ANEJO Nº3: ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y RED DE RIEGO DE LOS REGADÍOS TRADICIONALES DE MONTAÑA DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE TORNAVACAS (CÁCERES).

JUNTA DE EXTREMADURA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural
Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU
SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS seiasa
OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE
AENOR Empresa Registrada UNE-EN ISO 9001 ER-0885/1998 002/00
AENOR Gestión Ambiental UNE-EN ISO 14001 GA-2003/0120 002/00
CERTIFIED IQNet MANAGEMENT SYSTEM

Índice

1. Documentación de partida 3
2. Climatología 5
   2.1. Estación meteorológica. 5
   2.2. Características térmicas. 6
   2.3. Precipitaciones 7
   2.4. Radiación solar 9
   2.5. Régimen térmico anual 10
   2.6. Régimen de humedad 11
   2.7. Tipo climático 11
3. Hidrología 12
   3.1. Precipitaciones asociadas a cada periodo de retorno 12
4. Edafología 13
5. Agronomía 16
   5.1. Superficie regable 16
   5.2. Alternativas de cultivo 16
   5.3. Necesidades hídricas de cultivo 19
   5.4. Programación de riego 19
   5.5. Método de riego 21
   5.6. Cálculo de las necesidades totales 21
      5.6.1. Variedad tardía (Lapins) 23
      5.6.2. Variedad temprana (Early Lory) 24
   5.7. Estrategia de Riego deficitario controlado 26
   5.8. Dotación de agua en la C.R. de Tornavacas 29
6. Origen del agua 31

1. Documentación de partida

Para la redacción de este anejo se han tomado los datos del *Estudio de la situación actual y potencialidad, mejora y modernización de los regadíos tradicionales del Valle de Jerte, (Cáceres) Expte. SERV 59/00 (05.02.1261)*, redactado por la empresa FOMEX y siendo los Ingenieros Directores D. Jose Ignacio Sánchez Sánchez-Mora y D. Jose Ramón Ruíz García y del *Manual práctico de riego de cerezo* realizado por el Grupo de Riego y Nutrición del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX)

En cuanto a los datos meteorológicos, estos se han obtenido de la página web de REDAREX Plus. REDAREX Plus es el Sistema de Información Agroclimática para el regadío que se encarga de divulgar los datos medidos por las estaciones de la Red SIAR en Extremadura.

Durante los años 1998 - 2001, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación desarrolló un proyecto consistente en la instalación de un Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR) con el objeto de proporcionar a los agricultores y técnicos agrarios la información necesaria para calcular las necesidades de riego de los cultivos y mejorar la eficiencia en la utilización del agua.

La red SIAR está formada por un Centro Nacional, situado en Madrid, un Centro Zonal en cada comunidad autónoma participante (En Extremadura el Centro Zonal está situado en Mérida, en el Centro de Gestión de Riegos del Servicio de Regadíos, de la Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio) y una red de estaciones agrometeorológicas.

La implantación de la red en Extremadura se llevó a cabo a través de la instalación de 20 estaciones agrometeorológicas automáticas en zonas regables oficiales, a las que se han sumado a lo largo de estos años 18 nuevas estaciones, cinco de ellas cedidas por la Finca de investigación La Orden-Valdesequera. Como ya se ha mencionado, los datos medidos por estas, así como los calculados (ET_0 y Precipitación efectiva) los divulga el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (REDAREX plus), que cumple las siguientes funciones:

- Suministrar información agrometeorológica de la red SIAR en Extremadura en base horaria, semihoraria y agregados estadísticos semanales, mensuales o anuales.
- Realizar programaciones de riego a la carta para los diferentes cultivos y zonas regables de la región.
- Ofrecer una previsión agrometeorológica de carácter local.

De esta forma, este trabajo sirve como base para la realización de estudios y proyectos, encaminados tanto al asesoramiento a nivel del regante individual como a la determinación de las necesidades hídricas del conjunto de los regadíos de la región.

La red REDAREX plus presta especial atención a la fiabilidad de los datos adquiridos aplicando protocolos rigurosos de mantenimiento y revisión de las estaciones, programas automáticos para el contraste y la validación de los datos, así como para la calibración de los sensores.

2. Climatología

De acuerdo con *el Estudio de la situación actual y potencialidad, mejora y modernización de los regadíos tradicionales del Valle de Jerte, (Cáceres) Expte. SERV 59/00 (05.02.1261)*, redactado por la empresa FOMEX y siendo los Ingenieros Directores D. José Ignacio Sánchez Sánchez-Mora y D. José Ramón Ruíz García, a partir de los datos de las distintas estaciones meteorológicas de la zona se han obtenido los siguientes datos para la clasificación climática de PAPADAKIS.

2.1. Estación meteorológica.

Se tomará como referencia la estación meteorológica de Valdastillas.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en colaboración con la Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio de la Junta de Extremadura, ha instalado una red de Estaciones Agrometeorológicas y un Centro Zonal en la Región.

La finalidad de este proyecto es que los regantes puedan conocer las necesidades de riego de sus cultivos, de modo que las dosis a aplicar sean lo más exactas posibles y se mejore, de ese modo, la eficiencia del riego.

En Extremadura se han instalado 22 estaciones agrometeorológicas completas, que se suman a las 10 que ya poseía la Consejería de Agricultura a través del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Por tanto, nuestra Región cuenta con un total de 32 estaciones, que cubren la totalidad de las Zonas Regables actuales y futuras.

El Centro de Gestión de Riego (Centro Zonal), implantado en el Servicio de Regadíos en Mérida, tiene como finalidad la optimización de la gestión y uso del agua de riego, con el consiguiente ahorro de la misma. Para ello, posee un sistema de información que permite la captura y gestión de los datos procedentes de las estaciones agroclimáticas, constituyendo una herramienta fundamental para la explotación de esa información.

Uno de estas estaciones se encuentra en el propio municipio de Valdastillas, situada a pocos kilómetros la población, los datos que ofrece son muy completos y precisos, lo que convierte a esta estación en la mejor referencia a la hora de calcular el caudal a detraer.

Características de la estación meteorológica:

MUNICIPIO	COORD. UTM			ALTITUD	FECHA DE INSTALACIÓN
	HUSO	X	Y		
Valdastillas	30	255.607	4.447.376	495	19/10/2006

Tabla 1: Características de la estación meteorológica

Los datos recopilados para la obtención de variables climáticas corresponden al periodo comprendido entre diciembre de 1999 y diciembre de 2022.

2.2. Características térmicas.

En la siguiente tabla se muestran los registros termométricos mensuales recogidos en la estación termométrica de Valdastillas. Datos expresados en ºC:

MES	Tmáx Med. (ºC)	Tmed Med. (ºC)	Tmín Med (ºC)
Octubre	28,38	21,25	15,01
Noviembre	21,82	15,95	11,08
Diciembre	15,29	10,46	6,39
Enero	12,79	7,99	4,03
Febrero	12,21	7,33	3,31
Marzo	14,29	9,05	4,35
Abril	16,87	11,52	6,53
Mayo	19,17	13,53	8,22
Junio	23,93	17,59	11,42
Julio	29,94	22,80	15,72
Agosto	33,31	25,71	18,11
Septiembre	32,94	25,34	18,02
Media	**21,74**	**15,72**	**10,20**

Tabla 2: Temperaturas medias de las máximas, medias y mínimas mensuales registradas en la estación de Valdastillas desde diciembre de 1999 hasta diciembre de 2022

La temperatura media anual oscila entre los 7,33 ºC del mes de febrero y los 25,71 ºC del mes de agosto. La temperatura media de las mínimas del mes más frío es de 3,31 ºC, mientras que la temperatura media de máximas para el mes más caluroso es de 33,31 ºC. Este contraste de temperaturas entre los meses más fríos y los más cálidos es propio de un clima continental.

Las temperaturas máximas absolutas superan los 35 ºC durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, por lo que el verano se alarga mucho. Las mínimas absolutas pueden llegar hasta los –1,5ºC.

La amplitud térmica anual para la zona (Tª media del mes más cálido menos Tª media del mes más frío) es de 18,39 ºC y la amplitud térmica extrema (diferencia entre la Tª media de las máximas del mes más cálido y la Tª media de las mínimas del mes más frío) es de 30,0ºC.

2.3. Precipitaciones.

Los valores pluviométricos medios registrados en la estación de Valdastillas se muestran en el siguiente cuadro. Datos expresados en mm.:

MES	Precipitación total (mm)
Octubre	59,90
Noviembre	167,79
Diciembre	152,59
Enero	144,58
Febrero	128,81
Marzo	114,05
Abril	130,52
Mayo	106,49
Junio	60,28
Julio	19,76
Agosto	7,82
Septiembre	13,53
TOTAL	**1.106,13**

Tabla 3: Precipitaciones medias mensuales registradas en la estación de Valdastillas desde diciembre de 1999 hasta diciembre de 2022

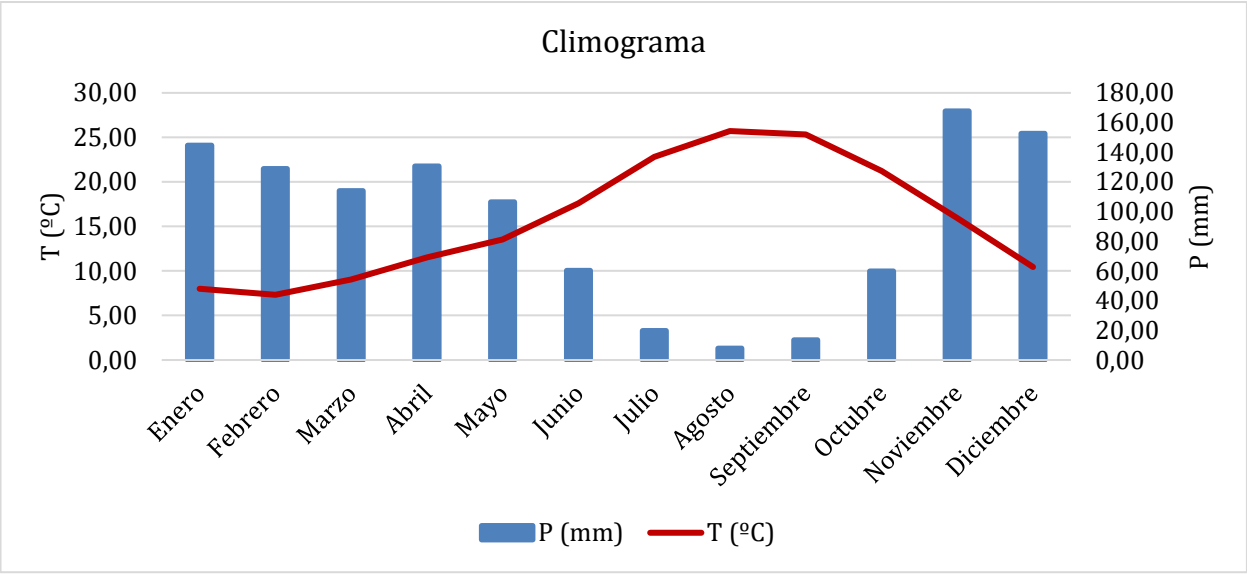

Figura 1: Climograma

Para determinar la existencia y duración de los períodos secos se ha representado un diagrama ombrotérmico situándose en el eje de abscisas los meses del año y en ordenadas el doble de las temperaturas y precipitaciones medias mensuales. Se definen períodos secos aquellos que cumplen que la precipitación es inferior al doble de la temperatura, que en este caso corresponde con el periodo comprendido entre junio y octubre.

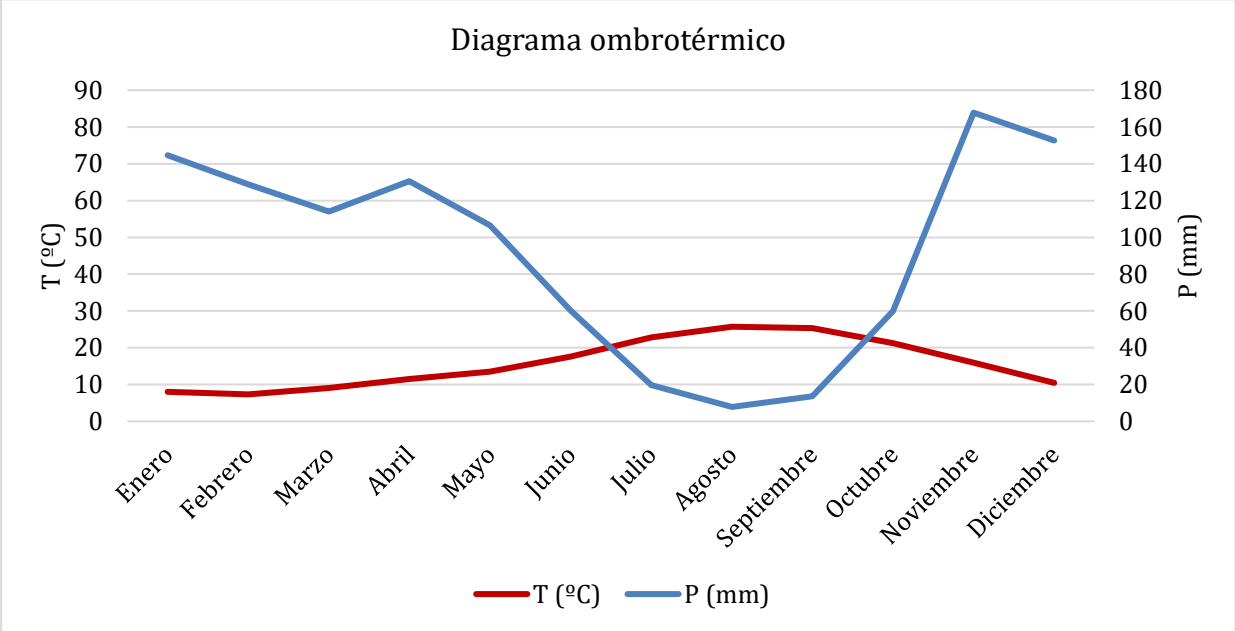

Figura 2: Diagrama Ombrotérmico

2.4. Radiación solar

La media mensual de la radiación solar registrada en la estación de Valdastillas desde diciembre de 2019 hasta diciembre 2022 es:

MES	Rad solar (MJ/m² y día) Máx.	Rad solar (MJ/m² y día) Med.	Rad solar (MJ/m² y día) Mín.
Octubre	24,31	18,95	6,20
Noviembre	18,96	12,09	1,93
Diciembre	12,49	7,73	1,52
Enero	9,39	6,05	0,88
Febrero	11,54	7,13	1,13
Marzo	16,71	10,71	1,76
Abril	22,41	14,46	3,22
Mayo	26,70	18,17	4,89
Junio	30,84	23,52	7,39
Julio	31,63	27,20	12,39
Agosto	31,23	28,27	15,90
Septiembre	28,79	24,83	13,28

Tabla 4: Radiación solar

Esta estación también proporciona el valor de la radiación neta:

MES	Rad Neta (MJ/m² y día) Máx.	Rad Neta (MJ/m² y día) Med.	Rad Neta (MJ/m² y día) Mín.
Octubre	4,81	3,17	1,63
Noviembre	2,78	1,73	0,60
Diciembre	2,45	1,78	0,89
Enero	4,76	3,18	1,97
Febrero	8,98	6,01	2,74
Marzo	12,49	8,67	3,85
Abril	15,58	11,98	5,46
Mayo	16,54	14,02	7,08
Junio	16,52	14,58	9,10
Julio	14,92	12,88	8,35
Agosto	12,03	9,67	5,37
Septiembre	8,70	6,02	2,86

Tabla 5: Radiación neta

2.5. Régimen térmico anual

Verano y tipo de verano es función de la duración del período libre de heladas. Este se valora a través de:

Duración de la estación libre de heladas disponibles mayor de 4,5 meses.

Tª media de las medias de las máximas de los 6 meses más cálidos superior a 21ºC

Tª media de las máximas del mes más cálido: 34,3 ºC

Tipo de verano: **Maíz**.

El tipo de invierno se apoya en los siguientes parámetros meteorológicos:

Tª media de las mínimas del mes más frío superior a -4 ºC

Tª media de las máximas del mes más frío superior a 10 ºC

Tª media de las mínimas absolutas del mes más frío entre –2,5 y -10 ºC

Tipo de invierno en toda la zona: **Avena cálida (Av)**.

Combinando los tipos correspondientes al rigor del invierno y calor del verano, se obtienen la siguiente clase térmica: **Clima Templado AvM**.

2.6. Régimen de humedad

Se define fundamentalmente por los períodos de sequía, su duración, intensidad y situación en el ciclo anual. Para establecer los períodos de sequía se utiliza el balance de agua anual y mensual. Este último se realiza, mes a mes, comparando la evapotranspiración mensual con la pluviometría, incrementada en las disponibilidades de agua del suelo, procedentes del mes anterior, y que las plantas pueden utilizar.

El índice hídrico anual obtenido Ih es de 5,38. Por lo tanto el tipo climático según el régimen de humedad es: ni húmedo, ni desértico. La precipitación invernal mayor que la precipitación estival. Latitud mayor que 20º. Por lo tanto, el régimen es **Mediterráneo húmedo (ME)**.

2.7. Tipo climático

Como consecuencia de las consideraciones anteriores, la fórmula climática de Papadakis es **AvMME: MEDITERRÁNEO TEMPLADO**.

3. Hidrología

Debido a que el proyecto contempla la construcción de una balsa de almacenamiento de agua procedente de la Garganta del Cubo y del Arroyo Calvarrasa, es necesario incluir las precipitaciones máximas previsibles asociadas a cada periodo de retorno en la zona de estudio.

Para ello, se ha utilizado la aplicación Caumax. Dentro del ámbito del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, encargó al CEDEX mediante un Convenio de colaboración la elaboración de un mapa de los caudales máximos asociados a distintas probabilidades de recurrencia en la red de ríos que gestiona a través de las distintas Confederaciones Hidrográficas. Este trabajo se presentó en la aplicación CAUMAX, integrada en un sistema de información geográfica, en la que es posible consultar los caudales máximos instantáneos en régimen natural asociados a distintos periodos de retorno para los cauces con una cuenca superior a 50 km^2 y calcular estos caudales mediante el método racional modificado para cauces con cuencas inferiores a 50 km^2.

3.1. Precipitaciones asociadas a cada periodo de retorno

Periodo de retorno (años)	Precipitación (mm)
2	82,78
5	109,63
10	129,57
25	156,15
100	200,44
500	255,65

Tabla 6: Precipitaciones asociadas a cada periodo de retorno. Fuente: Caumax

4. Edafología

A continuación, se reproduce el análisis de suelo que se realizó para *Estudio de la situación actual y potencialidad, mejora y modernización de los regadíos tradicionales del Valle de Jerte, (Cáceres) Expte. SERV 59/00 (05.02.1261)*, en el municipio de Jerte.

Ubicación

Provincia: Cáceres

Comarca: Valle del Jerte

Municipio: Valdastillas

Paraje: Escobares

Localización: UTM: X: 254.753,7 m Y: 4.459.013,7

Características del terreno

Altitud: 449 metros.

Pendiente: 8 %

Relieve: Ondulado

Fisiografía: Fondo del Valle

Rocosidad: Nula

Características del suelo

Vegetación o Uso: Pastos / Pradera

Material Original: Granito

Pedregosidad: No se aprecia

Riesgos de erosión: Ligeros

Drenaje: Bien drenado

Microtopografía: Baja ladera

Fecha de toma: 16/08/01

	Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
	A1	0 – 70	Color pardo claro (7.5YR 6/6). Textura arena-franca. Estructura granular. Presencia media de elementos gruesos. Compacidad suelta. Muy poca materia orgánica. Se observa muchas raíces en los primeros 10 cm. Humedad baja. Su límite es difuso.
	R	> 70	Color pardo claro (2.5Y 6/4). Textura arena-franca. Presencia de bloques desmenuzables. Estructura granular. Compacidad friable. No hay presencia de materia orgánica. Muy pocas raíces. Humedad baja. Su límite es difuso.
Propiedades técnicas del suelo			3 so L 5 A / C D1

Datos Analíticos del perfil:

DETERMINACIONES	A1	B2
Arena (%)	82,05	88,75
Arcilla (%)	4,87	4,95
Limo (%)	13,08	16,30
Materia orgánica oxidable (%)	1,2	0,7
pH en agua 1:2,5	5,11	5,25
P (Olsen) p.p.m.	1	1
Cl- p.p.m.	11	21
C.E. 1/5 a 20 ºC mmhos/cm	0,020	0,020
Na+ (meg/100 gr.)	0,89	0,74
K + (meg/100 gr)	0,07	0,07
Capc. Inter. Catiónico (meg/100gr)	5,42	12,17
Calcio asimilable (meg/100 gr.)	3,08	6,53
Magnesio asimilable (meg/100 gr.)	1,23	3,16

Tabla 7: Datos analíticos del perfil

A parte de la calicata de Valdastillas se realizaron otras que permitieron clasificar las tierras del Valle del Jerte en función de ubicación, así se definieron como tierras aptas para el riego aquellas que se encuentran situadas en el fondo del valle y hasta media ladera, quedando las zonas más altas y cumbres definidas como inadecuadas para el riego.

UNIDAD DE SUELOS	CALICATAS	PROPIEDADES TÉCNICAS	CLASIFICACIÓN (USDA)	CLASIFICACIÓN (U.S.B.R.)	APTITUD DE RIEGO POR GOTEO
Fondo del Valle	Jerte	$\frac{4goM\,4A}{E\,D0}$	Xerofluvents	Clase 3	Aceptable
Baja ladera. Suelos mejorados	Tornavacas, Cabezuela del Valle, Rebollar, Valdastillas	$\frac{134goL5A}{E\,D0}$	Lithic Xerumbrept	Clase 4F	Moderada
Media ladera. Tierras pardas húmedas	Navaconcejo, El Torno	$\frac{2goL46A}{DE\,D0}$	Entic/Typic Xerumbrepts	Clase 4F	Moderada
Media ladera. Tierras pardas húmedas con área de afloramientos	Cabrero, Piornal, Casas del Castañar	$\frac{gL5A}{E\,D0}$	Lithic Xerorthent	Clase 4F	Moderada
Rankers.			Lithic Xerumbrept	Clase 6	Inadecuada
Alta montaña. Tierras pardas subhumedas sobre granito.			Haptumbrepts	Clase 6	Inadecuada

Tabla 8: Datos obtenidos de las calicatas

5. Agronomía

5.1. Superficie regable

En el Sector Llanás de la Comunidad de Regantes de Tornavacas se regará un total de 500 parcelas con una superficie regable de cerezos de **130,8685 hectáreas.** Las parcelas se encuentran en el T.M. de Tornavacas, tal y como queda reflejado en el Anejo nº1. Estas parcelas se encuentran bastante concentradas, en zonas de fuerte pendiente y con el terreno abancalado, además de tener una superficie media muy pequeña (0,2617 ha/parcela).

5.2. Alternativas de cultivo

Actualmente, toda la superficie de riego se encuentra cultivada con cerezos. El cultivo del cerezo en el Valle del Jerte comenzó a generalizarse a partir del siglo XVIII, debido a una plaga del castaño, anteriormente el árbol con más tradición en la zona.

Sin embargo, la presencia de cerezos está documentada incluso con anterioridad al siglo XVIII. Este cultivo es fruto del esfuerzo de sostenido durante años de los agricultores locales, que convirtieron las tierras incultas y las laderas asilvestradas de la comarca en una zona de cultivo organizada a través de bancales que siguen las curvas de nivel del terreno.

En 1352, una comitiva de emisarios del Rey de Navarra que se dirigía a Sevilla se detuvo una noche en Cabezuela del Valle y sus miembros degustaron productos tradicionales de la zona, entre ellos trucha y cerezas, lo que indica que ya por entonces era un alimento que destacaba y se ofrecía a los invitados más ilustres.

Desde entonces, el cultivo siguió incrementándose hasta convertirse en una alternativa económica con la quiebra del castañar, que provocó que se extendieran el cereal, primero, y el cerezo después. En el siglo XIX los cronistas ya hablan de que lo mejor de esta zona extremeña eran las cerezas, muy apreciadas en la Corte. A principios del siglo XX, el Valle del Jerte era un conocido exportador de productos agrícolas, destacando las Picotas y Cerezas del Jerte.

Actualmente, a nivel nacional, La mayor producción de cerezas se sitúa en las comunidades autónomas de Extremadura, Aragón y Cataluña.

La actividad productiva principal de los jerteños la constituye la agricultura y tiene especial relevancia el cultivo del cerezo y la comercialización de la Cereza del Jerte en los mercados de España y de gran parte del mundo, de modo que representa la principal fuente económica del Valle. La producción de cerezas es muy grande y de una calidad extraordinaria, especialmente la producción de cerezas autóctonas, denominadas picotas. Esta gran producción de cerezas ha generado también una industria de destilados, donde se producen licores, y otra de mermeladas de mucha variedad.

En cuanto a la industria, su presencia es menor y en gran parte condicionada por la agricultura, puesto que en su mayoría se trata de industrias transformadoras de los productos agrícolas. Especialmente importante para la economía valxeritense es la Agrupación de Cooperativas del Valle del Jerte, la cual es una cooperativa de segundo orden y aglutina cooperativas agrarias de los once pueblos del valle, así como algunas de la vecina comarca de La Vera. A través de ella se puso en marcha la denominación de origen Cereza del Jerte.

La mayor producción de cerezas se sitúa en la provincia de Cáceres, que alcanzó, según datos extraídos del Anuario de estadística agroalimentaria del 2008, 22.501 t, seguida de Zaragoza con 14.280 t.

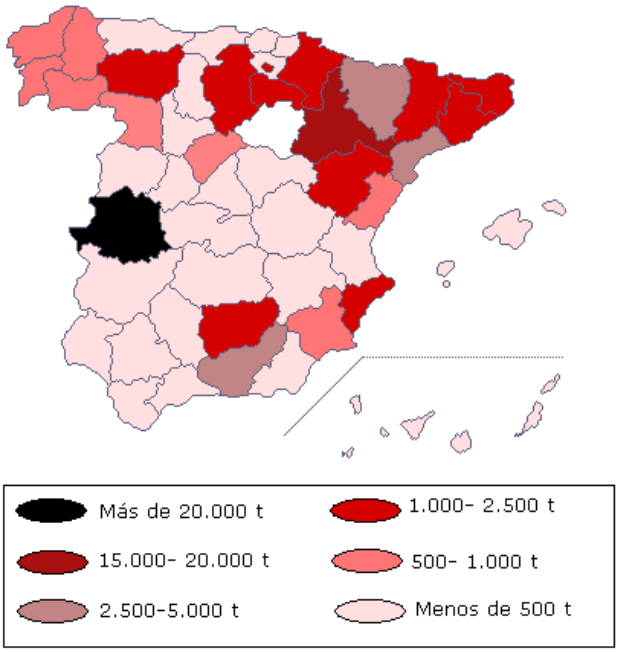

Figura 3: Producción de cerezas. Fuente: Página web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Además, el Valle del Jerte cuenta con su propia Denominación de origen protegida. La Denominación de Origen Protegida «Cereza del Jerte» ampara bajo su aval exclusivamente las cerezas de mesa para consumo en fresco de la especie Prunus avium L.

Las variedades de cerezas amparadas por la Denominación de Origen Protegida pertenecen a los tipos siguientes:

- Picotas: variedades «Ambrunés», «Pico Negro», «Pico Colorado» y «Pico Limón Negro». La mayor parte de la producción pertenece a este grupo, denominado «picotas», que son cerezas que tienen como diferencia esencial la de desprenderse de forma natural del pedúnculo en el momento de la recolección.
- Con pedúnculo: «Navalinda»

Por todo ello, no se plantea ninguna alternativa de cultivo en la zona, ya que queda más que justificada la importancia de este cultivo a nivel nacional y europeo y el reconocimiento que presenta específicamente la cereza del Jerte y su picota.

5.3. Necesidades hídricas de cultivo

El cultivo principal que está presente en la Comunidad de Regantes de Tornavacas es el cerezo. Para determinar sus necesidades se recurrirá a los resultados obtenidos en la finca experimental de cerezos que el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas tiene en el Valle del Jerte, cuyos resultados se detallan en el Manual práctico de riego que se acompaña en este anejo.

De acuerdo al mencionado Manual, los valores mensuales K_c son:

MES	CEREZO
Marzo	0,40
Abril	0,50
Mayo	0,70
Junio	0,90
Julio	0,95
Agosto	0,90
Septiembre	0,75
Octubre	0,60

Tabla 9: Valores medios de Kc mensual de una plantación adulta de cerezo

Por otro lado, también habrá que tener en cuenta el coeficiente reductor por suelo sombreado, el cual atenderá a la siguiente expresión:

$$K_R = \frac{2 \cdot S_C}{100}$$

Siendo S_c el porcentaje de suelo sombreado, que se obtendrá de:

$$S_C = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot Marco\ plantación} \cdot 100$$

Los marcos de plantación más comunes en el Valle del Jerte son de 5x5, 5x4 y de 5x3.

5.4. Programación de riego

Una vez conocidas las necesidades hídricas del cultivo, la programación de riego dependerá del sistema de riego, del tipo de suelo, de la profundidad y de la lluvia.

La lluvia es un factor importante que se debe contemplar en la programación de riego, ya que, en la zona del Valle del Jerte, durante una serie de meses del año, tendremos un aporte de agua extra proveniente de las precipitaciones. Como regla general, se deberán tener en cuenta las precipitaciones efectivas (Pe) recibidas. Este valor se obtiene de la estación agrometeorológica más cercana o de un pluviómetro que podemos tener instalado en la parcela. Para obtener la Pe podemos multiplicar la precipitación total por 0,6.

En cuanto a la capacidad de retención del suelo, al tratarse de un cultivo de montaña, dependerá de la profundidad del suelo y la presencia de afloraciones rocosas, así como de la textura del suelo. Se puede considerar que un cerezo adulto regado con riego por goteo tiene la mayor parte de las raíces distribuidas en los primeros 100 cm de profundidad.

En el Valle del Jerte los suelos son en su mayoría de textura dentro del intervalo arena-franca, pudiendo variar a arenosa o a franco arenosa, por tanto, son suelos con poca capacidad de retención de agua, es decir, esta se absorbe rápidamente e infiltra en profundidad, realizando además un lavado de nutrientes. Requieren entonces aplicaciones de riego más frecuentes.

Textura	Capacidad de agua disponible almacenada mm (l/m²)
Arenosa	32 mm
Arena-Franca	36 mm
Franco-Arenoso	40 mm

Tabla 10: Capacidad máxima de agua disponible almacenada para los distintos tipos de suelos del Valle del Jerte para una profundidad DE 1 m y considerando un aprovechamiento del 40%

A la vista de lo anterior es importante señalar que la capacidad retención de agua del suelo es limitada. De igual modo, habrá que conocer la velocidad de infiltración, la cual, para un suelo de textura franco-arenosa, puede estar entre 20 y 30 litros por hora.

El sistema de riego en parcela utilizado en el Valle del Jerte es el siguiente:

- Goteros de 4 l/h
- Una línea portagoteros de polietileno de 16 mm con goteros pinchados sobre la tubería o embutidos en ella que se sitúan próximos a los troncos o a lo largo de la fila de árboles a una distancia fija.

5.5. Método de riego

El sistema de riego más adecuado en el Valle del Jerte es el cerezo. Dadas las elevadas pendientes de muchas parcelas, habrá que recurrir a utilizar goteros autocompensantes, al objeto de conseguir mayor uniformidad en la aplicación del agua.

Cuando los suelos son arenosos o con poca profundidad de suelo, es muy conveniente que la aplicación del agua y los fertilizantes al suelo se realice en cantidades pequeñas y con alta frecuencia. Por lo que, siempre que sea posible, son recomendables riegos diarios en los periodos en que no hay lluvia. De esta forma se intenta que el contenido de agua se mantenga en unos niveles casi constantes, evitando así grandes fluctuaciones de humedad en el suelo que pueden afectar reduciendo las producciones de cultivo.

5.6. Cálculo de las necesidades totales

Para calcular las necesidades totales, se ha aplicado el método de la FAO en dos plantaciones tipo: variedad tardía (Lapins) y variedad temparana (Early Lory).

Para los cálculos, se ha tenido en cuenta el valor de la Evapotranspiración mensual calculada por Penman-Monteith y el de la Precipitación Efectiva que se han obtenido de Redarex.

MES	Precip efectiva P-M (mm) Máx.
Octubre	32,48
Noviembre	95,32
Diciembre	88,25
Enero	80,39
Febrero	71,24
Marzo	63,96
Abril	72,24
Mayo	57,75
Junio	31,06
Julio	9,07
Agosto	3,29
Septiembre	6,41
TOTAL	**611,47**

Tabla 11: Medias de la precipitación efectiva mensual obtenidas de Redarex entre diciembre de 1999 y diciembre de 2022

MES	ETo (Penman-Monteith) TOTAL	ETo (Hargreaves) TOTAL
Octubre	114,92	48,71
Noviembre	65,88	33,56
Diciembre	36,28	33,33
Enero	29,87	41,73
Febrero	33,95	66,46
Marzo	48,30	94,30
Abril	80,84	132,61
Mayo	99,27	163,89
Junio	136,24	192,56
Julio	171,31	182,44
Agosto	190,45	135,23
Septiembre	172,25	87,95

Tabla 12: Medias de la evapotranspiración mensual calculadas por los métodos de Penman-Monteith y Hargreaves a partir de los datos facilitadas por Redarex entre diciembre de 1999 y diciembre de 2022

5.6.1. Variedad tardía (Lapins)

Para el cálculo de la variedad tardía se ha utilizado una plantación joven con un diámetro de copa 3 m y un marco de plantación de 5 x 5. Atendiendo a estos datos, el porcentaje de suelo sombreado es:

$$S_C = \frac{\pi \cdot 3^2}{4 \cdot 5 \cdot 5} \cdot 100 = 28{,}27$$

Y, por tanto, el coeficiente reductor Kr:

$$K_R = \frac{2 \cdot S_C}{100} = 0{,}57$$

Teniendo en cuenta el coeficiente de cultivo, se obtiene la ET_c mensual mediante la expresión:

$$ET_C = ET_0 \cdot K_C \cdot K_R$$

	Mes	ETo (mm/mes)	Kc	Kr	ETc (mm/mes)
PRECOSECHA	Marzo	48,30	0,4	0,57	10,93
	Abril	80,84	0,5	0,57	22,86
	Mayo	99,27	0,7	0,57	39,29
	Junio	136,24	0,9	0,57	69,34
POSCOSECHA	Julio	171,31	0,95	0,57	92,03
	Agosto	190,45	0,9	0,57	96,93
	Septiembre	172,25	0,75	0,57	73,06
	Octubre	114,92	0,6	0,57	38,99

Tabla 13: ETc de variedad tardía

Las necesidades netas se obtienen mediante la diferencia entre la precipitación efectiva y la ETc:

	MES	ETc (mm/mes)	Pe (mm/mes)	Nt (mm/mes)	Nt (m^3/ha)
PRECOSECHA	Marzo	10,93	63,96	0,00	0,00
	Abril	22,86	72,24	0,00	0,00
	Mayo	39,29	57,75	0,00	0,00
	Junio	69,34	31,06	38,28	382,75
POSCOSECHA	Julio	92,03	9,07	82,95	829,54
	Agosto	96,93	3,29	93,64	936,44
	Septiembre	73,06	6,41	66,64	666,45
	Octubre	38,99	32,48	6,51	65,10
TOTAL		**443,42**	**611,47**	**288,03**	**2.880,28**

Tabla 14: Necesidades Totales

Dado que cada cerezo tiene 4 goteros de 4 l/h cada uno, el tiempo de riego será:

	MES	Nt (m^3/ha)	Nt (l/cerezo/día)	Tiempo de riego (h)
PRECOSECHA	Marzo	0,00	0	0
	Abril	0,00	0	0
	Mayo	0,00	0	0
	Junio	382,75	31,90	1,99
POSCOSECHA	Julio	829,54	66,90	4,18
	Agosto	936,44	75,52	4,72
	Septiembre	666,45	55,54	3,47
	Octubre	65,10	5,25	0,33
TOTAL		**2.880,28**	**235,10**	**14,69**

Tabla 15: Tiempo de riego

De modo que el tiempo máximo de riego será en agosto con 4,72 horas (4 horas y 43 minutos).

5.6.2. Variedad temprana (Early Lory)

Para el cálculo de la variedad tardía se ha utilizado una plantación adulta porcentaje de suelo sombreado superior al 60% por lo que el coeficiente reductor es 1.

Teniendo en cuenta el coeficiente de cultivo, se obtiene la ET_c mensual mediante la expresión:

$$ET_C = ET_0 \cdot K_C \cdot K_R$$

	MES	ETo (mm/mes)	Kc	Kr	ETc (mm/mes)
PRECOSECHA	Marzo	48,30	0,4	1,00	19,32
	Abril	80,84	0,5	1,00	40,42
	Mayo	99,27	0,7	1,00	69,49
	Junio	136,24	0,9	1,00	122,62
POSCOSECHA	Julio	171,31	0,95	1,00	162,74
	Agosto	190,45	0,9	1,00	171,41
	Septiembre	172,25	0,75	1,00	129,19
	Octubre	114,92	0,6	1,00	68,95
TOTAL		**1.179,58**			**784,14**

Tabla 16: ETc de variedad temprana

Las necesidades netas se obtienen mediante la diferencia entre la precipitación efectiva y la ETc:

	MES	ETc (mm/mes)	Pe (mm/mes)	Nt (mm/mes)
PRECOSECHA	Marzo	19,32	63,96	0,00
	Abril	40,42	72,24	0,00
	Mayo	69,49	57,75	11,74
	Junio	122,62	31,06	91,55
POSCOSECHA	Julio	162,74	9,07	153,67
	Agosto	171,41	3,29	168,12
	Septiembre	129,19	6,41	122,78
	Octubre	68,95	32,48	36,47
TOTAL		**784,14**	**611,47**	**584,34**

Tabla 17: Necesidades totales

Dado que cada cerezo tiene 4 goteros de 4 l/h cada uno, el tiempo de riego será:

	MES	Nt (m^3/ha)	Nt (l/cerezo/día)	Tiempo de riego (h)
PRECOSECHA	Marzo	0,00	0	0
	Abril	0,00	0	0
	Mayo	117,43	9,47	0,59
	Junio	915,54	76,30	4,77
POSCOSECHA	Julio	1.536,68	123,93	7,75
	Agosto	1.681,23	135,58	8,47
	Septiembre	1.227,80	102,32	6,39
TOTAL		**5.843,39**	**477,00**	**29,81**

Tabla 18: Tiempo de riego

De modo que el tiempo máximo de riego será en agosto con 8,47 horas (8 horas y 28 minutos).

5.7. Estrategia de Riego deficitario controlado

Los cálculos del apartado anterior reflejan la cantidad de agua que el árbol necesitaría "a demanda". Sin embargo, diversos estudios realizados en la zona han concluido que lo ideal será utilizar una Estrategia de Riego Deficitario Controlado.

En el cerezo, la etapa de crecimiento y desarrollo de los frutos es muy corta, si lo comparamos con el periodo de crecimiento vegetativo. Esta característica hace que el cerezo sea una especie en la cual es importante controlar el excesivo crecimiento del árbol. Plantas con excesivo vigor son poco precoces, poco productivas y de difícil manejo en el cultivo, especialmente durante la poda y cosecha.

La aplicación de estrategias de riego como el Riego Deficitario Controlado permite realizar un control efectivo del vigor de los árboles aplicando menos cantidad de agua de riego. Como resultado de los trabajos realizados por el Grupo de Riego y Nutrición del CICYTEX en el Valle del Jerte, se recomienda una estrategia diferente en precosecha y otra en poscosecha.

En el Valle del Jerte, las necesidades de agua en precosecha de las variedades tempranas son, por lo general, compensadas con las lluvias que caen en la zona durante el mes de mayo. Sin embargo, en caso de las variedades tardías, el periodo de crecimiento del fruto coincide con el rápido crecimiento vegetativo.

La época de precosecha es muy sensible al estrés hídrico o falta de agua, es por eso que, debido a la falta de lluvias y a la baja capacidad de retención de agua de los suelos poco profundos de las zonas de montaña, en muchos casos es importante tener garantizado el riego y cubrir el 100% de las necesidades de cultivo en esta época.

Como indican los resultados de los ensayos realizados, el riego en precosecha en variedades tardías aumenta el calibre comercial y aporta una mayor firmeza y un mayor porcentaje de péndulos verdes frente a los cerezos que no se les aplicó riego durante esta fase. Por tanto, es muy importante garantizar un buen estado hídrico en los árboles los últimos 20-30 días previos a la cosecha.

Sin embargo, durante el periodo de poscosecha se ha demostrado que, si los árboles son regados cubriendo el 100% de sus necesidades, se disminuye la producción a favor de un excesivo crecimiento vegetativo del árbol.

Si una vez recogida la cosecha, se reduce el agua de riego durante todo el periodo poscosecha para cubrir, al menos, el 25% de las necesidades totales, obtenemos los siguientes beneficios:

- Ahorro de un 60% de agua, valiosa en un periodo en el que se escasea en la zona.
- Se controla el vigor de los árboles, facilitando las operaciones de cultivo y mejorando la producción el año siguiente.

Con estas premisas, la estrategia de riego deficitario es:

	MES	Nt (mm/mes)	Estrategia riego deficitario	Dosis de riego deficitario (mm/mes)	Nt (m^3/ha)	Nt (l/cerezo y día)	Tiempo de riego (h)
PRECOS.	Marzo	0,00	100%	0,00	0,00	0	0
	Abril	0,00	100%	0,00	0,00	0	0
	Mayo	0,00	100%	0,00	0,00	0	0
	Junio	38,28	100%	38,28	382,75	31,90	1,99
POSCOS.	Julio	82,95	25%	20,74	207,39	16,72	1,05
	Agosto	93,64	25%	23,41	234,11	18,88	1,18
	Septiembre	66,64	25%	16,66	166,61	13,88	0,87
	Octubre	6,51	25%	1,63	16,28	1,31	0,08
TOTAL		**288,028**		**100,713**	**1.007,13**	**82,70**	**5,17**

Tabla 19: Estrategia de riego deficitario de la variedad Lapins (tardía)

	MES	Nt (mm/mes)	Estrategia riego deficitario	Dosis de riego deficitario (mm/mes)	Nt (m^3/ha)	Nt (l//cerezo y día)	Tiempo de riego (h)
PRECOS.	Marzo	0,00	100%	0,00	0,00	0	0
	Abril	0,00	100%	0,00	0,00	0	0
	Mayo	11,74	25%	2,94	29,36	2,37	0,15
	Junio	91,55	25%	22,89	228,89	19,07	1,19
POSCOS.	Julio	153,67	25%	38,42	384,17	30,98	1,94
	Agosto	168,12	25%	42,03	420,31	33,90	2,12
	Septiembre	122,78	25%	30,69	306,95	25,58	1,60
	Octubre	36,47	25%	9,12	91,18	7,35	0,46
TOTAL		**584,339**		**146,085**	**1.460,85**	**119,25**	**7,45**

Tabla 20: Estrategia de riego deficitario de la variedad Early Lory (temprana)

Como se puede apreciar, la dotación en la variedad tardía (Lapins) ha bajado de 2.880,28 m^3/ha y año a 1.007,13 m^3/ha y año. Mientras que en la variedad temprana (Early Lory), la dotación ha bajado de 5.843,39 m^3/ha y año a 1.460,85 m^3/ha y año.

5.8. Dotación de agua en la C.R. de Tornavacas

Con la estrategia de riego deficitario y teniendo en cuenta que en Tornavacas la variedad predominante es la tardía, se puede calcular la dotación final.

De acuerdo a los datos facilitados por la Cooperativa Tornavalle, se estima que la distribución de las variedades en Tornavacas es:

Variedades Tardías	70 %
Variedades Tempranas	30%

Tabla 21: Distribución de las variedades

Por tanto, la dotación es:

MES	VARIEDAD TARDÍA		VARIEDAD TEMPRANA		DOTACIÓN FINAL	
	% Tardía	N_T (m^3/ha)	% Temprana	N_T (m^3/ha)	N_T (m^3/ha)	Tiempo de riego (h/día)
Enero	70,0%	0,00	30,0%	0,00	0	0,00
Febrero	70,0%	0,00	30,0%	0,00	0	0,00
Marzo	70,0%	0,00	30,0%	0,00	0	0,00
Abril	70,0%	0,00	30,0%	0,00	0	0,00
Mayo	70,0%	0,00	30,0%	29,36	8,81	0,04
Junio	70,0%	382,75	30,0%	228,89	336,59	1,75
Julio	70,0%	207,39	30,0%	384,17	260,42	1,31
Agosto	70,0%	235,16	30,0%	422,17	291,27	1,47
Septiembre	70,0%	172,84	30,0%	315,66	215,69	1,12
Octubre	70,0%	26,81	30,0%	102,85	49,62	0,25
Noviembre	70,0%	0,00	30,0%	0,00	0	0,00
Diciembre	70,0%	0,00	30,0%	0,00	0	0,00
					1.162,40	

Tabla 22: Dotación final del sector

Sin embargo, **<u>la dotación que tiene asignada la C.R. de Tornavacas en la concesión es de 500 m^3/ha y año</u>**, por lo que este será el dato que se tomará para el dimensionamiento y cálculo de las infraestructuras incluidas en este proyecto.

De acuerdo a la concesión, la distribución mensual será:

MESES	N_T (m^3/ha)
Enero	0,00
Febrero	0,00
Marzo	0,00
Abril	10,00
Mayo	10,00
Junio	110,00
Julio	140,00
Agosto	120,00
Septiembre	110,00
Octubre	0,00
Noviembre	0,00
Diciembre	0,00
TOTAL	**500,00**

Tabla 23: Necesidades mensuales

El total de parcelas regadas son 500 con una superficie regable de cerezos de **130,8685 hectáreas.**

	Necesidades (m^3/mes y ha)	Necesidades totales (m^3/mes)	l/s
Enero	0,00	0,00	0,00
Febrero	0,00	0,00	0,00
Marzo	0,00	0,00	0,00
Abril	10,00	1.308,69	0,00
Mayo	10,00	1.308,69	0,22
Junio	110,00	14.395,54	0,48
Julio	140,00	18.321,59	0,65
Agosto	120,00	15.704,22	0,60
Septiembre	110,00	14.395,54	0,12
Octubre	0,00	0,00	0,00
Noviembre	0,00	0,00	0,00
Diciembre	0,00	0,00	0,00
TOTAL	**500,00**	**65.434,25**	

Tabla 24: Dotación de agua por meses

6. Origen del agua

La red de riego de Tornavacas se abastecerá desde 2 puntos de captación de agua, procedentes de la Garganta del Cubo y el Arroyo Calvarrasa.

La fuente y las tomas se localizan en las Hojas nº 0576 del mapa topográfico del Instituto Geográfico Nacional y sus coordenadas UTM son las siguientes:

TOMAS	X	Y	Cota
Garganta del Cubo	270.862	4.460.972	1.156
Arroyo Calvarrasa	270.187	4.461.166	1.220

Tabla 25: Coordenadas de la toma

Desde estas tomas se lleva el agua por gravedad y mediante tuberías de PEAD hasta la balsa de nueva construcción desde la que nace la red de riego, formada por tuberías del mismo material que la tubería de llenado hasta unos hidrantes multiusuarios repartidos por el sector. Cada hidrante regará entre 6 y 14 parcelas. Desde él, partirá la red terciaria hasta cada una de las parcelas regables. Hay que reseñar que la red de riego no necesita un sistema de bombeo para su correcto funcionamiento, ya que el agua discurre por gravedad debido al desnivel natural del terreno. Llegando incluso a ser necesario instalar válvulas reguladoras de presión en algunos puntos.

El sistema de riego elegido es por goteo, debido a que permite un mayor control del agua aplicada y por tanto un mayor ahorro en las dotaciones totales a suministrar; obteniendo como consecuencia una gran eficiencia de aplicación, mayores rendimientos en la producción y una rentabilidad mayor de las explotaciones.

Este sistema obliga a disponer a pie de parcela de un caudal casi continuo y una presión mínima para el adecuado funcionamiento de los emisores de riego. Dado que la dotación varía de mes a mes en función de las condiciones climatológicas, la regulación del riego se hará modificando su tiempo de aplicación, siendo el encargado de regularlo el propio personal contratado por la comunidad de regantes.

El sistema de riego:

- Favorece el ahorro de agua mediante implantación de un sistema de medida y su correspondiente control. La tarificación estará vinculada con el consumo real de agua.
- Se disminuyen las pérdidas de agua en transporte y distribución.
- Mejora en las condiciones de manejo de riego.

La concesión de aguas de este sector se encuentra en tramitación en la Confederación Hidrográfica del Tajo desde el año 2016 y bajo número de expediente C-0205-2021. Cuenta con Informe de la Oficina de Planificación Hidrológica en el que se concluye que el aprovechamiento, es compatible con las previsiones del Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo con fecha de firma 18 de octubre de 2022.