego = 0). En consecuencia, Storage(f) (nivel de reservas de agua al final del día) presenta un valor de 78.93 (Storage(f) = Storage(i) – ETcr + Lluvia Eff + Riego) ( $78.93 = 83.52 - 4.60 + 0.00 + 0.00$ ).

Los días como el 9 de julio que, si le corresponde un riego, hay un salto positivo del almacenamiento de agua en el suelo Storage(i) = 71.86 y Storage(f)=101.79. Obsérvese que los 71.86 mm (inicial) más el agua de riego (91 mm de agua infiltrada en el suelo) ) menos la ETcr (7.52) son muy superiores al valor de Storage(f) (101.79 mm) y esto se debe a que el suelo tiene una capacidad máxima de almacenar agua de 111.74 mm (en el umbral de agua libre), el resto no se almacena en el depósito y se marcha ya sea vía escorrentía superficial o percolación en profundidad.

En la parte inferior central del cuadro se presente la Dif de SWC (Diferencia entre el contenido de agua en el suelo el primer día de campaña y la del último día) lo que indica un aumento en 64 mm de las reservas de agua de este suelo.

También en la parte inferior derecha se presentan los datos acumulados de la campaña correspondientes al ciclo del cultivo:

ETcr (Evapotranspiración real del cultivo) = 651 mm

Riego Efectivo = 912 mm

Dotación Bruta de Riego = 1200 mm

ETc = 656 mm

ETo = 832 mm

Lluvia = 160 mm

Lluvia Eff. = 129 mm

Y finalmente el número de riegos (NR) = 10.

Un dato interesante de esta tabla es la ratio entre la ETcr y la ETc (teórica) del período del cultivo, que nos indica la potencialidad productiva del cultivo

$$\text{Potencialidad del cultivo} = \text{ETcr} / \text{ETc} = 651 / 656 = \mathbf{0.99}$$

La potencialidad productiva de este maíz es del 99%, en las condiciones de cultivo (suelo, año climático, sistema de riego, ..).

## Procesado de datos.

El procesado de datos para elaborar toda la información que se presenta en esta trabajo se ha realizado en la aplicación Excel corriendo modelos de simulaciones hídricas definidas en Visual Basic for Excel y Python.

## Presentación de resultados.

Para cada uno de los 3159 escenarios analizados en este trabajo existe un output que aglutina los resultados más significantes (Fig. 4.7)

En la parte superior izquierda de la Ficha Resumen del Escenario estudiado se identifica el número de ficha. A título de ejemplo (y número ficticio porque no se llega a este valor) el que existe en la Ficha de la Figura 00 es 5000. En la parte final de este apartado se detalla como identificar el número de ficha que se corresponde a un escenario concreto.

El escenario (Cultivo, Zona, Suelo, Sistema de Riego y Año climático) que describe la ficha, se encuentra visible en la parte superior de la misma. Debajo de cada uno de los factores del escenario se detallan las características principales definidas para el correspondiente factor.

- Para el Cultivo se detalla la profundidad de las raíces, las fechas de inicio y final de ciclo, y el % de cobertura del suelo (ocupación del espacio).
- Para el Sector se identifican las estaciones climáticas utilizadas (hasta tres estaciones climáticas diferentes). En el caso de que no se utilicen tres, se indican las que se utilizan. También se presenta al final la superficie regable de este sector, independientemente del cultivo al que se dedique.
- Para el suelo se detalla la profundidad del suelo, el % de elementos gruesos y la eficiencia hidráulica (que representa una combinación de la capacidad de infiltración de agua en el suelo y la conductividad hidráulica de este suelo).
- Para el sistema de riego se especifica la frecuencia de riego (en este caso la frecuencia de referencia), la eficiencia inicialmente estimada, el riego mínimo y la dotación de riego (básico para el riego por inundación).
- Para Año Climático, el año elegido como representante de esta tipología, la frecuencia en la que se presenta (en la ficha de ejemplo, año seco) en un período

de 11 años. En la parte inferior de esta zona se informa del número de riegos que se han practicado en este caso concreto.

Las figuras de la ficha grafican los diferentes parámetros de la Tabla 4.5:

- En la figura superior (Información del Clima) se grafican los parámetros ETo, ETc y Lluvia.
- En la figura central (Calendario de Riegos) se presentan los valores de la ETc y ETcr, y los eventos de Riego (Riego y Dotación Bruta).
- En la figura inferior (Reservas de agua en el suelo) se presenta la evolución estacional durante las fechas de cultivo, del contenido de agua útil en el suelo.

El contenido de esta última figura (reservas de agua en el suelo) permite tener una visión rápida de las pautas de hidratación del cultivo.

En la parte izquierda inferior se presenta un plano de la zona regable dels Canals d’Urgell con indicación de donde se ubica el Sector estudiado.

En la parte izquierda central se ubican cuatro grupos de datos que identifican:

- En el recuadro superior los datos del clima: ETo, Lluvia y Lluvia Eff. Tanto el total anual como el del período concreto del cultivo en cuestión. Estos datos son reflejo de los determinados en procedimientos anteriores y aquí identificados en la parte inferior de la Tabla 4.5.
- En el recuadro intermedio se presentan los datos referentes al agua utilizada (ETcr) o potencialmente utilizada (ETc) por el cultivo y a la estimación de su productividad.

Para la estimación de la productividad se utiliza la ratio ETcr/ETc que se introduce en la función de producción del cultivo estudiado. Si la función de producción es lineal (Tipo 1):

$$\text{Productividad} = a * (\text{ETcr}/\text{ETc}) + b \quad [\text{Eq. 19}]$$

Siendo a y b los parámetros de la función de este cultivo, descritos en la tabla 2.2.

y si la función es del Tipo 2 (polinómica),

$$\text{Productividad} = a * (\text{ETcr}/\text{ETc})^2 + b * (\text{ETcr}/\text{ETc}) + c \quad [\text{Eq. 20}]$$

- En el tercero e inferior de los recuadros se presentan datos referentes al riego: Los requerimientos teóricos de riego, el volumen de agua infiltrada en la parcela y el volumen de agua aplicada a la parcela (Dotación Bruta a pie de Parcela).



*Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.*

- Finalmente, en el recuadro inferior se presenta el diferencial de agua en el suelo, desde el inicio del cultivo al final del mismo.

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de "Els Canals d'Urgell" que aseguren una producción estable y sostenible.

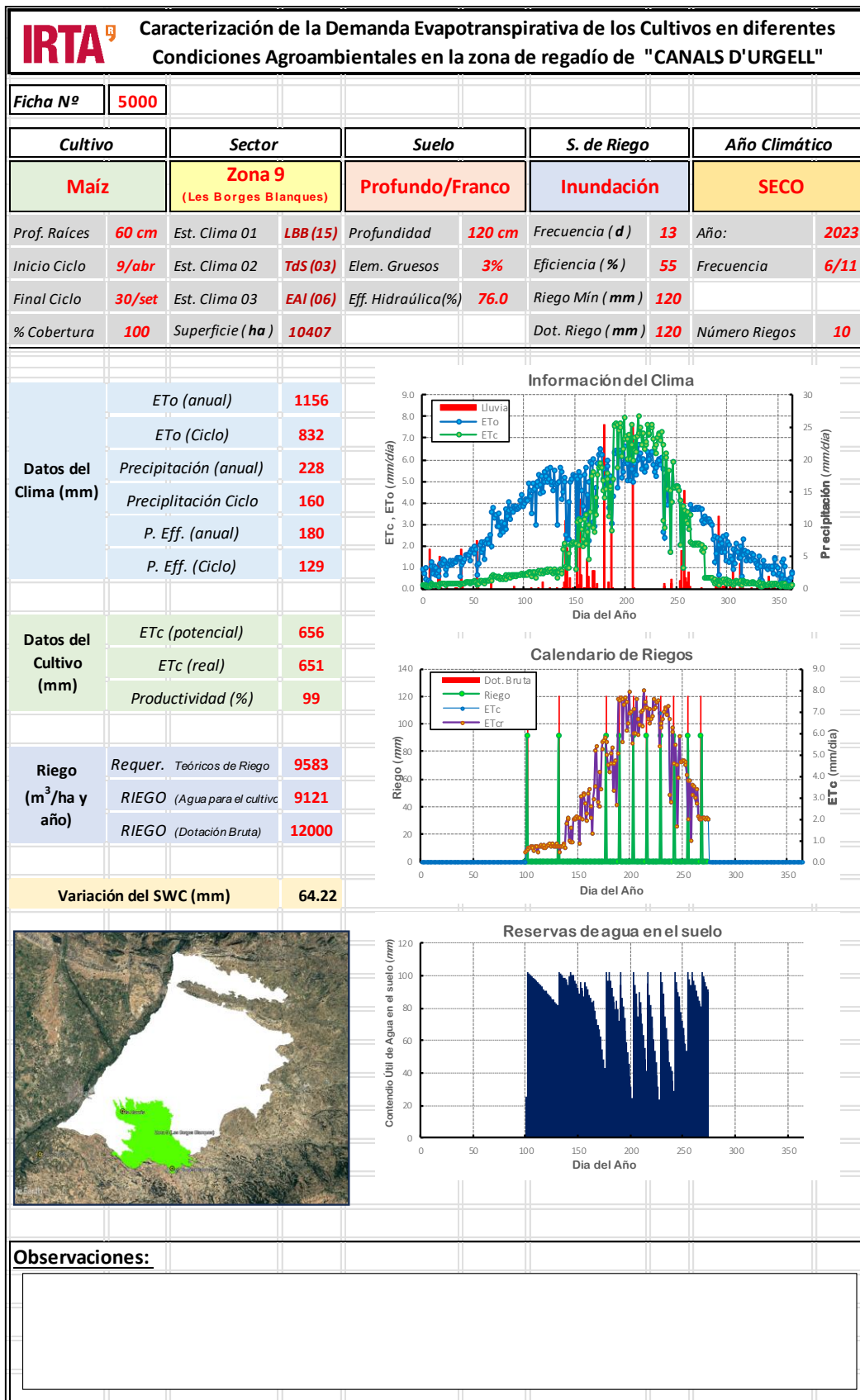


Figura 4.7. Ficha Resumen Tipo de cada uno de los Escenarios analizados

## Como identificar el número de ficha que se corresponde a un escenario concreto

Para identificar el número de ficha que represente un escenario concreto se buscará primero el número inicial de ficha del cultivo (Tabla 4.6) y después el número relativo de ficha (Tabla 4.7) que represente el escenario buscado, y se aplica el siguiente algoritmo:

$$\text{Ficha Buscada} = \text{N. Inicio Fichas Cultivo} + \text{Número Relativo de Ficha} - 1$$

Supongamos que se quiere ver el resultado del maíz regado por aspersión en un suelo tipo 2 y un año seco de la zona 4.

En la tabla 4.7 el número que se corresponde a un cultivo de la zona 4, año seco, suelo 2 y aspersión, es el 085. En la tabla 4.6 vemos que el número de ficha de Inicio del maíz es 1702. La ficha buscada será el número de ficha de inicio del cultivo elegido (1702), más el número elegido de la tabla 4.7 (85), menos 1.

$$\text{Ficha Buscada} = 85 + 1702 - 1 = 1786$$

1786 es la ficha que se busca.

**Tabla 4.6.** Números Inicial y Final de Ficha para cada Cultivo

Cultivo		Número de Ficha	
#	Cultivo	Inicial	Final
1	Melocotonero	0001	0243
2	Almendro	0244	0486
3	Manzano	0487	0729
4	Peral	0730	0972
5	Nogal	0973	1215
6	Olivo	1216	1458
7	Viña	1459	1701
8	Maíz	1702	1944
9	Alfalfa	1945	2187
10	Girasol	2188	2430
11	Soja	2431	2673
12	Doble Cosecha	2674	2916
13	Trigo (C. Invierno)	2917	3159

**Tabla 4.7.** Números Relativos de Ficha (dentro de un cultivo) en función de la definición de variables.

			Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9
<b>A. Seco</b>	<b>Suelo 1</b>	<b>Apersión</b>	0001	0028	0055	0082	0109	0136	0163	0190	0217
		<b>Inundación</b>	0002	0029	0056	0083	0110	0137	0164	0191	0218
		<b>Localizado</b>	0003	0030	0057	0084	0111	0138	0165	0192	0219
	<b>Suelo 2</b>	<b>Apersión</b>	0004	0031	0058	0085	0112	0139	0166	0193	0220
		<b>Inundación</b>	0005	0032	0059	0086	0113	0140	0167	0194	0221
		<b>Localizado</b>	0006	0033	0060	0087	0114	0141	0168	0195	0222
	<b>Suelo 3</b>	<b>Apersión</b>	0007	0034	0061	0088	0115	0142	0169	0196	0223
		<b>Inundación</b>	0008	0035	0062	0089	0116	0143	0170	0197	0224
		<b>Localizado</b>	0009	0036	0063	0090	0117	0144	0171	0198	0225
<b>A. Medio</b>	<b>Suelo 1</b>	<b>Apersión</b>	0010	0037	0064	0091	0118	0145	0172	0199	0226
		<b>Inundación</b>	0011	0038	0065	0092	0119	0146	0173	0200	0227
		<b>Localizado</b>	0012	0039	0066	0093	0120	0147	0174	0201	0228
	<b>Suelo 2</b>	<b>Apersión</b>	0013	0040	0067	0094	0121	0148	0175	0202	0229
		<b>Inundación</b>	0014	0041	0068	0095	0122	0149	0176	0203	0230
		<b>Localizado</b>	0015	0042	0069	0096	0123	0150	0177	0204	0231
	<b>Suelo 3</b>	<b>Apersión</b>	0016	0043	0070	0097	0124	0151	0178	0205	0232
		<b>Inundación</b>	0017	0044	0071	0098	0125	0152	0179	0206	0233
		<b>Localizado</b>	0018	0045	0072	0099	0126	0153	0180	0207	0234
<b>A. Húmedo</b>	<b>Suelo 1</b>	<b>Apersión</b>	0019	0046	0073	0100	0127	0154	0181	0208	0235
		<b>Inundación</b>	0020	0047	0074	0101	0128	0155	0182	0209	0236
		<b>Localizado</b>	0021	0048	0075	0102	0129	0156	0183	0210	0237
	<b>Suelo 2</b>	<b>Apersión</b>	0022	0049	0076	0103	0130	0157	0184	0211	0238
		<b>Inundación</b>	0023	0050	0077	0104	0131	0158	0185	0212	0239
		<b>Localizado</b>	0024	0051	0078	0105	0132	0159	0186	0213	0240
	<b>Suelo 3</b>	<b>Apersión</b>	0025	0052	0079	0106	0133	0160	0187	0214	0241
		<b>Inundación</b>	0026	0053	0080	0107	0134	0161	0188	0215	0242
		<b>Localizado</b>	0027	0054	0081	0108	0135	0162	0189	0216	0243

## 5. Resultados.

En este apartado del estudio se presentan los resultados de la demanda de Dotación Bruta a pie de parcela para cada uno de los cultivos, así como los indicadores de la productividad, para posteriormente, con una visión más integral, presentar un resumen de todo el conjunto para estimar los requerimientos hídricos y las potenciales productividades de los diferentes escenarios a nivel global.

### Análisis por Cultivos

De forma sistemática para cada cultivo se presenta la tabla general de Dotaciones Brutas requeridas en cada uno de los 243 escenarios, seguido de una tabla donde se agrupan los resultados de los diferentes tipos de suelo y en la parte inferior de la tabla (en rojo) las demandas medias de los años seco y medio por zona y por sistema de riego.

Los motivos de utilizar la media de los años secos y medios son básicamente que, como se puede observar en la tabla 3.2, la frecuencia de aparición de años húmedos es baja, mucho más baja que la que se presenta en las otras tipologías. Un segundo motivo es que las previsiones deben asegurar una dotación de agua en aquellos años en que el cultivo va a padecer un déficit hídrico superior, y si bien no para el más seco, si para la media de las tipologías más desfavorables.

La tercera de las tablas que se presenta es una simulación de los requerimientos totales en Hm<sup>3</sup> para el cultivo en el escenario actual de distribución de cultivos y sistemas de riego, y la cuarta tabla hace referencia a esta simulación para un escenario posible del 2040. Para el cálculo de estas tablas se han utilizado las distribuciones de cultivo de las tablas 2.1 y 2.4, y las distribuciones de sistemas de riego de la tabla 4.4.

Finalmente se presentan indicadores de la productividad en los diferentes escenarios de presente y futuro.

## El Melocotonero

**Tabla 5.1.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo del Melocotonero.

Cultivo: Melocotonero			Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Suelo - 01	Aspersión	9,375	9,404	8,495	8,193	8,370	8,762	8,537	8,825	8,795
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	7,202	7,202	7,149	6,458	6,806	6,815	6,841	7,099	6,883
	Suelo - 02	Aspersión	9,050	9,375	8,510	8,208	8,370	8,754	8,854	8,806	8,702
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	7,285	7,202	7,149	6,787	6,806	6,851	6,990	7,150	7,113
	Suelo - 03	Aspersión	9,428	9,428	9,158	8,208	8,370	9,026	8,722	8,829	8,820
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	7,557	7,346	7,338	6,787	6,806	7,110	7,017	7,162	7,131
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	8,456	8,205	8,595	8,172	8,146	8,197	7,425	7,595	8,687
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,516	6,516	6,973	6,560	6,583	6,864	6,090	6,303	7,105
	Suelo - 02	Aspersión	8,291	8,205	8,934	8,295	8,285	8,586	7,537	8,143	8,866
		Inundación	10,800	10,800	12,000	10,800	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,608	6,575	7,099	6,725	6,583	6,790	6,088	6,526	7,255
	Suelo - 03	Aspersión	8,263	8,263	8,757	8,295	8,285	8,575	7,537	8,143	9,114
		Inundación	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,766	6,702	7,099	6,725	6,583	6,793	6,065	6,635	7,255
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	7,407	7,407	8,010	8,100	7,238	7,593	7,502	7,679	7,707
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	9,600	10,800	10,800	12,000	12,000
		Localizado	5,838	5,838	6,409	6,056	5,825	6,169	6,009	6,276	6,073
	Suelo - 02	Aspersión	7,410	7,410	8,001	8,101	7,238	7,381	7,450	7,680	7,661
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	9,600	12,000	10,800	10,800	10,800
		Localizado	5,838	5,838	6,409	6,056	5,825	5,945	5,765	6,276	6,067
	Suelo - 03	Aspersión	7,410	7,410	8,001	8,101	7,238	7,381	7,450	7,680	7,661
		Inundación	9,600	9,600	10,800	12,000	9,600	12,000	10,800	10,800	9,600
		Localizado	5,838	5,838	6,409	6,056	5,825	5,945	5,765	6,276	6,067

**Tabla 5.2.** Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Melocotonero agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Melocotonero									Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Sistema de Riego	Zona																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9									
SECO	Aspersión	9,284	9,402	8,721	8,203	8,370	8,847	8,704	8,820	8,772									
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	7,348	7,250	7,212	6,678	6,806	6,925	6,949	7,137	7,042									
MEDIO	Aspersión	8,337	8,225	8,762	8,254	8,239	8,453	7,499	7,960	8,889									
	Inundación	11,200	11,200	11,600	11,200	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	6,630	6,598	7,057	6,670	6,583	6,816	6,081	6,488	7,205									
HUMEDO	Aspersión	7,409	7,409	8,004	8,101	7,238	7,452	7,467	7,680	7,676									
	Inundación	11,200	11,200	11,600	12,000	9,600	11,600	10,800	11,200	10,800									
	Localizado	5,838	5,838	6,409	6,056	5,825	6,020	5,846	6,276	6,069									
SECO / MEDIO	Aspersión	8,810	8,814	8,742	8,229	8,304	8,650	8,102	8,390	8,831									
	Inundación	11,600	11,600	11,800	11,600	11,400	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	6,989	6,924	7,135	6,674	6,694	6,870	6,515	6,812	7,124									

Tabla 5.3. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Melocotonero en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Melocotonero									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores							
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
		(Superficie (ha))	3.1	6.5	21.7	24.0	5.2	239.1	78.0	506.4	611.1	1495.1							
		(%)(superficie)	(0.06)	(0.11)	(0.32)	(0.63)	(0.15)	(1.23)	(1.00)	(8.97)	(5.87)	(ha)							
	DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m <sup>3</sup> /ha						
Inundación		40%	0.01	0.03	0.10	0.11	0.02	1.15	0.37	2.43	2.93	8,956							
Localizado		60%	0.01	0.03	0.09	0.10	0.02	0.99	0.31	2.07	2.61	Hm <sup>3</sup>							
		Total	0.03	0.06	0.20	0.21	0.04	2.13	0.68	4.50	5.55	13.39							

Tabla 5.4. Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo del Melocotonero en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Melocotonero									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores							
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
		(Superficie (ha))	5.7	12.0	39.9	44.1	9.6	439.8	143.5	931.2	1123.8	2749.4							
		(%)(superficie)	(0.11)	(0.19)	(0.58)	(1.15)	(0.27)	(2.26)	(1.85)	(16.49)	(10.80)	(ha)							
	2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m <sup>3</sup> /ha						
Inundación		0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6,936							
Localizado		100%	0.04	0.08	0.28	0.29	0.06	3.02	0.93	6.34	8.01	Hm <sup>3</sup>							
		Total	0.04	0.08	0.28	0.29	0.06	3.02	0.93	6.34	8.01	19.07							

Tabla 5.5. Productividad estimada del cultivo del Melocotonero en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Melocotonero									Producción (%)	
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
DUN 2022		(Superficie (ha))	3.1	6.5	21.7	24.0	5.2	239.1	78.0	506.4	611.1	1495.1
		(%)(superficie)	(0.06)	(0.11)	(0.32)	(0.63)	(0.15)	(1.23)	(1.00)	(8.97)	(5.87)	(ha)
	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	40%	0.12	0.24	0.81	0.91	0.21	7.85	2.71	19.88	20.76	95.8%
	Localizado	60%	0.19	0.39	1.30	1.44	0.31	14.35	4.68	30.38	36.67	Relativo P.
		<b>Total</b>		<b>0.30</b>	<b>0.63</b>	<b>2.11</b>	<b>2.35</b>	<b>0.52</b>	<b>22.19</b>	<b>7.39</b>	<b>50.26</b>	<b>57.42</b>

Tabla 5.6. Productividad estimada del cultivo del Melocotonero en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Melocotonero									Producción (%)	
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2040		(Superficie (ha))	5.7	12.0	39.9	44.1	9.6	439.8	143.5	931.2	1123.8	2749.4
		(%)(superficie)	(0.11)	(0.19)	(0.58)	(1.15)	(0.27)	(2.26)	(1.85)	(16.49)	(10.80)	(ha)
	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0%
	Localizado	100%	0.57	1.20	3.99	4.41	0.96	43.98	14.35	93.12	112.38	Relativo P.
		<b>Total</b>		<b>0.57</b>	<b>1.20</b>	<b>3.99</b>	<b>4.41</b>	<b>0.96</b>	<b>43.98</b>	<b>14.35</b>	<b>93.12</b>	<b>112.38</b>



## El Almendro

**Tabla 5.7.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo del Almendro.

Cultivo: Almendro			Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Suelo - 01	Aspersión	9,746	9,777	9,930	9,381	9,612	9,579	9,705	10,078	9,804
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	8,233	8,233	8,160	7,560	7,807	7,919	7,824	8,116	7,879
	Suelo - 02	Aspersión	10,132	10,132	10,185	9,398	9,612	9,596	10,035	10,069	10,143
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	8,334	8,372	8,352	7,686	7,807	7,952	7,989	8,228	8,061
	Suelo - 03	Aspersión	10,587	10,587	10,492	9,398	9,612	10,124	9,947	10,113	10,252
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	8,496	8,496	8,484	7,686	7,807	8,247	8,019	8,237	8,159
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	9,662	9,662	10,189	9,426	9,268	9,796	8,721	9,365	10,523
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	7,554	7,554	8,152	7,505	7,667	7,662	7,130	7,366	8,071
	Suelo - 02	Aspersión	9,526	9,526	9,868	9,426	9,268	9,245	8,791	9,522	10,162
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	7,559	7,646	8,155	7,505	7,667	7,740	7,121	7,462	8,263
	Suelo - 03	Aspersión	9,454	9,454	9,959	9,426	9,268	9,461	8,824	9,522	10,367
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	7,876	7,649	8,364	7,505	7,667	7,800	7,125	7,466	8,353
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	9,154	9,154	8,939	9,403	8,189	10,124	8,587	8,860	9,687
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,878	6,878	7,150	6,737	6,502	7,392	7,180	7,280	7,052
	Suelo - 02	Aspersión	8,090	8,090	9,259	8,351	8,170	8,478	8,080	9,055	9,188
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	10,800
		Localizado	6,878	6,634	7,307	6,737	6,502	6,865	6,710	7,280	7,052
	Suelo - 03	Aspersión	8,090	8,090	8,994	8,351	8,170	8,506	8,080	8,880	9,188
		Inundación	10,800	10,800	12,000	12,000	10,800	12,000	10,800	12,000	9,600
		Localizado	6,634	6,634	7,335	6,737	6,502	6,836	6,710	7,240	7,101

**Tabla 5.8.** Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Almendro agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Almendro									Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)	
Año Climático	Sistema de Riego	Zona										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
SECO	Aspersión	10,155	10,166	10,202	9,392	9,612	9,766	9,896	10,087	10,067		
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000		
	Localizado	8,354	8,367	8,332	7,644	7,807	8,039	7,944	8,194	8,033		
MEDIO	Aspersión	9,547	9,547	10,005	9,426	9,268	9,501	8,779	9,470	10,351		
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000		
	Localizado	7,663	7,617	8,223	7,505	7,667	7,734	7,125	7,431	8,229		
HUMEDO	Aspersión	8,444	8,444	9,064	8,702	8,176	9,036	8,249	8,932	9,354		
	Inundación	11,600	11,600	12,000	12,000	10,800	12,000	11,600	12,000	10,800		
	Localizado	6,797	6,715	7,264	6,737	6,502	7,031	6,867	7,266	7,068		
SECO / MEDIO	Aspersión	9,851	9,856	10,104	9,409	9,440	9,633	9,337	9,778	10,209		
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000		
	Localizado	8,009	7,992	8,278	7,575	7,737	7,887	7,535	7,813	8,131		

Tabla 5.9. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Almendro en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Almendro									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )	
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	268.9	30.7	66.2	5.4	1.0	293.1	64.4	371.5	968.9	2070.1
		(%)(superficie)	(5.34)	(0.50)	(0.96)	(0.14)	(0.03)	(1.51)	(0.83)	(6.58)	(9.31)	(ha)
	DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inundación	60%	1.94	0.22	0.48	0.04	0.01	2.11	0.46	2.67	6.98	10,402
	Localizado	40%	0.86	0.10	0.22	0.02	0.00	0.92	0.19	1.16	3.15	Hm <sup>3</sup>
	Total		2.80	0.32	0.70	0.06	0.01	3.03	0.66	3.84	10.13	21.53

Tabla 5.10. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Almendro en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Almendro									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )	
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	714.3	81.5	175.9	14.5	2.6	778.6	171.1	986.8	2573.7	5498.9
		(%)(superficie)	(14.20)	(1.32)	(2.56)	(0.38)	(0.07)	(4.01)	(2.20)	(17.48)	(24.73)	(ha)
	2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inundación	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8,006
	Localizado	100%	5.72	0.65	1.46	0.11	0.02	6.14	1.29	7.71	20.93	Hm <sup>3</sup>
	Total		5.72	0.65	1.46	0.11	0.02	6.14	1.29	7.71	20.93	44.02

Tabla 5.11. Productividad estimada del cultivo del Almendro en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Almendo		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	268.9	30.7	66.2	5.4	1.0	293.1	64.4	371.5	968.9	2070.1
		(%)(superficie)	(5.34)	(0.50)	(0.96)	(0.14)	(0.03)	(1.51)	(0.83)	(6.58)	(9.31)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	60%	15.80	1.80	3.88	0.32	0.06	15.94	3.58	22.02	52.81	95.7%
	Localizado	40%	10.65	1.22	2.62	0.22	0.04	11.61	2.55	14.71	38.37	Relativo P.
		<b>Total</b>		26.45	3.02	6.50	0.54	0.10	27.55	6.13	36.73	91.18

Tabla 5.12. Productividad estimada del cultivo del Almendo en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Almendo		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	714.3	81.5	175.9	14.5	2.6	778.6	171.1	986.8	2573.7	5498.9
		(%)(superficie)	(14.20)	(1.32)	(2.56)	(0.38)	(0.07)	(4.01)	(2.20)	(17.48)	(24.73)	(ha)
2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.0%
	Localizado	100%	70.71	8.07	17.41	1.43	0.26	77.08	16.93	97.69	254.80	Relativo P.
		<b>Total</b>		70.71	8.07	17.41	1.43	0.26	77.08	16.93	97.69	254.80

## El Manzano

**Tabla 5.13.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo del Manzano.

Cultivo: Manzano			Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Suelo - 01	Aspersión	8,395	8,405	8,062	7,399	8,018	8,111	7,726	7,909	7,862
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,885	6,885	6,614	6,018	6,440	6,239	6,465	6,544	6,293
	Suelo - 02	Aspersión	8,395	8,335	8,107	7,399	8,018	7,919	8,076	7,909	7,938
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,885	6,852	6,610	6,018	6,440	6,291	6,259	6,544	6,433
	Suelo - 03	Aspersión	8,401	8,401	8,413	7,399	8,018	7,862	7,885	8,112	7,938
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,885	6,885	6,635	6,018	6,440	6,433	6,676	6,554	6,442
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	8,290	8,290	8,256	8,163	7,768	8,313	7,430	7,449	9,149
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800	12,000	12,000
		Localizado	6,077	6,077	6,470	6,027	6,112	6,362	5,665	6,059	6,476
	Suelo - 02	Aspersión	8,290	8,307	8,575	7,840	7,772	8,135	7,068	7,449	8,284
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,077	6,024	6,514	6,027	6,112	6,253	5,572	6,059	6,595
	Suelo - 03	Aspersión	8,289	8,290	8,595	7,840	7,772	8,029	7,068	7,449	8,284
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,112	6,112	6,470	6,027	6,112	6,259	5,725	6,059	6,595
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	6,296	6,296	7,534	7,164	6,554	6,945	6,810	6,920	7,576
		Inundación	10,800	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	5,345	5,345	5,877	5,673	5,445	5,615	5,864	5,916	5,513
	Suelo - 02	Aspersión	6,296	6,248	7,534	7,164	6,554	6,593	6,561	6,920	7,146
		Inundación	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800
		Localizado	5,345	5,431	5,877	5,673	5,445	5,648	5,472	5,916	5,505
	Suelo - 03	Aspersión	6,296	6,296	7,534	7,164	6,554	6,535	6,561	6,920	7,146
		Inundación	9,600	9,600	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800
		Localizado	5,345	5,345	5,877	5,673	5,445	5,509	5,472	5,916	5,505

**Tabla 5.14.** Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Manzano agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de "Els Canals d'Urgell" que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Manzano		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)						
Año Climático	Sistema de Riego	Zona								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Aspersión	8,397	8,380	8,194	7,399	8,018	7,964	7,895	7,977	7,913
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Localizado	6,885	6,874	6,620	6,018	6,440	6,321	6,467	6,547	6,389
MEDIO	Aspersión	8,290	8,296	8,475	7,947	7,770	8,159	7,188	7,449	8,572
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	11,600	12,000	12,000
	Localizado	6,089	6,071	6,485	6,027	6,112	6,291	5,654	6,059	6,555
HUMEDO	Aspersión	6,296	6,280	7,534	7,164	6,554	6,691	6,644	6,920	7,289
	Inundación	10,400	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	11,200
	Localizado	5,345	5,374	5,877	5,673	5,445	5,591	5,603	5,916	5,508
SECO / MEDIO	Aspersión	8,343	8,338	8,335	7,673	7,894	8,061	7,542	7,713	8,242
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	11,800	12,000	12,000
	Localizado	6,487	6,472	6,552	6,022	6,276	6,306	6,060	6,303	6,472

Tabla 5.15. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Manzano en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Manzano		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	114.7	101.7	953.7	45.5	125.7	2344.4	342.0	287.4	630.3	4945.3
		(%)(superficie)	(2.28)	(1.65)	(13.87)	(1.19)	(3.51)	(12.07)	(4.40)	(5.09)	(6.06)	(ha)
	DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inundación	75%	1.03	0.92	8.58	0.41	1.13	21.10	3.03	2.59	5.67	10,580
	Localizado	25%	0.19	0.16	1.56	0.07	0.20	3.70	0.52	0.45	1.02	Hm <sup>3</sup>
	Total		1.22	1.08	10.15	0.48	1.33	24.80	3.54	3.04	6.69	52.32

Tabla 5.16. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Manzano en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Manzano		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	191.3	169.7	1590.6	76.0	209.6	3910.3	570.4	479.3	1051.2	8248.3
		(%)(superficie)	(3.80)	(2.75)	(23.13)	(1.99)	(5.86)	(20.13)	(7.34)	(8.49)	(10.10)	(ha)
	2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inundación	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6,362
	Localizado	100%	1.24	1.10	10.42	0.46	1.32	24.66	3.46	3.02	6.80	Hm <sup>3</sup>
	Total		1.24	1.10	10.42	0.46	1.32	24.66	3.46	3.02	6.80	52.47

Tabla 5.17. Productividad estimada del cultivo del Manzano en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Manzano		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	114.7	101.7	953.7	45.5	125.7	2344.4	342.0	287.4	630.3	4945.3
		(%)(superficie)	(2.28)	(1.65)	(13.87)	(1.19)	(3.51)	(12.07)	(4.40)	(5.09)	(6.06)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	75%	8.60	7.63	71.53	3.42	9.42	167.57	24.67	21.55	44.66	97.6%
	Localizado	25%	2.87	2.54	23.84	1.14	3.14	58.61	8.55	7.18	15.76	Relativo P.
		<b>Total</b>		<b>11.47</b>	<b>10.17</b>	<b>95.37</b>	<b>4.55</b>	<b>12.57</b>	<b>226.18</b>	<b>33.22</b>	<b>28.74</b>	<b>60.42</b>

Tabla 5.18. Productividad estimada del cultivo del Manzano en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Manzano		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	191.3	169.7	1590.6	76.0	209.6	3910.3	570.4	479.3	1051.2	8248.3
		(%)(superficie)	(3.80)	(2.75)	(23.13)	(1.99)	(5.86)	(20.13)	(7.34)	(8.49)	(10.10)	(ha)
2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0%
	Localizado	100%	19.13	16.97	159.06	7.60	20.96	391.03	57.04	47.93	105.12	Relativo P.
		<b>Total</b>		<b>19.13</b>	<b>16.97</b>	<b>159.06</b>	<b>7.60</b>	<b>20.96</b>	<b>391.03</b>	<b>57.04</b>	<b>47.93</b>	<b>105.12</b>

## El Peral

**Tabla 5.19.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo del Peral.

Cultivo:		Peral		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SECO	Suelo - 01	Aspersión	8,404	7,939	7,756	6,826	7,442	7,654	7,473	7,810	7,834	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,465	6,465	6,082	5,602	6,065	5,826	6,132	6,147	5,892	
	Suelo - 02	Aspersión	8,118	7,960	7,756	6,826	7,442	7,758	7,661	7,629	7,434	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,565	6,465	6,082	5,602	6,065	5,944	6,291	6,198	6,058	
	Suelo - 03	Aspersión	8,426	8,126	7,797	6,826	7,442	7,461	7,486	7,586	7,627	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,644	6,565	6,112	5,602	6,065	5,964	6,291	6,339	6,110	
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	7,496	7,700	7,936	7,392	7,522	7,911	7,033	6,914	7,920	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800	12,000	12,000	
		Localizado	5,687	5,687	6,136	5,713	5,642	5,734	5,157	5,534	6,298	
	Suelo - 02	Aspersión	7,890	8,070	8,101	7,389	7,522	7,415	6,982	6,914	7,700	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	5,741	5,622	6,140	5,720	5,642	5,743	5,287	5,549	6,129	
	Suelo - 03	Aspersión	7,890	7,890	7,613	7,389	7,522	7,569	6,982	6,914	7,721	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	5,748	5,748	6,139	5,720	5,642	5,771	5,287	5,549	6,129	
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	5,738	5,738	6,766	6,603	5,990	6,568	6,539	6,545	6,588	
		Inundación	10,800	10,800	12,000	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	10,800	
		Localizado	4,971	4,971	5,395	5,201	4,967	5,338	5,129	5,226	4,984	
	Suelo - 02	Aspersión	5,738	5,738	6,766	6,603	5,990	6,339	6,104	6,545	6,517	
		Inundación	10,800	10,800	12,000	10,800	10,800	12,000	10,800	12,000	9,600	
		Localizado	4,971	4,971	5,395	5,201	4,967	5,096	4,853	5,226	4,882	
	Suelo - 03	Aspersión	5,738	5,738	6,766	6,603	5,990	6,311	6,104	6,545	6,517	
		Inundación	10,800	10,800	12,000	10,800	10,800	10,800	10,800	12,000	9,600	
		Localizado	4,971	4,971	5,395	5,201	4,967	5,051	4,853	5,226	4,882	

**Tabla 5.20.** Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Peral agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de "Els Canals d'Urgell" que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Peral		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)						
Año Climático	Sistema de Riego	Zona								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Aspersión	8,316	8,008	7,769	6,826	7,442	7,625	7,540	7,675	7,632
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Localizado	6,558	6,499	6,092	5,602	6,065	5,911	6,238	6,228	6,020
MEDIO	Aspersión	7,758	7,886	7,883	7,390	7,522	7,632	6,999	6,914	7,780
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	11,600	12,000	12,000
	Localizado	5,725	5,686	6,138	5,718	5,642	5,750	5,244	5,544	6,185
HUMEDO	Aspersión	5,738	5,738	6,766	6,603	5,990	6,406	6,249	6,545	6,540
	Inundación	10,800	10,800	12,000	11,200	10,800	11,600	11,200	12,000	10,000
	Localizado	4,971	4,971	5,395	5,201	4,967	5,161	4,945	5,226	4,916
SECO / MEDIO	Aspersión	8,037	7,947	7,826	7,108	7,482	7,628	7,269	7,294	7,706
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	11,800	12,000	12,000
	Localizado	6,142	6,092	6,115	5,660	5,853	5,830	5,741	5,886	6,103

Tabla 5.21. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Peral en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Peral		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )							Indicadores	
Situación	Sistema de Riego		Zona									
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	22.8	88.9	476.0	110.0	90.0	972.5	509.6	1286.8	802.0	4358.7
		(%)(superficie)	(0.45)	(1.44)	(6.92)	(2.88)	(2.51)	(5.01)	(6.56)	(22.79)	(7.71)	(ha)
	DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inundación	80%	0.22	0.85	4.57	1.06	0.86	9.34	4.81	12.35	7.70	10,765
	Localizado	20%	0.03	0.11	0.58	0.12	0.11	1.13	0.59	1.51	0.98	Hm <sup>3</sup>
	<b>Total</b>		<b>0.25</b>	<b>0.96</b>	<b>5.15</b>	<b>1.18</b>	<b>0.97</b>	<b>10.47</b>	<b>5.40</b>	<b>13.87</b>	<b>8.68</b>	<b>46.92</b>

Tabla 5.22. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Peral en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Peral		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )							Indicadores	
Situación	Sistema de Riego		Zona									
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	21.6	84.1	450.4	104.1	85.1	920.2	482.2	1217.6	758.9	4124.2
		(%)(superficie)	(0.43)	(1.36)	(6.55)	(2.72)	(2.38)	(4.74)	(6.20)	(21.57)	(7.29)	(ha)
	2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inundación	5%	0.01	0.05	0.27	0.06	0.05	0.55	0.28	0.73	0.46	6,224
	Localizado	95%	0.13	0.49	2.62	0.56	0.47	5.10	2.63	6.81	4.40	Hm <sup>3</sup>
	<b>Total</b>		<b>0.14</b>	<b>0.54</b>	<b>2.89</b>	<b>0.62</b>	<b>0.52</b>	<b>5.65</b>	<b>2.91</b>	<b>7.54</b>	<b>4.85</b>	<b>25.67</b>

Tabla 5.23. Productividad estimada del cultivo del Peral en el escenario actual (DUN 2022).



Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Peral		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	22.8	88.9	476.0	110.0	90.0	972.5	509.6	1286.8	802.0	4358.7
		(%)(superficie)	(0.45)	(1.44)	(6.92)	(2.88)	(2.51)	(5.01)	(6.56)	(22.79)	(7.71)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	80%	1.74	6.59	35.77	8.56	7.11	66.73	36.97	102.12	57.04	94.0%
	Localizado	20%	0.46	1.78	9.52	2.20	1.80	19.45	10.19	25.74	16.04	Relativo P.
	Total			2.20	8.36	45.29	10.76	8.91	86.18	47.16	127.85	73.08

Tabla 5.24. Productividad estimada del cultivo del Peral en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Peral		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	21.6	84.1	450.4	104.1	85.1	920.2	482.2	1217.6	758.9	4124.2
		(%)(superficie)	(0.43)	(1.36)	(6.55)	(2.72)	(2.38)	(4.74)	(6.20)	(21.57)	(7.29)	(ha)
2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	5%	0.10	0.39	2.12	0.51	0.42	3.95	2.19	6.04	3.37	99.6%
	Localizado	95%	2.05	7.99	42.79	9.89	8.09	87.42	45.81	115.67	72.09	Relativo P.
	Total			2.15	8.38	44.91	10.40	8.51	91.36	47.99	121.71	75.46

## El Nogal

**Tabla 5.25.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo del Nogal.

Cultivo:		Nogal		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SECO	Suelo - 01	Aspersión	10,402	10,402	10,153	9,580	9,786	9,757	9,938	10,281	10,116	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	8,590	8,590	8,442	7,742	7,912	7,999	8,076	8,249	8,115	
	Suelo - 02	Aspersión	10,755	10,774	10,650	9,605	9,786	9,956	10,034	10,295	10,341	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	8,798	8,798	8,644	7,742	7,912	8,058	8,085	8,361	8,260	
	Suelo - 03	Aspersión	10,823	10,806	10,761	9,605	9,786	10,543	10,121	10,355	10,391	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	8,798	8,798	8,761	7,742	7,912	8,366	8,140	8,392	8,413	
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	9,320	9,320	9,756	9,341	9,685	9,850	9,749	9,346	9,932	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	7,750	7,750	8,285	7,690	7,821	7,918	7,276	7,463	8,223	
	Suelo - 02	Aspersión	9,635	9,847	9,938	9,512	9,657	9,732	9,180	9,565	10,144	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	7,848	7,848	8,295	7,695	7,821	7,916	7,292	7,539	8,298	
	Suelo - 03	Aspersión	10,184	10,184	10,487	9,512	9,657	9,992	9,370	9,570	10,373	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	8,000	7,970	8,504	7,695	7,821	8,147	7,477	7,723	8,609	
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	9,363	9,363	9,118	9,490	8,619	8,622	9,212	8,995	9,962	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	9,600	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,995	6,995	7,432	7,006	6,821	7,180	7,219	7,176	7,085	
	Suelo - 02	Aspersión	8,089	8,089	9,493	9,467	8,793	8,747	10,078	8,621	9,900	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	9,600	12,000	12,000	12,000	10,800	
		Localizado	6,995	6,782	7,397	6,801	6,821	6,931	6,752	7,140	7,085	
	Suelo - 03	Aspersión	8,589	8,589	9,144	9,467	8,793	8,813	9,019	8,621	9,900	
		Inundación	9,600	9,600	12,000	12,000	9,600	10,800	10,800	12,000	10,800	
		Localizado	6,782	6,782	7,476	6,801	6,821	6,970	6,752	7,140	7,093	

**Tabla 5.26.** Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Nogal agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Nogal									Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Sistema de Riego	Zona																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9									
SECO	Aspersión	10,660	10,661	10,521	9,597	9,786	10,085	10,031	10,310	10,283									
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	8,729	8,729	8,616	7,742	7,912	8,141	8,100	8,334	8,263									
MEDIO	Aspersión	9,713	9,784	10,060	9,455	9,667	9,858	9,433	9,494	10,150									
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	7,866	7,856	8,361	7,693	7,821	7,994	7,348	7,575	8,377									
HUMEDO	Aspersión	8,681	8,681	9,251	9,475	8,735	8,727	9,436	8,745	9,920									
	Inundación	11,200	11,200	12,000	12,000	9,600	11,600	11,600	12,000	11,200									
	Localizado	6,924	6,853	7,435	6,869	6,821	7,027	6,907	7,152	7,088									
SECO / MEDIO	Aspersión	10,186	10,222	10,291	9,526	9,726	9,971	9,732	9,902	10,216									
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	8,297	8,292	8,489	7,717	7,867	8,067	7,724	7,955	8,320									

Tabla 5.27. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Nogal en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Nogal									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores							
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
		(Superficie (ha))	6.1	1.7	18.1	1.1	51.4	118.4	21.6	7.2	12.5	238.1							
		(%)(superficie)	(0.12)	(0.03)	(0.26)	(0.03)	(1.44)	(0.61)	(0.28)	(0.13)	(0.12)	(ha)							
	DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m <sup>3</sup> /ha						
	Inundación	20%	0.01	0.00	0.04	0.00	0.12	0.28	0.05	0.02	0.03	8,832							
	Localizado	80%	0.04	0.01	0.12	0.01	0.32	0.76	0.13	0.05	0.08	Hm <sup>3</sup>							
	Total		0.06	0.02	0.17	0.01	0.45	1.05	0.19	0.06	0.11	2.10							

Tabla 5.28. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Nogal en un escenario posible del 2040

Cultivo:		Nogal									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores							
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
		(Superficie (ha))	105.5	29.4	312.7	19.8	889.9	2050.8	374.7	124.4	217.1	4124.2							
		(%)(superficie)	(2.10)	(0.48)	(4.55)	(0.52)	(24.87)	(10.56)	(4.82)	(2.20)	(2.09)	(ha)							
	2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m <sup>3</sup> /ha						
	Inundación	5%	0.06	0.02	0.19	0.01	0.53	1.23	0.22	0.07	0.13	8,239							
	Localizado	95%	0.83	0.23	2.52	0.14	6.65	15.72	2.75	0.94	1.72	Hm <sup>3</sup>							
	Total		0.89	0.25	2.71	0.16	7.18	16.95	2.97	1.01	1.85	33.98							

Tabla 5.29. Productividad estimada del cultivo del Nogal en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Nogal		Producción (%)									
Situación	Sistema de Riego			Zona									Indicadores
	Tipo	(%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	6.1	1.7	18.1	1.1	51.4	118.4	21.6	7.2	12.5	238.1	
		(%)(superficie)	(0.12)	(0.03)	(0.26)	(0.03)	(1.44)	(0.61)	(0.28)	(0.13)	(0.12)	(ha)	
DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad	
	Inundación	20%	0.12	0.03	0.35	0.02	1.03	1.95	0.38	0.14	0.21	97.8%	
	Localizado	80%	0.49	0.14	1.44	0.09	4.11	9.47	1.73	0.57	1.00	Relativo P.	
		<b>Total</b>		<b>0.61</b>	<b>0.17</b>	<b>1.80</b>	<b>0.11</b>	<b>5.14</b>	<b>11.42</b>	<b>2.11</b>	<b>0.72</b>	<b>1.22</b>	<b>23.29</b>

Tabla 5.30. Productividad estimada del cultivo del Nogal en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Nogal		Producción (%)									
Situación	Sistema de Riego			Zona									Indicadores
	Tipo	(%)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	105.5	29.4	312.7	19.8	889.9	2050.8	374.7	124.4	217.1	4124.2	
		(%)(superficie)	(2.10)	(0.48)	(4.55)	(0.52)	(24.87)	(10.56)	(4.82)	(2.20)	(2.09)	(ha)	
2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad	
	Inundación	5%	0.52	0.14	1.53	0.10	4.45	8.44	1.63	0.62	0.92	99.5%	
	Localizado	95%	10.02	2.79	29.70	1.88	84.54	194.83	35.59	11.81	20.62	Relativo P.	
		<b>Total</b>		<b>10.54</b>	<b>2.94</b>	<b>31.23</b>	<b>1.98</b>	<b>88.99</b>	<b>203.27</b>	<b>37.23</b>	<b>12.44</b>	<b>21.55</b>	<b>410.16</b>

## El Olivo

**Tabla 5.31.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo del Olivo.

Cultivo:		Olivo		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SECO	Suelo - 01	Aspersión	7,556	7,630	7,196	6,737	7,193	7,047	7,277	7,072	6,937	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,165	6,165	5,902	5,464	5,823	5,753	5,681	5,873	5,739	
	Suelo - 02	Aspersión	7,988	7,916	7,790	6,752	7,193	6,874	7,734	7,462	7,520	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,328	6,358	6,134	5,483	5,823	5,916	5,975	6,095	5,971	
	Suelo - 03	Aspersión	7,955	7,951	7,909	6,752	7,193	7,665	7,337	7,576	7,557	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,388	6,383	6,308	5,483	5,823	6,111	5,993	6,112	6,186	
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	6,439	6,439	7,592	7,241	6,881	6,679	7,434	6,816	8,088	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	5,423	5,423	5,739	5,296	5,497	5,436	5,092	5,326	5,866	
	Suelo - 02	Aspersión	7,339	7,326	7,169	7,241	6,901	6,773	6,780	7,011	7,281	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	5,551	5,553	5,931	5,441	5,497	5,408	5,146	5,447	5,974	
	Suelo - 03	Aspersión	6,767	6,767	7,347	7,241	6,901	6,777	6,786	7,004	7,487	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	5,646	5,646	5,984	5,441	5,497	5,579	5,207	5,506	6,162	
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	7,290	7,290	6,608	6,728	5,908	7,410	8,010	5,941	6,424	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	4,569	4,569	5,211	4,581	4,704	4,966	5,142	4,931	4,633	
	Suelo - 02	Aspersión	7,186	6,107	6,448	5,392	5,721	7,409	7,087	5,587	6,272	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	4,569	4,569	5,211	4,581	4,704	4,795	4,651	4,931	4,721	
	Suelo - 03	Aspersión	6,107	6,107	6,448	5,392	5,721	6,284	5,840	5,587	6,272	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	4,561	4,561	5,176	4,581	4,704	4,795	4,651	4,895	4,818	

**Tabla 5.32.** Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Olivo agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Olivo									Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Sistema de Riego	Zona																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9									
SECO	Aspersión	7,833	7,833	7,631	6,747	7,193	7,195	7,449	7,370	7,338									
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	6,293	6,302	6,115	5,476	5,823	5,927	5,883	6,027	5,966									
MEDIO	Aspersión	6,848	6,844	7,369	7,241	6,895	6,743	7,000	6,944	7,619									
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	5,540	5,541	5,884	5,393	5,497	5,474	5,148	5,426	6,000									
HUMEDO	Aspersión	6,861	6,501	6,501	5,837	5,783	7,034	6,979	5,705	6,323									
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	4,567	4,567	5,199	4,581	4,704	4,852	4,814	4,919	4,724									
SECO / MEDIO	Aspersión	7,341	7,338	7,500	6,994	7,044	6,969	7,225	7,157	7,478									
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	5,917	5,921	6,000	5,435	5,660	5,701	5,516	5,726	5,983									

Tabla 5.33. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Olivo en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Olivo									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores							
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
DUN 2022		(Superficie (ha))	46.7	19.9	29.1	5.1	1.3	160.8	6.2	39.9	152.0	461.0							
		(%)(superficie)	(0.93)	(0.32)	(0.42)	(0.13)	(0.04)	(0.83)	(0.08)	(0.71)	(1.46)	(ha)							
	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m <sup>3</sup> /ha							
	Inundación	75%	0.42	0.18	0.26	0.05	0.01	1.45	0.06	0.36	1.37	10,460							
	Localizado	25%	0.07	0.03	0.04	0.01	0.00	0.23	0.01	0.06	0.23	Hm <sup>3</sup>							
	<b>Total</b>		<b>0.49</b>	<b>0.21</b>	<b>0.31</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	<b>1.68</b>	<b>0.06</b>	<b>0.42</b>	<b>1.60</b>	<b>4.82</b>							

Tabla 5.34. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Olivo en un escenario posible del 2040

Cultivo:		Olivo									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores							
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
2040		(Superficie (ha))	835.8	355.6	521.3	90.8	23.8	2877.5	110.1	714.0	2719.4	8248.3							
		(%)(superficie)	(16.61)	(5.76)	(7.58)	(2.37)	(0.66)	(14.81)	(1.42)	(12.65)	(26.13)	(ha)							
	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m <sup>3</sup> /ha							
	Inundación	5%	0.50	0.21	0.31	0.05	0.01	1.73	0.07	0.43	1.63	6,149							
	Localizado	95%	4.70	2.00	2.97	0.47	0.13	15.58	0.58	3.88	15.46	Hm <sup>3</sup>							
	<b>Total</b>		<b>5.20</b>	<b>2.21</b>	<b>3.28</b>	<b>0.52</b>	<b>0.14</b>	<b>17.31</b>	<b>0.64</b>	<b>4.31</b>	<b>17.09</b>	<b>50.72</b>							

Tabla 5.35. Productividad estimada del cultivo del Olivo en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Olivo		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	46.7	19.9	29.1	5.1	1.3	160.8	6.2	39.9	152.0	461.0
		(%)(superficie)	(0.93)	(0.32)	(0.42)	(0.13)	(0.04)	(0.83)	(0.08)	(0.71)	(1.46)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	75%	3.47	1.48	2.17	0.38	0.10	11.05	0.43	2.97	10.43	95.2%
	Localizado	25%	1.16	0.49	0.72	0.13	0.03	3.98	0.15	0.99	3.76	Relativo P.
	Total			4.62	1.97	2.89	0.50	0.13	15.03	0.58	3.96	14.19

Tabla 5.36. Productividad estimada del cultivo del Olivo en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Olivo		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	835.8	355.6	521.3	90.8	23.8	2877.5	110.1	714.0	2719.4	8248.3
		(%)(superficie)	(16.61)	(5.76)	(7.58)	(2.37)	(0.66)	(14.81)	(1.42)	(12.65)	(26.13)	(ha)
2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	5%	4.14	1.76	2.59	0.45	0.12	13.18	0.51	3.55	12.44	98.7%
	Localizado	95%	78.61	33.45	49.03	8.54	2.24	270.62	10.36	67.15	255.76	Relativo P.
	Total			82.74	35.21	51.61	8.99	2.35	283.81	10.87	70.70	268.21

## La Viña

**Tabla 5.37.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo de la Viña.

Cultivo:		Viña		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SECO	Suelo - 01	Aspersión	2,570	2,576	2,361	2,263	2,592	2,183	2,349	2,424	2,619	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,100	2,100	2,011	1,794	2,104	2,061	1,947	2,054	1,691	
	Suelo - 02	Aspersión	2,739	2,736	2,525	2,259	2,592	2,196	2,402	2,573	2,345	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,277	2,200	2,071	1,750	2,104	1,940	2,062	2,164	1,884	
	Suelo - 03	Aspersión	2,746	2,746	2,530	2,259	2,592	2,378	2,710	2,510	2,334	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,277	2,277	2,085	1,750	2,104	2,079	2,175	2,164	1,884	
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	1,915	1,915	2,414	2,025	2,213	2,752	3,151	2,583	2,240	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	1,664	1,664	1,811	1,648	1,701	1,729	1,735	1,753	1,808	
	Suelo - 02	Aspersión	1,915	1,915	2,414	2,025	2,220	2,554	2,538	2,583	2,380	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	1,670	1,664	1,811	1,652	1,701	1,763	1,636	1,753	1,900	
	Suelo - 03	Aspersión	2,084	2,084	2,574	2,025	2,220	2,061	2,538	2,583	2,546	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	1,849	1,670	1,911	1,652	1,701	1,731	1,687	1,859	1,979	
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	1,689	1,689	2,269	1,500	1,898	2,325	1,651	2,057	2,190	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	1,517	1,517	1,846	1,245	1,400	1,577	1,563	1,569	1,504	
	Suelo - 02	Aspersión	1,689	1,689	2,255	1,500	1,898	2,174	1,666	2,057	1,887	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	2,400	
		Localizado	1,288	1,517	1,846	1,245	1,400	1,453	1,394	1,569	1,464	
	Suelo - 03	Aspersión	1,689	1,689	2,255	1,500	1,898	2,174	1,666	2,057	1,887	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	2,400	
		Localizado	1,288	1,288	1,846	1,245	1,400	1,453	1,394	1,569	1,464	

**Tabla 5.38.** Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo de la Viña agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*



Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Viña		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)						
Año Climático	Sistema de Riego	Zona								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Aspersión	2,685	2,686	2,472	2,260	2,592	2,252	2,487	2,502	2,433
	Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
	Localizado	2,218	2,192	2,056	1,765	2,104	2,027	2,061	2,128	1,820
MEDIO	Aspersión	1,972	1,972	2,467	2,025	2,218	2,456	2,742	2,583	2,389
	Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
	Localizado	1,728	1,666	1,844	1,651	1,701	1,741	1,686	1,788	1,895
HUMEDO	Aspersión	1,689	1,689	2,260	1,500	1,898	2,224	1,661	2,057	1,988
	Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	2,800
	Localizado	1,364	1,441	1,846	1,245	1,400	1,494	1,451	1,569	1,477
SECO / MEDIO	Aspersión	2,328	2,329	2,470	2,142	2,405	2,354	2,614	2,543	2,411
	Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
	Localizado	1,973	1,929	1,950	1,708	1,903	1,884	1,874	1,958	1,858

Tabla 5.39. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo de la Viña en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Viña		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	88.2	0.5	7.1	0.3	0.1	28.1	0.4	0.4	0.2	125.4
		(%)(superficie)	(1.75)	(0.01)	(0.10)	(0.01)	(0.00)	(0.14)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(ha)
	DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inundación	10%	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	2,115
	Localizado	90%	0.16	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>
	<b>Total</b>		<b>0.19</b>	<b>0.00</b>	<b>0.02</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.06</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.27</b>

Tabla 5.40. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo de la Viña en un escenario posible del 2040

Cultivo:		Viña		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	2902.3	15.6	234.3	10.7	3.0	925.0	14.8	12.1	6.3	4124.2
		(%)(superficie)	(57.68)	(0.25)	(3.41)	(0.28)	(0.09)	(4.76)	(0.19)	(0.22)	(0.06)	(ha)
	2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Inundación	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,950
	Localizado	100%	5.73	0.03	0.46	0.02	0.01	1.74	0.03	0.02	0.01	Hm <sup>3</sup>
	<b>Total</b>		<b>5.73</b>	<b>0.03</b>	<b>0.46</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>1.74</b>	<b>0.03</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>8.04</b>

Tabla 5.41. Productividad estimada del cultivo de la Viña en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Viña		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	88.2	0.5	7.1	0.3	0.1	28.1	0.4	0.4	0.2	125.4
		(%)(superficie)	(1.75)	(0.01)	(0.10)	(0.01)	(0.00)	(0.14)	(0.01)	(0.01)	(0.00)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	10%	0.82	0.00	0.07	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	99.1%
	Localizado	90%	7.94	0.04	0.64	0.03	0.01	2.53	0.04	0.03	0.02	Relativo P.
		<b>Total</b>		8.75	0.05	0.71	0.03	0.01	2.77	0.04	0.04	0.02

Tabla 5.42. Productividad estimada del cultivo de la Viña en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Viña		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	2902.3	15.6	234.3	10.7	3.0	925.0	14.8	12.1	6.3	4124.2
		(%)(superficie)	(57.68)	(0.25)	(3.41)	(0.28)	(0.09)	(4.76)	(0.19)	(0.22)	(0.06)	(ha)
2040	Aspersión	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Productividad
	Inundación	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0%
	Localizado	100%	290.23	1.56	23.43	1.07	0.30	92.50	1.48	1.21	0.63	Relativo P.
		<b>Total</b>		290.23	1.56	23.43	1.07	0.30	92.50	1.48	1.21	0.63

## El Maíz

**Tabla 5.43.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo del Maíz.

Cultivo:		Maíz		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SECO	Suelo - 01	Aspersión	8,447	8,447	8,097	7,400	7,879	7,909	7,882	7,901	8,585	
		Inundación	10,800	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,718	6,718	6,754	6,151	6,241	6,323	6,224	6,707	6,396	
	Suelo - 02	Aspersión	8,802	8,470	8,097	7,410	7,942	7,745	8,204	8,258	8,085	
		Inundación	10,800	10,800	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,892	6,718	6,754	6,151	6,238	6,600	6,491	6,768	6,617	
	Suelo - 03	Aspersión	8,471	8,471	8,490	7,410	7,942	8,255	8,028	8,277	8,103	
		Inundación	10,800	10,800	12,000	10,800	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,921	6,892	6,754	6,151	6,238	6,584	6,469	6,768	6,629	
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	7,508	7,508	8,021	7,169	8,023	7,525	7,363	7,952	7,896	
		Inundación	12,000	12,000	9,600	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	6,122	6,122	6,538	6,036	6,196	6,258	6,113	6,626	6,473	
	Suelo - 02	Aspersión	7,514	7,514	8,021	7,335	7,373	7,461	7,363	7,952	9,091	
		Inundación	9,600	12,000	10,800	10,800	10,800	12,000	12,000	12,000	10,800	
		Localizado	6,122	6,047	6,535	6,036	6,196	6,222	6,113	6,626	6,631	
	Suelo - 03	Aspersión	7,650	7,631	8,582	7,335	7,373	7,646	7,363	7,952	8,551	
		Inundación	9,600	9,600	9,600	10,800	10,800	12,000	12,000	12,000	10,800	
		Localizado	6,256	6,122	6,527	6,036	6,196	6,226	6,150	6,626	6,631	
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	7,368	7,368	8,091	7,366	6,235	7,703	7,013	7,213	6,641	
		Inundación	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	12,000	
		Localizado	5,584	5,584	6,211	5,407	5,435	5,860	5,621	5,949	5,585	
	Suelo - 02	Aspersión	7,368	7,368	8,091	7,366	6,235	7,683	6,909	7,213	6,669	
		Inundación	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	9,600	
		Localizado	5,584	5,584	6,211	5,407	5,435	5,794	5,654	5,949	5,585	
	Suelo - 03	Aspersión	7,368	7,368	8,091	7,366	6,235	7,683	6,909	7,213	6,669	
		Inundación	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	9,600	
		Localizado	5,584	5,584	6,211	5,407	5,435	5,794	5,654	5,949	5,585	

**Tabla 5.44.** Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Maíz agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Maíz									Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Sistema de Riego	Zona																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9									
SECO	Aspersión	8,574	8,463	8,228	7,407	7,921	7,970	8,038	8,145	8,258									
	Inundación	10,800	10,800	12,000	11,200	12,000	11,600	12,000	12,000	12,000									
	Localizado	6,844	6,776	6,754	6,151	6,239	6,502	6,395	6,748	6,547									
MEDIO	Aspersión	7,557	7,551	8,208	7,280	7,590	7,544	7,363	7,952	8,512									
	Inundación	10,400	11,200	10,000	11,200	10,800	12,000	12,000	12,000	11,200									
	Localizado	6,167	6,097	6,533	6,036	6,196	6,235	6,125	6,626	6,578									
HUMEDO	Aspersión	7,368	7,368	8,091	7,366	6,235	7,690	6,944	7,213	6,660									
	Inundación	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,400									
	Localizado	5,584	5,584	6,211	5,407	5,435	5,816	5,643	5,949	5,585									
SECO / MEDIO	Aspersión	8,066	8,007	8,218	7,343	7,756	7,757	7,700	8,049	8,385									
	Inundación	10,600	11,000	11,000	11,200	11,400	11,800	12,000	12,000	11,600									
	Localizado	6,505	6,436	6,644	6,093	6,217	6,369	6,260	6,687	6,563									

Tabla 5.45. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Maíz en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Maíz									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores							
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
		(Superficie (ha))	931.7	1632.8	1189.9	790.3	1244.8	5388.6	1577.3	353.9	1936.2	15045.6							
		(%)(superficie)	(18.52)	(26.44)	(17.30)	(20.67)	(34.78)	(27.74)	(20.30)	(6.27)	(18.60)	(ha)							
	DUN 2022	Aspersión	10%	0.75	1.31	0.98	0.58	0.97	4.18	1.21	0.28	1.62	m <sup>3</sup> /ha						
	Inundación	90%	8.89	16.16	11.78	7.97	12.77	57.23	17.03	3.82	20.21	11,150							
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>							
	Total		9.64	17.47	12.76	8.55	13.74	61.41	18.25	4.11	21.84	167.76							

Tabla 5.46. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo del Maíz en un escenario posible del 2040

Cultivo:		Maíz									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores							
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
		(Superficie (ha))	638.5	1118.9	815.4	541.6	853.0	3692.7	1080.9	242.5	1326.8	10310.4							
		(%)(superficie)	(12.69)	(18.12)	(11.86)	(14.16)	(23.84)	(19.01)	(13.91)	(4.30)	(12.75)	(ha)							
	2040	Aspersión	90%	4.63	8.06	6.03	3.58	5.95	25.78	7.49	1.76	10.01	m <sup>3</sup> /ha						
	Inundación	5%	0.34	0.62	0.45	0.30	0.49	2.18	0.65	0.15	0.77	8,005							
	Localizado	5%	0.21	0.36	0.27	0.17	0.27	1.18	0.34	0.08	0.44	Hm <sup>3</sup>							
	Total		5.18	9.04	6.75	4.05	6.71	29.13	8.48	1.98	11.22	82.54							

Tabla 5.47. Productividad estimada del cultivo del Maíz en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Maíz		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	931.7	1632.8	1189.9	790.3	1244.8	5388.6	1577.3	353.9	1936.2	15045.6
		(%)(superficie)	(18.52)	(26.44)	(17.30)	(20.67)	(34.78)	(27.74)	(20.30)	(6.27)	(18.60)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	10%	9.32	16.33	11.90	7.90	12.45	53.89	15.77	3.54	19.36	Productividad
	Inundación	90%	81.43	138.74	99.41	69.00	111.38	410.55	128.81	31.33	153.30	91.3%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		<b>Total</b>	<b>90.75</b>	<b>155.07</b>	<b>111.31</b>	<b>76.90</b>	<b>123.83</b>	<b>464.43</b>	<b>144.59</b>	<b>34.86</b>	<b>172.67</b>	<b>1,374.40</b>

Tabla 5.48. Productividad estimada del cultivo del Maíz en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Maíz		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	638.5	1118.9	815.4	541.6	853.0	3692.7	1080.9	242.5	1326.8	10310.4
		(%)(superficie)	(12.69)	(18.12)	(11.86)	(14.16)	(23.84)	(19.01)	(13.91)	(4.30)	(12.75)	(ha)
2040	Aspersión	90%	57.46	100.70	73.39	48.74	76.77	332.34	97.28	21.83	119.41	Productividad
	Inundación	5%	3.10	5.28	3.78	2.63	4.24	15.63	4.90	1.19	5.84	99.5%
	Localizado	5%	3.19	5.59	4.08	2.71	4.27	18.46	5.40	1.21	6.63	Relativo P.
		<b>Total</b>	<b>63.76</b>	<b>111.58</b>	<b>81.25</b>	<b>54.08</b>	<b>85.28</b>	<b>366.44</b>	<b>107.59</b>	<b>24.23</b>	<b>131.88</b>	<b>1,026.09</b>

## La Alfalfa

**Tabla 5.49.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo de la Alfalfa.

Cultivo:		Alfalfa		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SECO	Suelo - 01	Aspersión	9,228	9,228	9,815	8,934	9,104	9,466	9,050	10,132	9,588	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	7,760	7,760	7,821	7,293	7,433	7,594	7,455	7,871	7,495	
	Suelo - 02	Aspersión	9,877	9,228	9,815	8,942	9,104	9,331	9,578	9,800	9,409	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	7,814	7,618	7,821	7,613	7,433	7,624	7,673	7,876	7,776	
	Suelo - 03	Aspersión	9,545	9,904	9,860	8,942	9,104	9,341	9,463	9,815	9,423	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	7,806	7,814	8,075	7,613	7,433	7,835	7,691	7,890	7,819	
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	9,933	9,933	9,985	9,539	8,690	9,220	8,442	8,365	9,252	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	7,400	7,400	7,665	7,154	7,344	7,227	6,985	6,928	7,567	
	Suelo - 02	Aspersión	9,353	9,896	9,985	8,770	8,723	9,129	7,978	8,382	9,342	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	7,298	7,211	7,740	7,474	7,344	7,168	6,699	6,928	7,666	
	Suelo - 03	Aspersión	9,353	9,353	9,422	8,770	8,723	9,113	7,978	8,812	9,342	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	
		Localizado	7,298	7,298	7,756	7,474	7,344	7,168	6,699	7,166	7,666	
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	9,035	9,035	8,067	8,770	8,958	8,467	8,101	8,026	7,441	
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800	12,000	12,000	12,000	10,800	
		Localizado	6,621	6,621	6,695	6,054	5,772	6,438	6,272	6,427	6,160	
	Suelo - 02	Aspersión	9,070	9,070	8,309	8,804	8,958	7,877	7,935	8,027	7,430	
		Inundación	10,800	12,000	12,000	10,800	10,800	12,000	10,800	10,800	10,800	
		Localizado	6,245	6,621	6,695	6,054	5,772	6,388	6,002	6,365	6,063	
	Suelo - 03	Aspersión	9,070	9,070	8,101	8,804	8,958	7,820	7,935	8,027	7,430	
		Inundación	9,600	9,600	12,000	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	10,800	
		Localizado	6,245	6,245	6,695	6,054	5,772	6,388	6,002	6,365	6,063	

**Tabla 5.50.** Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo de la Alfalfa agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Alfalfa		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)						
Año Climático	Sistema de Riego	Zona								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Aspersión	9,550	9,453	9,830	8,939	9,104	9,379	9,364	9,916	9,473
	Inundación	12,000	12,000	12,000	11,200	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Localizado	7,793	7,731	7,906	7,506	7,433	7,684	7,606	7,879	7,696
MEDIO	Aspersión	9,546	9,727	9,798	9,027	8,712	9,154	8,133	8,520	9,312
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Localizado	7,332	7,303	7,720	7,367	7,344	7,187	6,794	7,008	7,633
HUMEDO	Aspersión	9,058	9,058	8,159	8,793	8,958	8,055	7,991	8,027	7,434
	Inundación	10,800	11,200	12,000	11,200	10,800	11,600	11,200	11,200	10,800
	Localizado	6,371	6,496	6,695	6,054	5,772	6,405	6,092	6,386	6,095
SECO / MEDIO	Aspersión	9,548	9,590	9,814	8,983	8,908	9,266	8,748	9,218	9,393
	Inundación	12,000	12,000	12,000	11,600	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Localizado	7,563	7,517	7,813	7,437	7,389	7,436	7,200	7,443	7,665

Tabla 5.51. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo de la Alfalfa en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Alfalfa		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	406.1	1166.7	1444.6	1274.4	857.0	3453.2	2499.1	700.0	1602.1	13403.2
		(%)(superficie)	(8.07)	(18.89)	(21.01)	(33.33)	(23.95)	(17.78)	(32.16)	(12.40)	(15.39)	(ha)
	DUN 2022	Aspersión	10%	0.39	1.12	1.42	1.14	0.76	3.20	2.19	0.65	1.50
	Inundación	90%	4.39	12.60	15.60	13.30	9.26	37.29	26.99	7.56	17.30	11,689
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>
	Total		4.77	13.72	17.02	14.45	10.02	40.49	29.18	8.21	18.81	156.66

Tabla 5.52. Resumen de las Dotaciones Brutas del cultivo de la Alfalfa en un escenario posible del 2040

Cultivo:		Alfalfa		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	41.7	119.7	148.2	130.7	87.9	354.2	256.3	71.8	164.3	1374.7
		(%)(superficie)	(0.83)	(1.94)	(2.15)	(3.42)	(2.46)	(1.82)	(3.30)	(1.27)	(1.58)	(ha)
	2040	Aspersión	95%	0.38	1.09	1.38	1.12	0.74	3.12	2.13	0.63	1.47
	Inundación	5%	0.02	0.07	0.09	0.08	0.05	0.21	0.15	0.04	0.10	9,365
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>
	Total		0.40	1.16	1.47	1.19	0.80	3.33	2.28	0.67	1.56	12.87

Tabla 5.53. Productividad estimada del cultivo de la Alfalfa en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Alfalfa		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	406.1	1166.7	1444.6	1274.4	857.0	3453.2	2499.1	700.0	1602.1	13403.2
		(%)(superficie)	(8.07)	(18.89)	(21.01)	(33.33)	(23.95)	(17.78)	(32.16)	(12.40)	(15.39)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	10%	4.06	11.67	14.45	12.74	8.57	34.53	24.99	7.00	16.02	Productividad
	Inundación	90%	36.28	102.44	123.18	111.53	76.83	261.36	202.23	61.50	127.54	92.3%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		<b>Total</b>	<b>40.34</b>	<b>114.11</b>	<b>137.63</b>	<b>124.27</b>	<b>85.40</b>	<b>295.89</b>	<b>227.23</b>	<b>68.50</b>	<b>143.56</b>	<b>1,236.92</b>

Tabla 5.54. Productividad estimada del cultivo de la Alfalfa en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Alfalfa		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	41.7	119.7	148.2	130.7	87.9	354.2	256.3	71.8	164.3	1374.7
		(%)(superficie)	(0.83)	(1.94)	(2.15)	(3.42)	(2.46)	(1.82)	(3.30)	(1.27)	(1.58)	(ha)
2040	Aspersión	95%	3.96	11.37	14.08	12.42	8.35	33.65	24.35	6.82	15.61	Productividad
	Inundación	5%	0.21	0.58	0.70	0.64	0.44	1.49	1.15	0.35	0.73	99.6%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		<b>Total</b>	<b>4.16</b>	<b>11.95</b>	<b>14.78</b>	<b>13.05</b>	<b>8.79</b>	<b>35.14</b>	<b>25.50</b>	<b>7.17</b>	<b>16.34</b>	<b>136.88</b>



## El Girasol

**Tabla 5.55.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo del Girasol.

Cultivo: Girasol			Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Suelo - 01	Aspersión	6,306	6,318	6,385	6,033	5,325	6,473	5,381	6,523	6,097
		Inundación	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	8,400	9,600	9,600	9,600
		Localizado	4,971	4,971	5,231	4,846	4,277	5,015	4,159	4,995	4,806
	Suelo - 02	Aspersión	6,316	5,965	6,452	6,055	5,325	6,482	5,711	6,294	6,579
		Inundación	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600
		Localizado	5,041	4,914	5,240	4,905	4,277	4,970	4,410	5,015	5,052
	Suelo - 03	Aspersión	6,186	6,151	6,554	6,055	5,325	6,325	5,736	6,284	6,579
		Inundación	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600
		Localizado	5,041	5,041	5,257	4,905	4,277	5,099	4,435	5,015	5,052
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	5,428	5,428	5,775	5,568	5,438	5,436	6,045	6,207	6,200
		Inundación	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600
		Localizado	4,521	4,521	4,685	4,609	4,399	4,326	4,660	4,983	4,749
	Suelo - 02	Aspersión	5,669	5,642	5,789	5,557	5,414	5,176	5,843	6,207	6,220
		Inundación	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600
		Localizado	4,650	4,521	4,685	4,603	4,399	4,325	4,778	4,983	4,866
	Suelo - 03	Aspersión	5,669	5,669	5,822	5,557	5,414	5,363	5,843	6,207	6,220
		Inundación	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	8,400	9,600	9,600	9,600
		Localizado	4,680	4,680	4,716	4,603	4,399	4,478	4,778	4,983	4,866
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	4,975	4,975	5,892	4,953	4,966	5,938	5,147	5,189	4,357
		Inundación	8,400	8,400	9,600	9,600	9,600	10,800	10,800	9,600	9,600
		Localizado	4,150	4,150	4,704	4,093	4,023	4,369	4,208	4,415	3,853
	Suelo - 02	Aspersión	4,977	4,977	5,831	4,955	4,971	5,940	5,028	5,603	4,275
		Inundación	8,400	8,400	9,600	8,400	9,600	9,600	9,600	9,600	8,400
		Localizado	4,150	4,150	4,704	4,093	4,023	4,365	4,227	4,497	3,904
	Suelo - 03	Aspersión	4,977	4,977	5,831	4,955	4,971	5,639	5,028	5,603	4,275
		Inundación	8,400	8,400	9,600	8,400	9,600	9,600	9,600	9,600	8,400
		Localizado	4,150	4,150	4,705	4,093	4,023	4,299	4,227	4,497	3,904

**Tabla 5.56.** Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo del Girasol agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de "Els Canals d'Urgell" que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Girasol									Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Sistema de Riego	Zona																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9									
SECO	Aspersión	6,270	6,145	6,464	6,048	5,325	6,427	5,609	6,367	6,419									
	Inundación	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,200	9,600	9,600	9,600									
	Localizado	5,017	4,975	5,243	4,885	4,277	5,028	4,335	5,008	4,970									
MEDIO	Aspersión	5,588	5,580	5,796	5,561	5,422	5,325	5,910	6,207	6,214									
	Inundación	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,200	9,600	9,600	9,600									
	Localizado	4,617	4,574	4,695	4,605	4,399	4,376	4,739	4,983	4,827									
HUMEDO	Aspersión	4,976	4,976	5,851	4,955	4,969	5,839	5,068	5,465	4,302									
	Inundación	8,400	8,400	9,600	8,800	9,600	10,000	10,000	9,600	8,800									
	Localizado	4,150	4,150	4,704	4,093	4,023	4,344	4,221	4,469	3,887									
SECO / MEDIO	Aspersión	5,929	5,862	6,130	5,804	5,373	5,876	5,760	6,287	6,316									
	Inundación	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,200	9,600	9,600	9,600									
	Localizado	4,817	4,775	4,969	4,745	4,338	4,702	4,537	4,996	4,899									

Tabla 5.57. Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo del Girasol en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Girasol									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego	Tipo	Indicadores	Zona															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9							
DUN 2022		(Superficie (ha))	0.0	1.1	13.9	10.3	0.0	7.3	2.7	0.0	9.1	44.4							
		(%)(superficie)	(0.00)	(0.02)	(0.20)	(0.27)	(0.00)	(0.04)	(0.03)	(0.00)	(0.09)	(ha)							
	Aspersión	10%	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	m <sup>3</sup> /ha							
	Inundación	90%	0.00	0.01	0.12	0.09	0.00	0.06	0.02	0.00	0.08	9,183							
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>							
	Total		0.00	0.01	0.13	0.09	0.00	0.06	0.02	0.00	0.08	0.41							

Tabla 5.58. Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo del Girasol en un escenario posible del 2040

Cultivo:		Girasol									Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego	Tipo	Indicadores	Zona															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9							
2040		(Superficie (ha))	0.0	88.6	1079.5	795.4	0.0	561.5	207.0	0.0	704.9	3436.8							
		(%)(superficie)	(0.00)	(1.43)	(15.70)	(20.80)	(0.00)	(2.89)	(2.66)	(0.00)	(6.77)	(ha)							
	Aspersión	95%	0.00	0.49	6.29	4.39	0.00	3.13	1.13	0.00	4.23	m <sup>3</sup> /ha							
	Inundación	5%	0.00	0.04	0.52	0.38	0.00	0.26	0.10	0.00	0.34	6,198							
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>							
	Total		0.00	0.54	6.80	4.77	0.00	3.39	1.23	0.00	4.57	21.30							

Tabla 5.59. Productividad estimada del cultivo del Girasol en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Girasol		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	0.0	1.1	13.9	10.3	0.0	7.3	2.7	0.0	9.1	44.4
		(%)(superficie)	(0.00)	(0.02)	(0.20)	(0.27)	(0.00)	(0.04)	(0.03)	(0.00)	(0.09)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	10%	0.00	0.01	0.14	0.10	0.00	0.07	0.03	0.00	0.09	Productividad
	Inundación	90%	0.00	0.10	1.21	0.91	0.00	0.56	0.22	0.00	0.73	94.3%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		<b>Total</b>		<b>0.00</b>	<b>0.11</b>	<b>1.35</b>	<b>1.02</b>	<b>0.00</b>	<b>0.63</b>	<b>0.25</b>	<b>0.00</b>	<b>0.83</b>

Tabla 5.60. Productividad estimada del cultivo del Girasol en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Girasol		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	0.0	88.6	1079.5	795.4	0.0	561.5	207.0	0.0	704.9	3436.8
		(%)(superficie)	(0.00)	(1.43)	(15.70)	(20.80)	(0.00)	(2.89)	(2.66)	(0.00)	(6.77)	(ha)
2040	Aspersión	95%	0.00	8.42	102.55	75.56	0.00	53.34	19.66	0.00	66.97	Productividad
	Inundación	5%	0.00	0.44	5.20	3.92	0.00	2.42	0.95	0.00	3.16	99.7%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		<b>Total</b>		<b>0.00</b>	<b>8.85</b>	<b>107.75</b>	<b>79.49</b>	<b>0.00</b>	<b>55.76</b>	<b>20.61</b>	<b>0.00</b>	<b>70.12</b>

## La Soja

**Tabla 5.61.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo de la Soja

Cultivo:		Soja		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SECO	Suelo - 01	Aspersión	5,494	5,494	5,374	4,941	5,041	4,856	4,764	5,307	4,483	
		Inundación	9,600	9,600	7,200	7,200	8,400	7,200	9,600	7,200	7,200	
		Localizado	4,418	4,418	4,257	3,957	3,908	4,398	3,774	4,265	3,996	
	Suelo - 02	Aspersión	5,494	5,494	5,185	4,946	5,041	4,857	5,528	5,585	4,967	
		Inundación	9,600	9,600	7,200	7,200	8,400	7,200	8,400	7,200	7,200	
		Localizado	4,424	4,418	4,280	3,958	3,908	4,268	4,150	4,379	4,118	
	Suelo - 03	Aspersión	5,515	5,505	5,189	4,946	5,041	5,370	5,200	5,595	4,976	
		Inundación	8,400	9,600	7,200	7,200	8,400	7,200	8,400	7,200	7,200	
		Localizado	4,436	4,431	4,257	3,958	3,908	4,338	4,123	4,392	4,118	
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	4,924	4,924	5,097	4,888	4,724	4,781	4,607	4,804	4,945	
		Inundación	8,400	8,400	9,600	8,400	8,400	9,600	8,400	8,400	10,800	
		Localizado	3,864	3,864	4,154	3,847	3,869	3,670	3,834	4,086	4,159	
	Suelo - 02	Aspersión	4,931	4,931	4,915	4,888	4,719	4,636	4,478	4,804	5,113	
		Inundación	8,400	9,600	9,600	8,400	8,400	9,600	8,400	8,400	8,400	
		Localizado	3,864	3,864	3,941	3,847	3,869	3,650	3,834	4,086	4,234	
	Suelo - 03	Aspersión	5,260	4,931	5,094	4,888	4,719	4,471	4,478	4,804	5,113	
		Inundación	8,400	8,400	8,400	8,400	8,400	8,400	8,400	8,400	8,400	
		Localizado	3,881	3,871	4,154	3,847	3,869	3,650	3,834	4,086	4,234	
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	4,005	4,005	4,773	3,636	3,794	4,305	4,316	4,516	4,237	
		Inundación	6,000	6,000	7,200	7,200	7,200	7,200	8,400	7,200	7,200	
		Localizado	3,251	3,251	3,845	3,171	3,156	3,593	3,299	3,595	3,369	
	Suelo - 02	Aspersión	4,005	4,005	4,773	3,636	3,794	4,180	4,085	4,516	4,239	
		Inundación	6,000	6,000	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	
		Localizado	3,251	3,251	3,916	3,171	3,156	3,402	3,193	3,595	3,448	
	Suelo - 03	Aspersión	4,005	4,005	4,773	3,636	3,794	4,116	4,085	4,516	4,239	
		Inundación	6,000	6,000	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	7,200	
		Localizado	3,251	3,251	3,845	3,171	3,156	3,402	3,271	3,796	3,448	

**Tabla 5.62.** Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo de la Soja agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Soja		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)						
Año Climático	Sistema de Riego	Zona								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Aspersión	5,501	5,498	5,249	4,944	5,041	5,028	5,164	5,496	4,808
	Inundación	9,200	9,600	7,200	7,200	8,400	7,200	8,800	7,200	7,200
	Localizado	4,426	4,422	4,265	3,958	3,908	4,335	4,016	4,346	4,078
MEDIO	Aspersión	5,038	4,929	5,035	4,888	4,721	4,629	4,521	4,804	5,057
	Inundación	8,400	8,800	9,200	8,400	8,400	9,200	8,400	8,400	9,200
	Localizado	3,869	3,866	4,083	3,847	3,869	3,657	3,834	4,086	4,209
HUMEDO	Aspersión	4,005	4,005	4,773	3,636	3,794	4,201	4,162	4,516	4,239
	Inundación	6,000	6,000	7,200	7,200	7,200	7,200	7,600	7,200	7,200
	Localizado	3,251	3,251	3,868	3,171	3,156	3,466	3,254	3,662	3,422
SECO / MEDIO	Aspersión	5,270	5,213	5,142	4,916	4,881	4,829	4,842	5,150	4,933
	Inundación	8,800	9,200	8,200	7,800	8,400	8,200	8,600	7,800	8,200
	Localizado	4,148	4,144	4,174	3,902	3,888	3,996	3,925	4,216	4,143

Tabla 5.63. Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo de la Soja en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Soja		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
DUN 2022		(Superficie (ha))	107.0	64.2	28.1	31.5	20.9	102.2	88.5	78.1	35.5	556.1
		(%)(superficie)	(2.13)	(1.04)	(0.41)	(0.82)	(0.58)	(0.53)	(1.14)	(1.38)	(0.34)	(ha)
	Aspersión	10%	0.06	0.03	0.01	0.02	0.01	0.05	0.04	0.04	0.02	m <sup>3</sup> /ha
	Inundación	90%	0.85	0.53	0.21	0.22	0.16	0.75	0.69	0.55	0.26	8,084
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>
	Total		0.90	0.57	0.22	0.24	0.17	0.80	0.73	0.59	0.28	4.50

Tabla 5.64. Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo de la Soja en un escenario posible del 2040

Cultivo:		Soja		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2040		(Superficie (ha))	396.9	238.2	104.3	116.7	77.6	379.0	328.2	289.7	131.5	2062.1
		(%)(superficie)	(7.89)	(3.86)	(1.52)	(3.05)	(2.17)	(1.95)	(4.22)	(5.13)	(1.26)	(ha)
	Aspersión	95%	1.99	1.18	0.51	0.55	0.36	1.74	1.51	1.42	0.62	m <sup>3</sup> /ha
	Inundación	5%	0.17	0.11	0.04	0.05	0.03	0.16	0.14	0.11	0.05	5,204
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>
	Total		2.16	1.29	0.55	0.59	0.39	1.89	1.65	1.53	0.67	10.73

Tabla 5.65. Productividad estimada del cultivo de la Soja en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Soja		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	107.0	64.2	28.1	31.5	20.9	102.2	88.5	78.1	35.5	556.1
		(%)(superficie)	(2.13)	(1.04)	(0.41)	(0.82)	(0.58)	(0.53)	(1.14)	(1.38)	(0.34)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	10%	1.07	0.64	0.28	0.31	0.21	1.02	0.89	0.78	0.35	Productividad
	Inundación	90%	9.57	5.70	2.46	2.81	1.87	8.28	7.46	6.97	2.94	96.4%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		<b>Total</b>		<b>10.64</b>	<b>6.34</b>	<b>2.74</b>	<b>3.12</b>	<b>2.08</b>	<b>9.30</b>	<b>8.34</b>	<b>7.75</b>	<b>3.29</b>

Tabla 5.66. Productividad estimada del cultivo de la Soja en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Soja		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	396.9	238.2	104.3	116.7	77.6	379.0	328.2	289.7	131.5	2062.1
		(%)(superficie)	(7.89)	(3.86)	(1.52)	(3.05)	(2.17)	(1.95)	(4.22)	(5.13)	(1.26)	(ha)
2040	Aspersión	95%	37.70	22.63	9.91	11.09	7.37	36.00	31.18	27.52	12.50	Productividad
	Inundación	5%	1.97	1.17	0.51	0.58	0.39	1.71	1.54	1.44	0.61	99.8%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		<b>Total</b>		<b>39.67</b>	<b>23.80</b>	<b>10.41</b>	<b>11.67</b>	<b>7.76</b>	<b>37.71</b>	<b>32.71</b>	<b>28.96</b>	<b>13.10</b>

## Doble Cosecha

**Tabla 5.67.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para un cultivo de Doble Cosecha

Cultivo: Doble Cosecha			Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Suelo - 01	Aspersión	9,907	9,907	10,690	10,084	9,912	10,443	9,295	10,887	10,672
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	7,835	7,835	8,799	8,134	7,542	8,535	7,529	8,623	8,602
	Suelo - 02	Aspersión	9,656	9,329	10,542	10,631	9,936	10,458	9,303	11,031	10,584
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	8,117	7,835	8,843	8,294	7,542	8,851	7,658	8,633	8,549
	Suelo - 03	Aspersión	9,662	9,662	11,056	10,631	9,936	10,647	9,303	11,031	10,584
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	8,070	8,070	8,829	8,294	7,542	8,725	7,687	8,637	8,549
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	9,414	9,414	9,588	8,567	8,783	10,124	8,444	9,008	9,073
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800	12,000
		Localizado	7,288	7,194	7,725	7,130	6,971	7,774	6,779	7,181	7,132
	Suelo - 02	Aspersión	9,386	9,568	9,597	8,748	8,766	9,590	8,829	9,008	9,400
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800	10,800	12,000
		Localizado	7,186	7,194	7,725	7,130	6,971	7,841	6,771	7,181	7,210
	Suelo - 03	Aspersión	9,386	9,386	9,602	8,748	8,766	9,734	8,829	9,008	9,400
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800	10,800	12,000
		Localizado	7,186	7,186	7,769	7,130	6,971	7,858	6,771	7,181	7,251
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	7,583	7,583	8,488	7,592	8,102	9,089	8,091	8,120	7,757
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,827	6,827	7,147	6,483	6,967	6,598	6,966	6,677	6,469
	Suelo - 02	Aspersión	7,583	7,660	8,488	7,592	8,102	8,955	8,600	8,120	7,750
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
		Localizado	6,827	6,696	7,147	6,483	6,967	6,517	6,997	6,677	6,569
	Suelo - 03	Aspersión	7,583	7,583	8,488	7,592	8,102	8,955	8,600	8,120	7,750
		Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	10,800
		Localizado	6,827	6,827	7,147	6,483	6,967	6,517	6,997	6,677	6,569

**Tabla 5.68.** Resumen de las Dotaciones Brutas un cultivo de Doble Cosecha agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Doble Cosecha			Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)					
Año Climático	Sistema de Riego	Zona								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Aspersión	9,742	9,633	10,763	10,449	9,928	10,516	9,301	10,983	10,613
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
	Localizado	8,008	7,914	8,824	8,241	7,542	8,704	7,625	8,631	8,567
MEDIO	Aspersión	9,395	9,456	9,595	8,687	8,771	9,816	8,701	9,008	9,291
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	11,200	10,800	12,000
	Localizado	7,220	7,191	7,740	7,130	6,971	7,824	6,774	7,181	7,198
HUMEDO	Aspersión	7,583	7,609	8,488	7,592	8,102	9,000	8,430	8,120	7,752
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	11,600
	Localizado	6,827	6,784	7,147	6,483	6,967	6,544	6,986	6,677	6,536
SECO / MEDIO	Aspersión	9,568	9,544	10,179	9,568	9,350	10,166	9,001	9,996	9,952
	Inundación	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	11,600	11,400	12,000
	Localizado	7,614	7,552	8,282	7,686	7,257	8,264	7,199	7,906	7,882

Tabla 5.69. Resumen de las Dotaciones Brutas un cultivo de Doble Cosecha en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Doble Cosecha			Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )							
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	487.8	1245.7	661.0	747.7	385.6	1590.0	987.2	397.1	650.3	7152.4
		(%)(superficie)	(9.69)	(20.17)	(9.61)	(19.55)	(10.78)	(8.19)	(12.70)	(7.03)	(6.25)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	10%	0.47	1.19	0.67	0.72	0.36	1.62	0.89	0.40	0.65	m <sup>3</sup> /ha
	Inundación	90%	5.27	13.45	7.14	8.08	4.16	17.17	10.31	4.07	7.02	11,693
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>
		Total		5.73	14.64	7.81	8.79	4.53	18.79	11.19	4.47	7.67

Tabla 5.70. Resumen de las Dotaciones Brutas un cultivo de Doble Cosecha en un escenario posible del 2040

Cultivo:		Doble Cosecha			Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )							
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	468.8	1197.2	635.2	718.6	370.6	1528.0	948.7	381.6	625.0	6873.6
		(%)(superficie)	(9.32)	(19.38)	(9.24)	(18.79)	(10.36)	(7.87)	(12.21)	(6.76)	(6.00)	(ha)
2040	Aspersión	95%	4.26	10.85	6.14	6.53	3.29	14.76	8.11	3.62	5.91	m <sup>3</sup> /ha
	Inundación	5%	0.28	0.72	0.38	0.43	0.22	0.92	0.55	0.22	0.37	9,831
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>
		Total		4.54	11.57	6.52	6.96	3.51	15.67	8.66	3.84	6.28

Tabla 5.71. Productividad estimada de un cultivo de Doble Cosecha en el escenario actual (DUN 2022).



Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Doble Cosecha									Producción (%)	
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	487.8	1245.7	661.0	747.7	385.6	1590.0	987.2	397.1	650.3	7152.4
		(%)(superficie)	(9.69)	(20.17)	(9.61)	(19.55)	(10.78)	(8.19)	(12.70)	(7.03)	(6.25)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	10%	4.88	12.46	6.61	7.48	3.86	15.90	9.87	3.97	6.50	Productividad
	Inundación	90%	41.61	104.01	53.53	61.99	32.73	106.83	76.08	33.00	49.50	88.2%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		Total	46.49	116.47	60.14	69.46	36.59	122.73	85.95	36.97	56.00	630.80

Tabla 5.72. Productividad estimada de un cultivo de la Doble Cosecha en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Doble Cosecha									Producción (%)	
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	468.8	1197.2	635.2	718.6	370.6	1528.0	948.7	381.6	625.0	6873.6
		(%)(superficie)	(9.32)	(19.38)	(9.24)	(18.79)	(10.36)	(7.87)	(12.21)	(6.76)	(6.00)	(ha)
2040	Aspersión	95%	44.53	113.73	60.35	68.26	35.21	145.16	90.13	36.25	59.37	Productividad
	Inundación	5%	2.22	5.55	2.86	3.31	1.75	5.70	4.06	1.76	2.64	99.3%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		Total	46.76	119.28	63.20	71.57	36.95	150.86	94.19	38.02	62.01	682.85

## El Trigo (Cereal de Invierno)

**Tabla 5.73.** Resumen de las Dotaciones Brutas de los 243 escenarios analizados para el cultivo del Trigo

Cultivo:		Trigo		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)								
Año Climático	Tipo de Suelo	Sistema de Riego	Zona									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
SECO	Suelo - 01	Aspersión	3,517	3,517	4,082	3,901	3,751	4,121	3,503	4,114	4,276	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,870	2,714	3,365	3,166	3,199	3,288	2,988	3,441	3,252	
	Suelo - 02	Aspersión	3,549	3,176	4,051	4,042	3,779	3,969	3,782	4,112	4,127	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	2,400	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,895	2,743	3,365	3,216	3,157	3,287	3,208	3,441	3,449	
	Suelo - 03	Aspersión	3,564	3,560	4,051	4,042	3,779	4,141	3,797	4,112	4,127	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	2,400	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,895	2,895	3,444	3,216	3,157	3,273	3,241	3,441	3,449	
MEDIO	Suelo - 01	Aspersión	4,072	4,072	2,993	4,104	3,831	3,445	2,283	2,101	2,592	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,749	2,749	2,739	2,367	2,600	2,674	1,763	1,769	2,150	
	Suelo - 02	Aspersión	4,786	4,070	2,993	4,448	3,836	3,374	1,943	2,101	2,757	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,749	2,705	2,814	2,451	2,600	2,729	1,760	1,769	2,261	
	Suelo - 03	Aspersión	4,786	4,786	2,993	4,448	3,836	3,617	1,943	2,101	2,757	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,749	2,749	2,739	2,451	2,600	2,746	1,760	1,769	2,267	
HUMEDO	Suelo - 01	Aspersión	3,628	3,628	2,426	3,415	2,331	3,666	2,711	2,333	3,313	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,147	2,147	1,790	2,130	2,057	2,270	2,125	1,775	2,554	
	Suelo - 02	Aspersión	3,628	3,628	2,426	3,415	2,331	3,548	2,217	2,333	2,999	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,147	2,147	1,790	2,130	2,057	2,031	2,041	1,775	2,616	
	Suelo - 03	Aspersión	3,628	3,628	2,426	3,415	2,331	3,346	2,217	2,333	2,839	
		Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	
		Localizado	2,147	2,147	1,790	2,130	2,057	2,051	2,041	1,775	2,616	

**Tabla 5.74.** Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo del Trigo agrupadas por Tipología de año estudiado. *En rojo los resultados a considerar para los indicadores posteriores.*

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Trigo		Dotación Bruta (m <sup>3</sup> /ha)						
Año Climático	Sistema de Riego	Zona								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
SECO	Aspersión	3,544	3,418	4,061	3,995	3,770	4,077	3,694	4,113	4,177
	Inundación	3,600	3,600	3,600	2,800	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
	Localizado	2,887	2,784	3,392	3,200	3,171	3,283	3,146	3,441	3,383
MEDIO	Aspersión	4,548	4,309	2,993	4,334	3,835	3,479	2,056	2,101	2,702
	Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
	Localizado	2,749	2,734	2,764	2,423	2,600	2,716	1,761	1,769	2,226
HUMEDO	Aspersión	3,628	3,628	2,426	3,415	2,331	3,520	2,382	2,333	3,050
	Inundación	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
	Localizado	2,147	2,147	1,790	2,130	2,057	2,117	2,069	1,775	2,596
SECO / MEDIO	Aspersión	4,046	3,864	3,527	4,164	3,802	3,778	2,875	3,107	3,439
	Inundación	3,600	3,600	3,600	3,200	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
	Localizado	2,818	2,759	3,078	2,811	2,886	2,999	2,453	2,605	2,804

Tabla 5.75. Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo del Trigo en el escenario actual (DUN 2022).

Cultivo:		Trigo		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	2397.9	1728.8	1772.1	751.5	744.1	4233.9	1459.9	1256.5	2696.2	17040.7
		(%)(superficie)	(47.65)	(27.99)	(25.77)	(19.65)	(20.79)	(21.80)	(18.79)	(22.26)	(25.91)	(ha)
	DUN 2022	Aspersión	10%	0.97	0.67	0.62	0.31	0.28	1.60	0.42	0.39	0.93
	Inundación	90%	7.77	5.60	5.74	2.16	2.41	13.72	4.73	4.07	8.74	3,588
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>
	Total		8.74	6.27	6.37	2.48	2.69	15.32	5.15	4.46	9.66	61.14

Tabla 5.76. Resumen de las Dotaciones Brutas el cultivo del Trigo en un escenario posible del 2040

Cultivo:		Cereales		Dotación Bruta (Hm <sup>3</sup> )								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	483.6	348.7	357.4	151.6	150.1	853.9	294.4	253.4	543.8	3436.8
		(%)(superficie)	(9.61)	(5.65)	(5.20)	(3.96)	(4.19)	(4.40)	(3.79)	(4.49)	(5.22)	(ha)
	2040	Aspersión	95%	1.86	1.28	1.20	0.60	0.54	3.06	0.80	0.75	1.78
	Inundación	5%	0.09	0.06	0.06	0.02	0.03	0.15	0.05	0.05	0.10	3,633
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Hm <sup>3</sup>
	Total		1.95	1.34	1.26	0.62	0.57	3.22	0.86	0.79	1.87	12.49

Tabla 5.77. Productividad estimada del cultivo del Trigo en el escenario actual (DUN 2022).

Estudio de los requerimientos hídricos de la zona regables de “Els Canals d’Urgell” que aseguren una producción estable y sostenible.

Cultivo:		Trigo		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	2397.9	1728.8	1772.1	751.5	744.1	4233.9	1459.9	1256.5	2696.2	17040.7
		(%)(superficie)	(47.65)	(27.99)	(25.77)	(19.65)	(20.79)	(21.80)	(18.79)	(22.26)	(25.91)	(ha)
DUN 2022	Aspersión	10%	23.98	17.29	17.72	7.52	7.44	42.34	14.60	12.56	26.96	Productividad
	Inundación	90%	195.84	138.82	127.10	56.02	58.79	244.01	107.98	94.54	184.17	80.8%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		<b>Total</b>	<b>219.82</b>	<b>156.11</b>	<b>144.82</b>	<b>63.54</b>	<b>66.23</b>	<b>286.35</b>	<b>122.58</b>	<b>107.11</b>	<b>211.13</b>	<b>1,377.68</b>

Tabla 5.78. Productividad estimada del cultivo del Trigo en un escenario posible del 2040.

Cultivo:		Cereales		Producción (%)								
Situación	Sistema de Riego		Zona									Indicadores
	Tipo	(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		(Superficie (ha))	483.6	348.7	357.4	151.6	150.1	853.9	294.4	253.4	543.8	3436.8
		(%)(superficie)	(9.61)	(5.65)	(5.20)	(3.96)	(4.19)	(4.40)	(3.79)	(4.49)	(5.22)	(ha)
2040	Aspersión	95%	45.94	33.12	33.95	14.40	14.26	81.12	27.97	24.07	51.66	Productividad
	Inundación	5%	2.19	1.56	1.42	0.63	0.66	2.73	1.21	1.06	2.06	98.9%
	Localizado	0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Relativo P.
		<b>Total</b>	<b>48.14</b>	<b>34.68</b>	<b>35.38</b>	<b>15.03</b>	<b>14.91</b>	<b>83.85</b>	<b>29.18</b>	<b>25.13</b>	<b>53.72</b>	<b>340.02</b>

## Análisis Global

Conjuntando y resumiendo los resultados de las diferentes tablas de demanda hídrica y productividad (Tablas 5.1 a 5.78), se han elaborado las tablas resumen de los requerimientos hídricos (Tabla 5.79) y de la productividad (Tabla 5.80).

**Tabla 5.79.** Resumen Global de los requerimientos hídricos en los dos escenarios estudiados.

Cultivo	Situación Actual			Escenario 2040		
	Superficie	Dotación		Superficie	Dotación	
# Denominación	(ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(Hm <sup>3</sup> )	(ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(Hm <sup>3</sup> )
1 Melocotonero	1495	8956	13.39	2749	6936	19.07
2 Almendro	2070	10402	21.53	5499	8006	44.02
3 Manzano	4945	10580	52.32	8248	6362	52.47
4 Peral	4359	10765	46.92	4124	6224	25.67
5 Nogal	238	8832	2.10	4124	8239	33.98
6 Olivo	461	10460	4.82	8248	6149	50.72
7 Viña	125	2115	0.27	4124	1950	8.04
8 Maiz	15046	11150	167.76	10310	8005	82.54
9 Alfalfa	13403	11689	156.66	1375	9365	12.87
10 Girasol	44	9183	0.41	3437	6198	21.30
11 Soja	556	8084	4.50	2062	5204	10.73
12 Doble_Cosecha	7152	11693	83.63	6874	9831	67.58
13 Trigo	17041	3588	61.14	3437	3633	12.49
<b>Totales Estudio</b>	<b>66,936</b>		<b>615.45</b>	<b>64,612</b>		<b>441.48</b>
<b>Totales Equivalentes Zona</b>	<b>68,736</b>	<b>9195</b>	<b>632.00</b>	<b>68,736</b>	<b>6833</b>	<b>469.66</b>
<b>(% Superficie Estudiada)</b>	<b>97.4%</b>			<b>94.0%</b>		

En el caso de los requerimientos hídricos (Tabla 5.79) se observa una reducción de la demanda a pie de parcela de 632 Hm<sup>3</sup> a 470 Hm<sup>3</sup> (un ahorro de 173 Hm<sup>3</sup>, equivalente al 25.8% de los requerimientos actuales).

Las dotaciones medias por ha pasan de 9165 m<sup>3</sup>/ha a 6863 m<sup>3</sup>/ha.

En el análisis de la productividad (Tabla 5.80) se puede observar cómo prácticamente en todos los cultivos aumenta la productividad al pasar del escenario actual al escenario del 2040. Cuando se analiza el incremento de la productividad de forma global se observa que ésta puede aumentar un 11.1%

**Tabla 5.80.** Resumen Global de los Índices de Productividad en los dos escenarios estudiados.

Cultivo		Situación Actual			Escenario 2040		
		Superficie	Productividad		Superficie	Productividad	
#	Denominación	(ha)	(%)	Índice	(ha)	(%)	Índice
1	Melocotonero	1495	95.8%	143.19	2749	100.0%	274.94
2	Almendro	2070	95.7%	198.20	5499	99.0%	544.39
3	Manzano	4945	97.6%	482.69	8248	100.0%	824.83
4	Peral	4359	94.0%	409.78	4124	99.6%	410.64
5	Nogal	238	97.8%	23.29	4124	99.5%	410.52
6	Olivo	461	95.2%	43.88	8248	98.8%	815.00
7	Viña	125	99.1%	12.43	4124	100.0%	412.42
8	Maiz	15046	91.3%	1374.40	10310	99.6%	1026.42
9	Alfalfa	13403	92.3%	1236.92	1375	99.6%	136.88
10	Girasol	44	94.3%	4.19	3437	99.6%	342.48
11	Soja	556	96.4%	53.61	2062	99.7%	205.65
12	Doble_Cosecha	7152	88.2%	630.80	6874	99.3%	682.37
13	Trigo	17041	80.8%	1377.68	3437	98.9%	339.82
<b>Totales Estudio</b>		<b>66,936</b>		<b>5991.05</b>	<b>64,612</b>		<b>6426.39</b>
<b>Totales Equivalentes Zona</b>		<b>68,736</b>		<b>6152.15</b>	<b>68,736</b>		<b>6836.56</b>
<b>(% Superficie Estudiada)</b>		<b>97.4%</b>			<b>94.0%</b>		<b>111.1%</b>

Hay que resaltar, de nuevo, que estos resultados son el fruto de la metodología de cálculo de los requerimientos hídricos de los cultivos en diferentes escenarios climáticos y edáficos, y en los tres posibles sistemas de riego. Esta metodología no debería ser motivo de variaciones significativas si se aplican aproximaciones alternativas. Estos resultados, pero, son también dependientes de los escenarios de futuro que se proyecten, y que se focalizan en la distribución de cultivos que asumamos existirá en 2040 y de los porcentajes de sistemas de riego que se utilicen. Variaciones significativas de ambos parámetros pueden suponer cambios considerables en los indicadores de las tablas 5.79 y 5.80.

## 6. Comentarios.

Los resultados presentados en este estudio son la consecuencia de considerar una climatología, una distribución territorial de los suelos y una sectorización donde además de los parámetros físicos se introduce la actual zonificación de Canals d’Urgell por lo que hace referencia a sus colectividades, una distribución de cultivos y unos sistemas de riego. A pesar de que algunos de los vectores utilizados como el suelo difícilmente variará, hay otros aspectos como el clima y la distribución futura de cultivos que también variarán, la cuestión es acertar en que dirección se moverá y cuál puede ser la fotografía final de distribución de cultivos.

Para analizar la sensibilidad que induce una alternativa u otra de cultivos en el 2040, se presenta a continuación la selección de cuatro casos de estudio. Y dado pues que el clima variará se analiza cómo podría influir este cambio sobre la demanda hídrica y la productividad.

### Como afecta la distribución de cultivos a la demanda de recursos hídricos. Análisis de sensibilidad.

Se presentan en este apartado diferentes distribuciones de cultivos para el escenario 2040, que ilustren la dependencia de este factor sobre el volumen de agua requerida a nivel de zona.

Empezamos por ilustrar el caso de distribución de cultivos que se ha considerado en este estudio, que denominaremos Distribución Base (Tabla 6.1)

**Tabla 6.1.** Requerimientos hídricos Zonales (a pie de parcela) para una distribución de Cultivos y sistemas de riego denominada Distribución Base.

Caso de Estudio		Distribución Base															Requerimientos Hídricos Globales a pie de parcela	
Cultivo	Barbecho	Melocotonero	Almendra	Manzano	Peral	Nogal	Olivo	Viña	Maíz	Alfalfa	Girasol	Soja	Doble Cosecha	Huerta	Trigo	Otros		Total
Superficie (%)	2.0%	4.0%	8.0%	12.0%	6.0%	6.0%	12.0%	6.0%	15.0%	2.0%	5.0%	3.0%	10.0%	2.0%	5.0%	2.0%	100.0%	(Hm <sup>3</sup> )
Sistema de Riego	Aspersión	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	90%	95%	95%	95%	95%		95%			469.66
	Inundación	0%	0%	0%	5%	5%	5%	0%	5%	5%	5%	5%	5%		5%			(m <sup>3</sup> /ha)
	Localizado	100%	100%	100%	95%	95%	95%	100%	5%	0%	0%	0%	0%		0%			6833

En esta tabla se observa la distribución de cultivos por sistema de riego y los parámetros de Requerimientos hídricos (469.66 Hm<sup>3</sup> a pie de parcela), idéntico a lo que se presenta en

la Tabla 5.79. Esta distribución base es la protección 2040 que se ha considerado todo el estudio.

En la tabla 6.2 se presenta una alternativa de cultivos más cerealista-forrajera, y aquí la demanda hídrica a pie de parcela asciende a 509.47 Hm<sup>3</sup>. No obstante, en las otras dos alternativas propuestas (Frutícola (tabla 6.3) y Equilibrada (tabla 6.4)), las demandas son muy parecidas a la demanda Básica.

**Tabla 6.2.** Requerimientos hídricos Zonales (a pie de parcela) para una distribución de Cultivos y sistemas de riego denominada Distribución Forrajera.

Caso de Estudio		Distribución Forrajera																	
Cultivo		Barbecho	Melocotonero	Almendro	Manzano	Peral	Nogal	Olivo	Viña	Maíz	Alfalfa	Girasol	Soja	Doble Cosecha	Huerta	Trigo	Otros	Total	Requerimientos Hídricos Globales a pie de parcela
Superficie (%)		0.0%	4.0%	8.0%	9.0%	6.0%	5.0%	5.0%	2.0%	15.0%	12.0%	2.0%	4.0%	18.0%	0.0%	10.0%	0.0%	100.0%	(Hm <sup>3</sup> )
Sistema de Riego	Aspersión		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	90%	95%	95%	95%	95%		95%			509.47
	Inundación		0%	0%	0%	5%	5%	5%	0%	5%	5%	5%	5%	5%		5%			(m <sup>3</sup> /ha)
	Localizado		100%	100%	100%	95%	95%	95%	100%	5%	0%	0%	0%	0%		0%			7412

**Tabla 6.3.** Requerimientos hídricos Zonales (a pie de parcela) para una distribución de Cultivos y sistemas de riego denominada Distribución Frutícola (Cultivos leñosos en general).

Caso de Estudio		Distribución Frutícola (Cultivos Leñosos en general)																	
Cultivo		Barbecho	Melocotonero	Almendro	Manzano	Peral	Nogal	Olivo	Viña	Maíz	Alfalfa	Girasol	Soja	Doble Cosecha	Huerta	Trigo	Otros	Total	Requerimientos Hídricos Globales a pie de parcela
Superficie (%)		0.0%	7.0%	17.0%	12.0%	8.0%	12.0%	10.0%	7.0%	8.0%	3.0%	2.0%	4.0%	5.0%	0.0%	5.0%	0.0%	100.0%	(Hm <sup>3</sup> )
Sistema de Riego	Aspersión		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	90%	95%	95%	95%	95%		95%			465.65
	Inundación		0%	0%	0%	5%	5%	5%	0%	5%	5%	5%	5%	5%		5%			(m <sup>3</sup> /ha)
	Localizado		100%	100%	100%	95%	95%	95%	100%	5%	0%	0%	0%	0%		0%			6775

**Tabla 6.4.** Requerimientos hídricos Zonales (a pie de parcela) para una distribución de Cultivos y sistemas de riego denominada Distribución Equilibrada

Caso de Estudio		Distribución Equilibrada																	
Cultivo		Barbecho	Melocotonero	Almendro	Manzano	Peral	Nogal	Olivo	Viña	Maíz	Alfalfa	Girasol	Soja	Doble Cosecha	Huerta	Trigo	Otros	Total	Requerimientos Hídricos Globales a pie de parcela
Superficie (%)		0.0%	6.0%	11.0%	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%	7.0%	11.0%	10.0%	2.0%	4.0%	9.0%	0.0%	8.0%	0.0%	100.0%	(Hm <sup>3</sup> )
Sistema de Riego	Aspersión		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	90%	95%	95%	95%	95%		95%			475.36
	Inundación		0%	0%	0%	5%	5%	5%	0%	5%	5%	5%	5%	5%		5%			(m <sup>3</sup> /ha)
	Localizado		100%	100%	100%	95%	95%	95%	100%	5%	0%	0%	0%	0%		0%			6916



## El Cambio Climático

El cambio climático es una evidencia que tiene y va a tener una muy importante ascendencia sobre la demanda hídrica de los cultivos. En el último informe público de la IPCC (IPCC,2023) se pone de manifiesto como esta variación del clima afectará a la demanda evapotranspirativa de los cultivos y como tendrá consecuencias en la provisión de alimentos a nivel mundial.

Para evaluar los efectos del cambio climático sobre los requerimientos de agua de los cultivos dels Canals d’Urgell se ha definido un posible escenario climático para el 2040 (Tabla 6.5) en base a las predicciones del “3<sup>er</sup> Informe del Canvi Climàtic a Catalunya” (2016) y a las observaciones generales del IPCC (<https://www.ipcc.ch/>). En términos generales, estas variaciones se han focalizado sobre Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa del aire, asignando los valores estacionales de variación que se presentan en la tabla 6.5.

Cambios en la velocidad del viento, la radiación incidente y la distribución de las precipitaciones (todos ellos también afectados por el Cambio Climático) pueden tener importancia en la cuantificación de la demanda hídrica de los cultivos, aunque esta simulación se centre básicamente en los tres enumerados: Temperatura del Aire, Humedad Relativa del Aire y Precipitación.

**Tabla 6.5.** Detalle de los incrementos en Temperatura, Precipitación y Humedad Relativa que se esperan estacionalmente en la zona interior de la demarcación de Lleida en el período 2020-2040.

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
<b>Temperatura</b>	+ 0.6 °C	+ 0.4 °C	+ 1.0 °C	+ 0.9 °C
<b>Precipitación</b>	- 3.4 %	- 5.6 %	- 8.3 %	- 4.6 %
<b>Hum. Relativa</b>	- 3 %	- 2 %	- 5 %	- 4.5 %

Esta evaluación se ha realizado para un caso concreto con el cultivo del Maíz, cultivado en un suelo Profundo Arcilloso de la Zona 5, utilizando datos climáticos de referencia del año 2017 (año climático medio) y exclusivamente de la Estación Agroclimática de Mollerussa, con una variante: Riego Localizado y Riego por Aspersión.

La comparativa entre requerimientos brutos de riego (agua a pie de parcela) (Tabla 6.6) para el riego por aspersión nos indica un incremento de demanda de 824 m<sup>3</sup>/ha y ciclo lo que representa un aumento del 11,2%. En el caso del riego localizado el incremento de la demanda también es de un 11,2%, que se traduce en 672 m<sup>3</sup>/ha.

Obsérvese, que los resultados de esta simulación (Tabla 6.6.) no tienen por qué coincidir con los que se presentan para un año medio en la Tabla 5.43 (año Climático Medio (2017), Zona 5, Suelo tipo 2) aunque son muy parecidos, porque aquellos se han obtenido con datos de El Poal y estos con datos de Mollerussa.

**Tabla 6.6.** Efectos de las condiciones de Cambio Climático la zona interior de la demarcación de Lleida en el período 2020-2040, en el cultivo del maíz, un año medio y el sector 5.

<b>Cultivo : Maíz</b>	<b>R. Aspersión</b>			<b>R. Localizado</b>		
	<b>2017</b>	<b>CC-2040</b>	<b>Inc.</b>	<b>2017</b>	<b>CC-2040</b>	<b>Inc.</b>
<b>ET<sub>o</sub></b> (mm/año)	<b>1104</b>	<b>1173</b>	<b>6.3%</b>	<b>1104</b>	<b>1173</b>	<b>6.3%</b>
<b>ET<sub>o</sub></b> (mm/ciclo)	<b>810</b>	<b>873</b>	<b>7.8%</b>	<b>810</b>	<b>873</b>	<b>7.8%</b>
<b>Precipitación</b> (mm/ciclo)	<b>104</b>	<b>97</b>	<b>-6.7%</b>	<b>104</b>	<b>97</b>	<b>-6.7%</b>
<b>ET<sub>c</sub></b> (mm/ciclo)	<b>636</b>	<b>692</b>	<b>8.8%</b>	<b>636</b>	<b>692</b>	<b>8.8%</b>
<b>Req. Brutos Riego</b> (m <sup>3</sup> /ha año)	<b>7364</b>	<b>8188</b>	<b>11.2%</b>	<b>6003</b>	<b>6675</b>	<b>11.2%</b>

Este análisis básicamente indica que, con el cambio climático, aquí analizado para el 2040, pero con previsiones de que para el 2050-60 siga induciendo un incremento de la demanda de agua para los cultivos, se pueden presentar situaciones de demanda netamente mayores a las actuales (entre el 10 y el 20%) lo que aumentará los requerimientos brutos de riego comparado con la situación actual.

## 7. Conclusiones.

Se dispone del dibujo de la demanda de agua a pie de parcela en la situación actual (632 Hm<sup>3</sup>) y la demanda de agua en el 2040 (470 Hm<sup>3</sup>) (Tabla 0.1), lo que representa un 25.7% de ahorro de agua. Las dotaciones (demandas teóricas de riego a pie de parcela) medias pasan de 9195 m<sup>3</sup>/ha y año en la actualidad a 6833 m<sup>3</sup>/ha y año en el 2040 con un sistema Canals d’Urgell totalmente optimizado.

**Tabla 0.1.** Resumen Global de los requerimientos hídricos en los dos escenarios estudiados.

Cultivo	Situación Actual			Escenario 2040		
	Superficie	Dotación		Superficie	Dotación	
# Denominación	(ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(Hm <sup>3</sup> )	(ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(Hm <sup>3</sup> )
1 Melocotonero	1495	8956	13.39	2749	6936	19.07
2 Almendro	2070	10402	21.53	5499	8006	44.02
3 Manzano	4945	10580	52.32	8248	6362	52.47
4 Peral	4359	10765	46.92	4124	6224	25.67
5 Nogal	238	8832	2.10	4124	8239	33.98
6 Olivo	461	10460	4.82	8248	6149	50.72
7 Viña	125	2115	0.27	4124	1950	8.04
8 Maiz	15046	11150	167.76	10310	8005	82.54
9 Alfalfa	13403	11689	156.66	1375	9365	12.87
10 Girasol	44	9183	0.41	3437	6198	21.30
11 Soja	556	8084	4.50	2062	5204	10.73
12 Doble_Cosecha	7152	11693	83.63	6874	9831	67.58
13 Trigo	17041	3588	61.14	3437	3633	12.49
<b>Totales Estudio</b>	<b>66,936</b>		<b>615.45</b>	<b>64,612</b>		<b>441.48</b>
<b>Totales Equivalentes Zona</b>	<b>68,736</b>	<b>9195</b>	<b>632.00</b>	<b>68,736</b>	<b>6833</b>	<b>469.66</b>
<b>(% Superficie Estudiada)</b>	<b>97.4%</b>			<b>94.0%</b>		

Adicionalmente este salto de la actualidad al 2040 supone una mejora del 11.1% en la productividad global de la zona.

Dado que estos resultados son altamente dependientes de la distribución de cultivos que se suponga para el 2040, se han analizado diferentes posibilidades y en una gran mayoría de casos la demanda era muy parecida a la actual y tan solo en una distribución de cultivo con predominancia de forrajeros y herbáceos grano la demanda ascendía a 510 Hm<sup>3</sup>.

Asumiendo que el cambio climático afectará de forma considerable la demanda de agua de los cultivos, se han analizado unos pocos casos (maíz en riego por aspersión y riego localizado) y se ha observado un incremento del 11.2% de la demanda de agua de riego a nivel de parcela.

Este trabajo pone de manifiesto que la modernización de Canals d’Urgell ayudará a la reducción de la demanda de agua de riego y a la sostenibilidad de la agricultura que en este ámbito se practique. Aporta, como resultado de aplicar una metodología precisa, toda la información necesaria (base de datos elaborados) para analizar escenarios futuros.

## Referencias:

- Allen, R.G., Pereira, L., Raes, D., Smith M., 1998. *Crop evapotranspiration: guidelines for Computing Crop Water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.
- Ayars, J.E., Johnson, R.S., Phene, C.J., Trout, T.J., Clark, D.A., Mead, R.M., 2003. Water use by drip-irrigated late-season peaches. *Irrig Sci* 22:187–194
- Bellvert, J., Pamies-Sans, M., Casadesús, J., Girona, J., 2025. Evaluating the impact of drought and water restrictions on agricultural production in irrigated areas through crop water productivity functions and a remote sensing-based evapotranspiration model. *Agricultural Water Management* 309 (2025) 109319. doi: 10.1016/j.agwat.2025.109319
- Elhakeem, M., Papanicolaou, A.N., 2009. Estimation of the Runoff Curve Number via Direct Rainfall Simulator Measurements in the State of Iowa, USA. *Water Resour Manage* (2009) 23:2455–2473. DOI 10.1007/s11269-008-9390-1
- Fereres, E., Martinich, D.A., Aldrich, T.M., Castel, J.R., Holzappel, E., Schulbach, H., 1982. Drip irrigation saves money in young almond orchards. *Calif Agric* 36:12–13
- Generalitat de Catalunya, Departament d’Agricultura, Ramaderia, Pesca i Aliementació, Mapa de Cultius 2022 (<https://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/desenvolupament-rural/sigpac/mapa-cultius/>).
- Generalitat de Catalunya, Institut d’Estudis Catalans, 2016. *3er Informe sobre el Canvi Climàtica a Catalunya*. ISBN 9788439394488 (624 pp).
- Girona, J., Del Campo, J., Mata, M., Lopez, G., Marsal, J. 2011. A comparative study of apple and pear tree water consumption measured with two weighing lysimeters. *IRRIGATION SCIENCE* 29(1): 55-63.
- IPCC, 2023: Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
- Microsoft Corporation. (2018). Microsoft Excel. Retrieved from <https://office.microsoft.com/excel>
- Saxton, K.E., and P.H. Willey. 2006. The SPAW model for agricultural field and pond hydrologic simulation. p. 401–435. In V.P. Singh and D.K. Frevert (ed.) *Watershed models*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Soil Survey Staff. 1999. *Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 436.
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., & Raes, D., 2012. Crop yield response to water. In *FAO Irrigation and Drainage Paper No.66*.
- USDA, 1986. *Urban hydrology for small watersheds*. Technical release, no 55 (TR-55). Soil Conservation Service, Washington, D.C.

## Anejo.

### **Anejo 1:**

**3129 fichas de Caracterización de la Demanda Evapotranspirativa de los Cultivos en diferentes Condiciones Agroambientales en la zona de regadío de “CANALS D’URGELL”**