



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Diseño y dimensionado de una instalación de riego  
localizado en Camporrobles (Valencia) para el cultivo de  
almendro.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

AUTOR/A: Rufete Cano, Pablo

Tutor/a: Balbastre Peralta, Iban

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

NOMBRE: Pablo Rufete Cano

TÍTULO: Diseño y dimensionado de una instalación de riego localizado en Camporrobles (Valencia) para el cultivo de almendro.

TÍTOL: Disseny i dimensionat d'una instal·lació de reg localitzat en Camporrobles (València) per al cultiu d'ametler.

TITLE: Design and dimensioning of a drip irrigation installation located in Camporrobles (Valencia) for almond cultivation.

#### RESUMEN:

Este trabajo de fin de grado consiste en el diseño y dimensionado de una instalación de riego localizado en unas parcelas situadas en el municipio de Camporrobles en la comarca de La Plana de Utiel-Requena dentro de la provincia de Valencia para cultivar almendro (*Prunus dulcis*) en regadío. Este paso del secano a regadío en el almendro como se puede comprobar en las estadísticas de cultivos facilitadas por el ministerio de agricultura, pesca y alimentación de España está al alza en los frutales de frutos secos y espacialmente en el almendro debido al aumento de su rentabilidad. En la Comunidad Valencia y particularmente en Valencia se puede comprobar como cada año han ido aumentando las hectáreas con almendro en regadío en zonas con disponibilidad de agua pasando estas de 10.490 hectáreas en 2015 (MAPA,2015) a 14.680 en 2020 (MAPA,2020). Todo ello con el objetivo de reducir el marco de plantación y mejorar el rendimiento de la explotación para obtener más beneficios.

Para el diseño y dimensionado de la red de riego localizado primero se expondrán las características de la zona y del cultivo y se calcularán sus necesidades de riego siguiendo las fórmulas recomendadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) a partir de los datos meteorológicos de los últimos años obtenidos del Sistema de información Agroclimática para el regadío (SIAR). Después se elegirán el tipo de gotero, las subunidades necesarias y se establecerán los tiempos y jornadas de riego todo ello se hará mediante el programa de Excel Disagro.

A continuación, se procederá con el dimensionado de la instalación y distribución de las subunidades y sectores. Donde se determinarán los diámetros, longitudes y distribución de las tuberías terciarias y laterales. Para finalizar se dimensionará y diseñará la red de transporte que llevará el agua hasta las tuberías terciarias. Esto se realizará con los programas de Excel DimSub y RGW2022. Todo se hará buscando la opción más económica y eficiente y vendrá acompañado con sus correspondientes planos y un presupuesto.

# ÍNDICE DOCUMENTOS

## **Documento N°1: MEMORIA**

### **Documento N°1: ANEJOS A LA MEMORIA**

Anejo I: Datos de partida

Anejo II: Climatología

Anejo III: Características del cultivo

Anejo IV: Diseño agronómico

Anejo V: Diseño y dimensionado de las subunidades

Anejo VI: Diseño y dimensionado de la red de transporte

Anejo VII: Elementos del cabezal de riego y valvulería de la red

Anejo VIII: Movimientos de tierra

Anejo IX: Programación de la ejecución de la obra

### **Documento N°2: PLANOS**

Plano N°1: Situación

Plano N°2: Emplazamiento

Plano N°3: Parcelas a regar

Plano N°4: Topografía del terreno

Plano N°5: Sectores y subunidades de riego

Plano N°6: Diseño y dimensionado de las subunidades de riego

Plano N°7: Red de transporte

Plano N°8: Esquema pozo y cabezal de riego

### **Documento N°3: PLIEGO DE CONDICIONES**

### **Documento N°4: PRESUPUESTO**

### **Documento N°5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## Resumen Ejecutivo del TFG

### RESUMEN EJECUTIVO:

Para cumplir con las competencias ABET 1 (problemas complejos de ingeniería) y 2 (diseño de ingeniería) del estudiantado, el Trabajo Final de Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural debe incluir los siguientes conceptos, debidamente justificados y discutidos, centrados en el ámbito de la Ingeniería Agroalimentaria.

CONCEPTO (ABET)	¿Cumple? (S/N)	¿Dónde? (página/s)
1. IDENTIFICAR:	S	
1.1. Planteamiento del problema y oportunidad	S	El pozo de la finca lleva mucho tiempo en desuso y se ha planteado la necesidad de aprovechar los recursos hídricos de los que dispone mediante una instalación de riego localizado. (Memoria Pág. 1-2)
1.2. Restricciones (normas, códigos, necesidades, requisitos y especificaciones)	S	Limitaciones y condicionantes. (Memoria Pág. 2 y Anejo I)
1.3. Establecimiento de objetivos	S	El presente proyecto tiene por objeto el diseño y dimensionado de una instalación de riego localizado para una plantación de 9,3 hectáreas de almendros en el municipio de Camporrobles perteneciente a la provincia de Valencia. (Memoria Pág. 1)
2. FORMULAR:	S	
2.1. Generación de soluciones creativas (análisis)	S	La red estará formada por un equipo de bombeo situado en el interior del pozo que impulsará el agua a través de una tubería de acero galvanizado hasta la superficie. Donde se conducirá al cabezal de riego ubicado en el interior de la caseta de hormigón. Aquí se filtrará el agua y automatizará el riego mediante un programador y tres electroválvulas, una por sector.

		Después mediante la red de transporte el agua llegará a las terciarias de cada subunidad para alimentar los laterales de riego. (Memoria Pág. 4-14; Anexos IV al VIII).
2.2. Evaluación de múltiples soluciones y toma de decisiones (síntesis)	S	En cada Anejo se especifican en caso de existir las distintas alternativas estudiadas y son justificadas todas las soluciones adoptadas. Se ha optado por un sistema de riego localizado ya que entre los sistemas de riego es el más uniforme y eficiente para el aporte del agua. (Memoria Pág. 4-14; Anexos IV al VIII).
3. RESOLVER:	S	
3.1. Cumplimiento de objetivos	S	Considero que con los documentos reseñados se completa la descripción y valoración de las obras proyectadas, y que éstas pueden ser realizadas conforme al presente Proyecto. (Memoria Pág. 4-16; Anexos IV al IX).
3.2. Impacto global y alcance (contribuciones y recomendaciones prácticas)	S	Con el aprovechamiento de estos recursos hídricos mediante la instalación de una red de riego localizado se busca rentabilizar el uso del agua de riego y un incremento y estabilidad de la producción. Aumentando con ello la rentabilidad total de la explotación. (Memoria Pág. 1).

*El texto incluido en la columna derecha debe incluir referencias a los epígrafes más significativos de la memoria en que son desarrollados esos aspectos del TFG.*

En las primeras dos páginas del Documento Nº1: Memoria del proyecto se plantea el problema que se desarrolla a lo largo del mismo, las restricciones técnicas, legales, administrativas y medioambientales que lo atañen y su objetivo principal. Este es el diseño y dimensionado de una instalación de riego localizado en Camporrobles (Valencia) para el cultivo del almendro para el aprovechamiento de forma eficiente de unos recursos hídricos en desuso. Aumentando así la producción y rentabilidad de la explotación. Cabe además destacar en cuanto a las restricciones, que se comenta en el Anejo I la normativa referente a la cuenca hidrográfica a la que pertenecen los recursos hídricos.

También en el Documento Nº1: Memoria, en el cuarto apartado se comenta y justifica la solución adoptada en el proyecto. Además, en el Documento Nº1: Anejos a la memoria, en los anejos donde se desarrollan las soluciones del proyecto que van del Anejo IV al VIII se explican detalladamente todas las posibles soluciones evaluadas y se argumenta la adoptada. Destacar que en estos se consideran distintas alternativas como materiales y recorridos para las tuberías y otros parámetros de riego.

En cuanto a la resolución a lo largo de los anejos comentados además del resumen de la solución incluido en la memoria se puede observar como se cumple con los objetivos que se plantean en el proyecto, el uso eficiente y aprovechamiento de unos recursos hídricos. Destaca en el Anexo IX, el planteamiento de un plazo de ejecución para el cumplimiento de los mismos. Por último, en la primera página de la memoria del proyecto se explica el principal impacto esperado del mismo

## Relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030

A. Indicar el grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

	Alto	Medio	Bajo	No procede
<b>ODS 1. Fin de la pobreza</b>				X
<b>ODS 2. Hambre cero</b>			X	
<b>ODS 3. Salud y bienestar</b>				X
<b>ODS 4. Educación de calidad</b>				X
<b>ODS 5. Igualdad de género</b>				X
<b>ODS 6. Agua limpia y saneamiento</b>				X
<b>ODS 7. Energía asequible y no contaminante</b>				X
<b>ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico</b>		X		
<b>ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras</b>	X			
<b>ODS 10. Reducción de las desigualdades</b>				X
<b>ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles</b>		X		
<b>ODS 12. Producción y consumo responsables</b>	X			
<b>ODS 13. Acción por el clima</b>				X
<b>ODS 14. Vida submarina</b>				X
<b>ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres</b>			X	
<b>ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas</b>				X
<b>ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.</b>				X

B. Describir brevemente la alineación del TFG con los ODS, marcados en la tabla anterior, con un grado alto.

El proyecto se alinea con los siguientes ODS:

- **ODS 2. Hambre cero:** la implementación de un sistema de riego a goteo implica un uso la eficiente del agua, lo que se traduce en un mejor rendimiento de los cultivos de almendros. Esto puede incrementar la producción de almendras y, por lo tanto, la producción de alimentos así como los ingresos de los agricultores.

- **ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico:** mediante la puesta en marcha y el desarrollo de la actividad en la explotación agraria, se contribuye al crecimiento económico en el área donde se lleva a cabo el proyecto principalmente. Además, un aumento de los niveles de productividad por el sistema de riego por goteo aumentará la competitividad de la explotación, así como un nivel de producción mayor.

- **ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras:** el establecimiento de una red de riego eficiente y adaptada a las tecnologías actuales colabora con las metas de este ODS, desarrollando infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y modernas que mejoran la capacidad tecnológica del sector.

- **ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles:** la instalación de riego localizado promueve el desarrollo sostenible de la comunidad rural de la zona, mediante una actividad que optimiza el uso del agua para la producción.

- **ODS 12. Producción y consumo responsable:** el riego por goteo es un sistema que permite una gestión sostenible y un uso eficiente de los recursos hídricos, promoviendo las prácticas agrícolas sostenibles.
- **ODS 15. Vida en ecosistemas terrestres:** el buen manejo de la explotación agraria puede contribuir a mantener una buena salud del suelo, previniendo la salinización y erosión del suelo y ayudando a combatir la desertificación.

---

# DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

---

DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO  
EN CAMPORROBLES (VALENCIA) PARA EL CULTIVO DE ALMENDRO

**Pablo Rufete Cano**

**Mayo 2024**

# Índice

---

<b>1. Generalidades</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objeto y justificación del Proyecto .....	1
1.2 Datos generales .....	1
1.3 Antecedentes.....	2
1.3.1 Obras existentes.....	2
<b>2. Limitaciones y condicionantes</b> .....	<b>2</b>
2.1 Técnicos.....	2
2.2 Legales.....	2
2.3 Administrativos.....	2
2.4 Medio ambientales .....	2
<b>3. Estudios previos</b> .....	<b>3</b>
3.1 Cartografía .....	3
3.2 Climatología.....	3
3.3 Orografía.....	3
3.4 Geología.....	3
3.5 Hidrogeología .....	4
3.6 Calidad del agua a utilizar .....	4
<b>4. Alternativas estudiadas y justificación de la solución adoptada</b> .....	<b>4</b>
4.1 Diseño agronómico.....	4
4.1.1 Necesidades de riego totales .....	4
4.1.2 Parámetros de riego.....	5
4.1.3 Organización del riego.....	5
4.2 Diseño y dimensionado de las subunidades .....	5
4.2.1 Metodología dimensionado subunidades.....	6
4.2.2 Características laterales de riego y tuberías terciarias .....	6
4.2.1 Resultados subunidades.....	6
4.3 Red de transporte.....	7
4.3.1 Metodología dimensionado red de transporte.....	7
4.3.1 Resultados red de transporte.....	8
4.4 Cabezal de riego y elementos de la red .....	8
4.4.1 Grupo de bombeo .....	8
4.4.2 Equipo de filtrado.....	9

4.4.3 Valvulería.....	9
4.4.4 Automatización .....	9
5. Descripción de las obras.....	9
5.1 Cabezal de riego y pozo .....	9
5.1.1 Tuberías cabezal de riego y pozo .....	10
5.1.2 Valvulería y elementos del cabezal de riego .....	10
5.2 Red de transporte y subunidades .....	11
5.2.1 Conducciones .....	11
5.2.2 Movimientos de tierras .....	12
5.2.3 Valvulería y obras auxiliares.....	14
6. Seguridad y salud .....	14
7. Plazo de ejecución de las obras.....	14
8. Presupuesto de la obra .....	15
8.1 Resumen presupuesto general.....	15
9. Documentos que constituyen el proyecto .....	15
10. Consideraciones finales.....	16

## Índice de tablas

---

Tabla 1. Parcelas objeto del proyecto .....	1
Tabla 2. Necesidades de riego.....	5
Tabla 3. Sectores de riego.....	6
Tabla 4. Resultados tuberías terciarias.....	7
Tabla 5. Resultados laterales de riego.....	7
Tabla 6. Resultados red de transporte.....	8
Tabla 7. Valvulería de la red.....	9
Tabla 8. Conducciones pozo y cabezal de riego.....	10
Tabla 9. Valvulería cabezal de riego.....	11
Tabla 10. Red de transporte.....	11
Tabla 11. Tuberías terciarias.....	12
Tabla 12. Laterales de riego.....	12
Tabla 13. Zanjas red de transporte.....	13
Tabla 14. Zanjas de las subunidades.....	13
Tabla 15. Resumen presupuesto general.....	15

## Índice de figuras

---

Figura 1. Diagrama de Gantt.....	14
----------------------------------	----

## 1. Generalidades

### 1.1 Objeto y justificación del Proyecto

El presente proyecto tiene por objeto el diseño y dimensionado de una instalación de riego localizado para una plantación de 9,3 hectáreas de almendros en el municipio de Camporrobles perteneciente a la provincia de Valencia.

Actualmente estas parcelas se encuentran sin ningún cultivo, pero se quiere implementar en todas ellas almendros de la variedad *Makako* en un sistema semiintensivo con el fin de obtener una rentabilidad económica. Este cultivo se adapta bien a las condiciones edafoclimáticas de la zona y destaca en el ámbito de este proyecto por su buena respuesta al riego.

La explotación cuenta con un pozo ya perforado en una de sus parcelas y actualmente en desuso. Con el aprovechamiento de estos recursos hídricos mediante la instalación de una red de riego localizado se busca rentabilizar el uso del agua de riego y un incremento y estabilidad de la producción. Aumentando con ello la rentabilidad total de la explotación. Se ha optado por un sistema de riego localizado ya que entre los sistemas de riego es el más uniforme y eficiente para el aporte del agua.

### 1.2 Datos generales

- Ubicación: municipio de Camporrobles en Valencia en la Comunidad Valenciana.
- Superficie regable: Trece parcelas con una superficie total de 9,3 hectáreas.
- Cultivo: Almendro (*Prunus Dulcis* (Mill.) D.A. Webb) variedad *Makako*.
- Origen del agua de riego: aguas subterráneas de la Confederación Hidrográfica del Júcar.
- Punto de captación: pozo en las coordenadas geográficas 39°38'40,8"N 1°23'15,8"W.
- Tipo de riego a implementar: sistema de riego a presión, riego localizado.

*Tabla 1. Parcelas objeto del proyecto.*

Provincia	Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie (m <sup>2</sup> )
46 - Valencia	82 - Camporrobles	8	113	46082A008001130000MU	12.353
			124	46082A008001240000MP	7.043
			429	46082A008004290000MZ	1.077
			430	46082A008004300000ME	10.121
			431	46082A008004310000MS	6.868
			432	46082A008004320000MZ	16.155
			453	46082A008004530000MK	965
			454	46082A008004540000MR	2.535
			455	46082A008004550000MD	13.363
			456	46082A008004560000MX	5.573
			457	46082A008004570000MI	12.525
			458	46082A008004580000MJ	1.295
			459	46082A008004590000ME	3.155
<b>Total superficie (m<sup>2</sup>)</b>					<b>93.028</b>

### **1.3 Antecedentes**

El pozo de la finca lleva mucho tiempo en desuso y se ha planteado la necesidad de aprovechar los recursos hídricos de los que dispone mediante una instalación de riego localizado.

Las parcelas se encuentran en barbecho estando actualmente parcialmente cubiertas con pastos, pero se quiere implementar en todas ellas almendros de la variedad *Makako* en regadío. Aprovechando así estos recursos para intentar aumentar el nivel productivo del terreno, rentabilizar el uso del agua de riego y conseguir mayores beneficios económicos.

#### **1.3.1 Obras existentes**

Hay dos obras existentes en la explotación. Una el punto de captación de agua, un pozo ya perforado de 110 metros de profundidad y un diámetro de 250 milímetros. La otra es una caseta de hormigón situada junto al pozo de 4 por 4 metros y 2,2 metros de altura que se usará para albergar el cabezal de riego. Esta dispone de conexión con la red eléctrica. Ambas obras se encuentran situadas en la esquina sudeste de la parcela con referencia catastral 46082A00800455000MD.

## **2. Limitaciones y condicionantes**

### **2.1 Técnicos**

Serán planteados y discutidos en la descripción de las unidades que forman el presente Proyecto.

### **2.2 Legales**

Son específicos del presente Proyecto los condicionantes legales expuestos en el Documento Nº3: Pliego de condiciones. Además, se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la normativa existente a nivel autonómico, estatal y comunitario.

### **2.3 Administrativos.**

El Ayuntamiento de Camporrobles (Valencia) no presenta ninguna limitación que pueda afectar al desarrollo y ejecución del presente proyecto.

### **2.4 Medio ambientales**

Acorde a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, por la tipología de las obras previstas no se encuentran limitaciones ambientales que afecten al proyecto.

### 3. Estudios previos

En el Anejo I: Datos de partida y Anejo II: Climatología queda más detallada toda la información sobre los estudios realizados.

#### 3.1 Cartografía

La cartografía utilizada en el proyecto se ha obtenido:

- Del Centro Nacional de Información Geográfica que ofrece el Instituto Geográfico Nacional (IGN) del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible mapas de España y de la Comunidad Valenciana para elaborar el Plano 1: Plano de situación, un modelo digital del terreno y ortofotos del área del proyecto.
- Del Instituto Cartográfico Valenciano (ICV) un mapa escala 1:25.000 del municipio de Camporrobles.
- De la Sede Electrónica del Catastro del Ministerio de Hacienda la cartografía de las parcelas que atañen al proyecto y alrededores.
- Del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España, de la Hoja 693 (Utiel) la cartografía geológica.

#### 3.2 Climatología

El término municipal de Camporrobles presenta un clima mediterráneo continentalizado, con características del clima mediterráneo y continental.

La temperatura media anual es de unos 15°C, alcanzando máximas superiores a 40°C en verano y mientras que en invierno es frecuente que las temperaturas sean inferiores a los 0°C, produciéndose alguna helada suave.

En cuanto a las precipitaciones, al año llueven unos 400 milímetros repartidos durante todo el año pero siendo más abundantes durante los meses de otoño y primavera, especialmente durante esta última estación.

#### 3.3 Orografía

Camporrobles se sitúa a una altura media de 903 metros sobre el nivel de mar y aunque cuenta con algunos accidentes montañosos destacables como la Sierra de la Bicuerca, el relieve en el término municipal es predominantemente llano.

Por su parte, las parcelas se sitúan próximas al núcleo urbano de Camporrobles a una altitud media de 910 metros sobre el nivel de mar. Poseen una pendiente media bastante llana de en torno al 3% con orientación noroeste, con un máximo del 4,9% en la parcela número 124.

#### 3.4 Geología

El suelo de la finca presenta dos materiales geológicos diferentes. Una parte tiene Glacis, un material del periodo Cuaternario de la época del Pleistoceno y otra margas arcillosas

rojas, conglomerados y areniscas, material del Mioceno medio o superior perteneciente al Neogeno y al periodo Terciario.

Además, la zona de la explotación queda clasificada como una zona con calcisol háplico y pétrico como suelo dominante.

### **3.5 Hidrogeología**

El agua bombeada desde el pozo proviene de la masa de agua subterránea denominada 80.134C Camporrobles, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Júcar. A través de las Redes de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico se ha obtenido que el pozo del proyecto presenta un nivel piezométrico de 860,5 metros sobre el nivel mar.

### **3.6 Calidad del agua a utilizar**

A través de un análisis del agua del pozo y evaluación de estos resultados se ha determinado que el agua no presenta ninguna restricción y es de una calidad adecuada para su uso.

## **4. Alternativas estudiadas y justificación de la solución adoptada**

En cada Anejo se especifican en caso de existir las distintas alternativas estudiadas y son justificadas todas las soluciones adoptadas. Se ha optado por un sistema de riego localizado ya que entre los sistemas de riego es el más uniforme y eficiente para el aporte del agua.

La red estará formada por un equipo de bombeo situado en el interior del pozo que impulsará el agua a través de una tubería de acero galvanizado hasta la superficie. Donde se conducirá al cabezal de riego ubicado en el interior de la caseta de hormigón. Aquí se filtrará el agua y automatizará el riego mediante un programador y tres electroválvulas, una por sector. Después mediante la red de transporte el agua llegará a las terciarias de cada subunidad para alimentar los laterales de riego.

### **4.1 Diseño agronómico**

Es la primera fase del diseño de la instalación de riego, esta información queda ampliada en el Anejo IV: Diseño agronómico.

#### **4.1.1 Necesidades de riego totales**

Mediante el método del balance hídrico se han obtenido las necesidades de riego netas. Después estas se han mayorado en función de la uniformidad de riego y la eficiencia de aplicación, ambas del 90%, para obtener las necesidades de riego totales.

Tabla 2. Necesidades de riego.

Mes	ET <sub>o</sub> (mm)	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub> (mm)
Enero	34,85	0,00	0,00
Febrero	44,69	0,00	0,00
Marzo	74,71	0,24	17,78
Abril	95,46	0,29	27,21
Mayo	152,12	0,33	50,65
Junio	174,63	0,38	66,36
Julio	195,40	0,50	96,72
Agosto	167,06	0,62	103,24
Septiembre	108,85	0,43	46,59
Octubre	71,08	0,38	27,01
Noviembre	39,05	0,00	0,00
Diciembre	26,99	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>1184,88</b>		<b>435,57</b>

Las necesidades de riego totales anuales resultan de 2.850,4 m<sup>3</sup>/ha mientras que para el mes de máximas necesidades son de 882,8 m<sup>3</sup>/ha.

#### 4.1.2 Parámetros de riego

Para poder satisfacer estas necesidades, se instalarán dos laterales por fila con un caudal de 3l/h por emisor y una separación de 0,9 metros entre emisores. El emisor escogido es autocompensante e integrado. Con estos parámetros se aportará un caudal por planta de 26,67 l/h y un caudal por unidad de superficie de 1,21 l/h/m<sup>2</sup>.

#### 4.1.3 Organización del riego

Se ha dividido la finca en tres sectores, resultando las horas totales anuales de riego en 706,71 horas. La tarifa eléctrica adoptada es la tarifa 6.1 TD. Dentro de esta se ha comprobado que es posible realizar todas las horas de riego anuales dentro del periodo P6 que resulta el más económico.

### 4.2 Diseño y dimensionado de las subunidades

La explotación estará dividida en 10 subunidades, cada una contiene una terciaria que alimenta un conjunto de laterales con sus emisores correspondiente. En la Tabla 2 se muestra su superficie y asignación por sector.

En el Anejo V: Diseño y dimensionado de las subunidades se explica con más detalle estos contenidos y pueden ser observados los resultados en el Plano 6: Diseño y dimensionado de las subunidades.

Tabla 3. Sectores de riego.

Subunidades	Parcelas	Superficie (m <sup>2</sup> )	Sector	Superficie sector (m <sup>2</sup> )
1	429 y 430	11.198	1	33.634
2	453 y 454	3.500	1	
3	455	13.363	1	
5	456	5.573	1	
6	113	12.353	2	31.921
8	124	7.043	2	
9	457	12.525	2	
4	431	6.868	3	27.473
7	432	16.155	3	
10	458 y 459	4.450	3	

#### 4.2.1 Metodología dimensionado subunidades

El dimensionado y cálculo de las pérdidas de carga se ha realizado con una expresión obtenida de la sustitución de la fórmula de Blasius en la ecuación de Darcy-Weisbach y considerando un coeficiente mayorante para contabilizar las pérdidas de carga localizadas.

#### 4.2.2 Características laterales de riego y tuberías terciarias

Los laterales contendrán el emisor integrado y autocompensante modelo DripNET PC. Estos presentan las siguientes características:

- Doble lateral por fila de plantas
- Caudal emisor: 3 l/h
- Separación de emisores: 0,9 m
- Diámetro del lateral: 16,60 mm
- Número de emisores por planta: 8,89 emisores/planta
- Rango de presiones de funcionamiento: 0,4 – 2,5 bar

Por otro lado, las terciarias serán de polietileno de alta densidad (PE-100 UNE-EN 12201) y 0,6 MPa de presión nominal.

#### 4.2.1 Resultados subunidades

Los resultados tras el diseño y dimensionado son los siguientes:

Tabla 4. Resultados tuberías terciarias.

Subunidad	Caudal inicio (l/h)	Presión inicio (m.c.a)	Diámetro nominal terciaria (mm)	Longitud terciaria (m)	Material Terciaria	Alimentación Terciaria
1	12927,99	11,50	50	126,5	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio
2	3508,04	10,93	32	117,1	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio
3	19833,96	20,26	50	245,0	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio
4	7745,80	12,75	40	87,6	PE 100 UNE EN 120201	Extremo
5	6153,17	17,76	32	83,5	PE 100 UNE EN 120201	Extremo
6	13912,03	11,82	50	177,3	PE 100 UNE EN 120201	Extremo
7	19332,01	16,28	50	178,2	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio
8	8188,17	13,56	40	178,1	PE 100 UNE EN 120201	Extremo
9	14529,38	14,80	50	102,0	PE 100 UNE EN 120201	Extremo
10	4957,50	11,76	32	94,1	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio

Tabla 5. Resultados laterales de riego.

Subunidad	Longitud laterales (m)	Número laterales	Caudal inicio lateral (l/h)	Presión inicio lateral (m.c.a)	Alimentación laterales
1	3855	46	288	8,82	Extremo
2	1039	44	159	8,38	Extremo
3	5888	90	426	10,37	Extremo
4	2288	32	264	8,63	Extremo
5	1824	30	237	8,47	Extremo
6	4104	66	225	8,39	Extremo
7	5773	66	384	9,81	Extremo
8	2400	66	132	8,11	Extremo
9	4335	38	420	11,38	Extremo
10	1444	36	147	8,12	Extremo

### 4.3 Red de transporte

Tras las subunidades, se diseñan y dimensionan las conducciones encargadas de aportarles el agua a estas. La red de transporte se compone de un grupo de bombeo, un equipo de filtrado, 16 nudos y 14 líneas. La metodología y resultados se exponen en el Anejo VI: Diseño y dimensionado de la red de transporte y en el Plano 7: Red de transporte.

#### 4.3.1 Metodología dimensionado red de transporte

Los caudales circulantes máximos de cada línea se han obtenido aplicando la ecuación de continuidad. Mientras que para el dimensionado se ha usado el método clásico de restricción de velocidad y la fórmula de Darcy-Weisbach para el cálculo de las pérdidas de carga.

### 4.3.1 Resultados red de transporte

Las tuberías serán de polietileno de alta densidad (PE-100 UNE-EN 12201) a excepción de la tubería de impulsión que será de acero galvanizado. A continuación se muestran los resultados del diseño y dimensionado:

*Tabla 6. Resultados red de transporte.*

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Etiqueta	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Material	Presión nominal (MPa)	Presión resultante (m)	Caudal línea (m <sup>3</sup> /h)
P1	Pozo	J0	Grupo de bombeo	-	-	-	-	127,84	42,42
L0	J0	J1	Tubería de impulsión	95,1	125	Acero galvanizado	2,50	31,52	42,42
L1	J1	J2	Salida pozo	4,0	125	PE 100 UNE EN 12201	0,6	31,48	42,42
V1	J2	J3	Filtrado	-	-	-	-	21,48	42,42
L2	J3	J4	-	5,3	125	PE 100 UNE EN 12201	0,6	21,42	42,42
L3	J4	J5	-	4,4	125	PE 100 UNE EN 12201	0,6	21,47	42,42
L4	J5	J6	Subunidad 3	99,3	90	PE 100 UNE EN 12201	0,6	22,16	25,99
L5	J6	J7	Subunidad 5	64,2	50	PE 100 UNE EN 12201	0,6	22,13	6,15
L6	J5	J8	Subunidad 2	216,0	75	PE 100 UNE EN 12201	0,6	20,80	16,44
L7	J8	J9	Subunidad 1	146,9	75	PE 100 UNE EN 12201	0,6	19,37	12,93
L8	J4	J10	Subunidad 6	85,6	110	PE 100 UNE EN 12201	0,6	17,57	36,63
L9	J10	J11	Subunidad 8	4,5	90	PE 100 UNE EN 12201	0,6	17,07	22,72
L10	J11	J12	Subunidad 9	254,9	75	PE 100 UNE EN 12201	0,6	18,58	14,53
L11	J4	J13	Subunidad 10	421,5	110	PE 100 UNE EN 12201	0,6	22,19	32,04
L12	J13	J14	Subunidad 7	149,3	90	PE 100 UNE EN 12201	0,6	20,26	27,08
L13	J14	J15	Subunidad 4	166,2	50	PE 100 UNE EN 12201	0,6	12,75	7,75

### 4.4 Cabezal de riego y elementos de la red

A continuación se describen los elementos que irán instalados en el interior de la caseta de riego formando el cabezal de riego y en el resto de la red. En el Anejo 7: Elementos del cabezal de riego y valvulería de la red y en el Plano 8: Esquema pozo y cabezal de riego queda reflejada de forma más específica toda esta información.

#### 4.4.1 Grupo de bombeo

Al estar los recursos hídricos en el interior de un pozo, se hace imprescindible la instalación de un equipo de bombeo para extraer el agua de su interior y cubrir las necesidades de presión de la red.

Se ha seleccionado la bomba hidráulica sumergible modelo SP 46-14 del catálogo de Grundfos, ya que es la que mejor se adapta al punto de trabajo requerido además de resultar el modelo más económica. Trabaja ofreciendo a la red un caudal de 42,42 m<sup>3</sup>/h y una altura manométrica de 127,84 m.c.a.

#### 4.4.2 Equipo de filtrado

Es necesario un equipo de filtrado para la protección y buen funcionamiento de todos los elementos que componen la red.

Dado el punto de trabajo, calidad y procedencia del agua, este estará compuesto en primer lugar por dos hidrociclones modelo Gaer en paralelo por su gran efectividad para retener sólidos inorgánicos. Posteriormente, irá instalado un filtro de anillas modelo Arkal Leader con un grado de filtración de 130 micras, capaz de retener material inorgánico y en menor medida orgánico. Cabe destacar, que ambos son de limpieza manual.

#### 4.4.3 Valvulería

Se requiere de la instalación de varios elementos de control, regulación y protección para el correcto funcionamiento de la instalación. Estos son los siguientes:

*Tabla 7. Valvulería de la red.*

ELEMENTOS	UNIDADES	FUNCIÓN
Ventosas	2	Purga, admisión y expulsión de aire
Válvulas de bola	12	Cierre y apertura de caudal a subunidades y aislamiento de ventosas
Válvula de compuerta	1	Cierre y apertura de la red
Válvula de retención	1	Evitar cambio de dirección del flujo
Válvula de mariposa manual	6	Cierre y apertura del caudal a la entrada y salida de los elementos del equipo de filtrado
Electroválvulas	3	Cierre y apertura automatizado de conducciones
Contador	1	Medir el caudal circulante al inicio de la red
Manómetros	6	Medir la presión al inicio de la red y pérdidas producidas por el equipo de filtrado

#### 4.4.4 Automatización

La automatización de la red supone un ahorro de tiempo y mano de obra además de mejorar la comodidad de su manejo. Se instalará un programador de riego modelo Galcon DC-6Estaciones IP68 que irá conectado a tres electroválvulas para automatizar el riego de los tres sectores mediante el establecimiento del tiempo de riego de cada uno.

## 5. Descripción de las obras

Para alcanzar la solución adoptada de la instalación de riego localizado a partir de un pozo descrita es necesario llevar a cabo las obras explicadas en este apartado.

### 5.1 Cabezal de riego y pozo

El cabezal de riego y pozo se sitúan ambos en la esquina sudeste de la parcela 455. En el interior del pozo se instalará la bomba hidráulica sumergible modelo SP 46-14 a una cota de

820,5 metros sobre el nivel mar. Irá unida a la tubería de impulsión de acero galvanizado que llevará el agua hasta la superficie.

Después se conducirá el flujo hasta el interior de la caseta de riego. Aquí irá instalado el equipo de filtrado compuesto por dos hidrociclones en paralelo y posteriormente un filtro de anillas. Tras el filtrado, la red se divide en tres tuberías distintas, una por sector de riego encontrando el inicio de las líneas L3, L8 y L11 en el interior de la caseta.

### 5.1.1 Tuberías cabezal de riego y pozo

A continuación se enumeran las tuberías situadas en el pozo y cabezal de riego:

*Tabla 8. Conducciones pozo y cabezal de riego.*

Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Material	Presión nominal (MPa)
1	95,1	125	Acero galvanizado	2,50
2	4,0	125	PE 100 UNE EN 12202	0,6
3	1,7	90	PE 100 UNE EN 12203	0,6
4	1,7	90	PE 100 UNE EN 12204	0,6
5	3,6	125	PE 100 UNE EN 12205	0,6
L3	4,4	125	PE 100 UNE EN 12206	0,6
L8	85,6	110	PE 100 UNE EN 12208	0,6
L11	421,5	110	PE 100 UNE EN 12207	0,6

### 5.1.2 Valvulería y elementos del cabezal de riego

- Válvula de retención: en el interior del pozo, a la salida de la bomba hidráulica, se colocará una válvula de retención.
- Ventosas y válvulas de bola: se colocarán dos ventosas mediante collarines metálicos junto a una válvula bola. Una tras la terminar la tubería de impulsión y otra tras el equipo de filtrado.
- Válvula de compuerta: una válvula situada a la entrada a la caseta de riego.
- Válvulas de mariposa y manómetros: ambos ubicados antes y después de cada uno de los tres filtros.
- Contador: se instalará uno después de la ventosa tras el equipo de filtrado dejando un tramo recto de 1,25 metros aguas arriba y de 0,625 metros aguas abajo.
- Electroválvulas: una al principio de cada línea inicial de cada sector, las líneas L3, L8 y L11.
- Programador: se sitúa en el interior de la caseta de riego y va conectado a las tres electroválvulas.

Tabla 9. Valvulería cabezal de riego.

VALVULERÍA	UNIDADES
Ventosa MiniBarak D-040 - 1" PN16 - Plástica	2
Válvula de bola en inoxidable Gaer - DN25 PN64	2
Válvula de compuerta con asiento elástico Gaer - DN125 PN16	1
Válvula de retención Wafer de doble clapeta Gaer - DN125 PN25	1
Válvula de mariposa con conexión wafer Gaer - DN80 PN16	4
Válvula de mariposa con conexión wafer Gaer - DN125 PN16	2
Electroválvula Aquative 12 V Latch 4"	2
Electroválvula Aquative 12 V Latch 5"	1
Contador Woltman WP Gaer - DN125 PN16	1
Manómetro analógico 10 bar	6

## 5.2 Red de transporte y subunidades

Después del cabezal de riego, la red de transporte lo conecta con las subunidades de riego, las cuales están compuestas por una terciaria y sus laterales correspondientes. Estas conducciones con sus emisores aportarán agua a las plantas.

### 5.2.1 Conducciones

Las conducciones que componen la red de transporte y las subunidades son las siguientes:

Tabla 10. Red de transporte.

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Material	Presión nominal (MPa)
L3	J4	J5	4,4	125	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L4	J5	J6	99,3	90	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L5	J6	J7	64,2	50	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L6	J5	J8	216,0	75	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L7	J8	J9	146,9	75	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L8	J4	J10	85,6	110	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L9	J10	J11	4,5	90	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L10	J11	J12	254,9	75	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L11	J4	J13	421,5	110	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L12	J13	J14	149,3	90	PE 100 UNE EN 12201	0,6
L13	J14	J15	166,2	50	PE 100 UNE EN 12201	0,6

Tabla 11. Tuberías terciarias.

Subunidad	Diámetro nominal terciaria (mm)	Longitud terciaria (m)	Material Terciaria	Alimentación Terciaria	Tramo descendente (m)	Tramo ascendente (m)
1	50	126,5	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio	63,8	62,7
2	32	117,1	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio	74,8	42,4
3	50	245,0	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio	157,3	87,7
4	40	87,6	PE 100 UNE EN 120201	Extremo	-	-
5	32	83,5	PE 100 UNE EN 120201	Extremo	-	-
6	50	177,3	PE 100 UNE EN 120201	Extremo	-	-
7	50	178,2	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio	85,8	92,4
8	40	178,1	PE 100 UNE EN 120201	Extremo	-	-
9	50	102,0	PE 100 UNE EN 120201	Extremo	-	-
10	32	94,1	PE 100 UNE EN 120201	P. intermedio	58,3	35,8

Tabla 12. Laterales de riego.

Subunidad	Longitud laterales (m)	Número laterales	Material	Alimentación laterales
1	3855	46	Dripnet PC 16/50	Extremo
2	1039	44	Dripnet PC 16/50	Extremo
3	5888	90	Dripnet PC 16/50	Extremo
4	2288	32	Dripnet PC 16/50	Extremo
5	1824	30	Dripnet PC 16/50	Extremo
6	4104	66	Dripnet PC 16/50	Extremo
7	5773	66	Dripnet PC 16/50	Extremo
8	2400	66	Dripnet PC 16/50	Extremo
9	4335	38	Dripnet PC 16/50	Extremo
10	1444	36	Dripnet PC 16/50	Extremo

Tanto las tuberías de la red de transporte como las terciarias de las subunidades irán enterradas en zanjas. En cambio, los laterales no irán enterrados. Por cada fila de árboles se acoplarán dos laterales de riego a la tubería terciaria de su subunidad. Dejando un metro de espacio entre ambos laterales de una misma fila quedando los árboles entre medias. Entre laterales de distintas filas habrá una separación de 4,5 metros.

Las tuberías son de polietileno de alta densidad (PE-100) e irán conectadas mediante unión electro soldable lo que simplifica las uniones y reduce las posibilidades de fuga.

### 5.2.2 Movimientos de tierras

Una vez excavadas las zanjas, se rellenarán en primer lugar con una capa de arena de 10 cm de espesor para evitar que las tuberías entren en contacto directo con el suelo excavado.

Posteriormente se colocará la tubería o tuberías correspondientes y se agregará material excavado seleccionado que no contenga elementos capaces de dañar las tuberías, formando una capa de 40 cm de espesor que cubra las conducciones. Por último, se tatará el resto de la zanja con una capa de 30 cm con el mismo material excavado.

Siguiendo la norma UNE-EN 1610 de Instalación y pruebas de acometida y redes de saneamiento y la NTP 278: Zanjas de prevención del desprendimiento de tierras se ha optado por las siguientes dimensiones para las zanjas:

*Tabla 13. Zanjas red de transporte.*

<b>ZANJAS CON UNA SOLA TUBERÍA</b>					
Línea	Longitud tubería (m)	Profundidad zanja (m)	Ancho zanja (m)	Longitud zanja (m)	Volumen excavado (m <sup>3</sup> )
L3	4,4	0,8	0,5	5	2
L4	99,3	0,8	0,5	100	40
L5	64,2	0,8	0,5	65	26
L6	216,0	0,8	0,5	217	86,8
L7	146,9	0,8	0,5	147	58,8
L11	421,5	0,8	0,5	80	32
L12	149,3	0,8	0,5	150	60
L13	166,2	0,8	0,5	167	66,8

<b>ZANJAS CON DOS TUBERÍA</b>					
Línea	Longitud tubería (m)	Profundidad zanja (m)	Ancho zanja (m)	Longitud zanja (m)	Volumen excavado (m <sup>3</sup> )
L8 y L11	85,6	0,8	0,85	86	58,5
L9 y L11	4,5	0,8	0,85	5	3,4
L10 y L11	254,9	0,8	0,85	255	173,4

*Tabla 14. Zanjas de las subunidades.*

Subunidad	Longitud tubería (m)	Profundidad zanja (m)	Ancho zanja (m)	Longitud zanja (m)	Volumen excavado (m <sup>3</sup> )
1	126,5	0,8	0,5	127	50,8
2	117,1	0,8	0,5	118	47,2
3	245,0	0,8	0,5	246	98,4
4	87,6	0,8	0,5	88	35,2
5	83,5	0,8	0,5	84	33,6
6	177,3	0,8	0,5	178	71,2
7	178,2	0,8	0,5	179	71,6
8	178,1	0,8	0,5	179	71,6
9	102,0	0,8	0,5	103	41,2
10	94,1	0,8	0,5	95	38,0

### 5.2.3 Valvulería y obras auxiliares

Al inicio de cada subunidad se instalará una arqueta para alojar la unión de la red de transporte con la correspondiente subunidad y una válvula de bola. La arqueta será de hormigón con forma rectangular y de dimensiones en función del tamaño de las tuberías y válvula que albergue. El cerramiento superior se realizará por medio de una tapa de hierro de fundición.

## 6. Seguridad y salud

En el Documento N°5 se realiza el estudio básico de seguridad y salud. Este es necesario siguiendo el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. El estudio definirá las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales que puedan ocasionarse durante la ejecución de la obra.

## 7. Plazo de ejecución de las obras

La información relacionada con la programación de las obras queda recogida en el Anejo IX: Programación de la ejecución de la obra. Para visualizar los resultados se ha elaborado un diagrama de Gantt. Se prevé que la obra completa que tenga una duración total de 28 días no laborables.

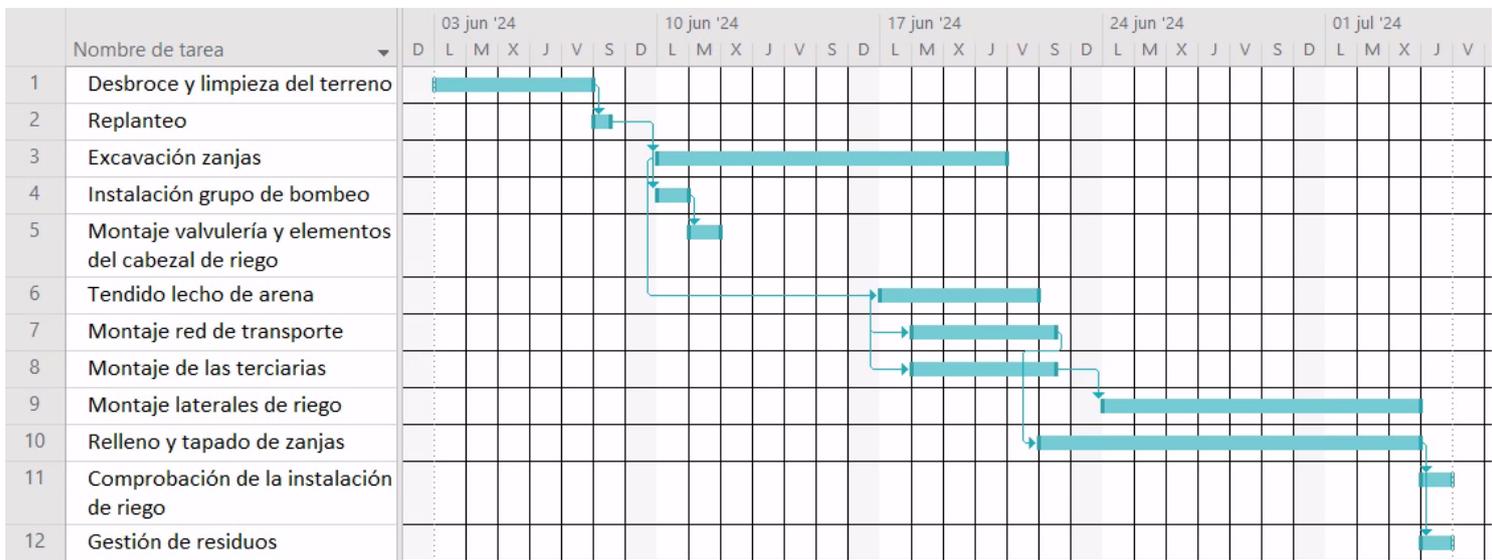


Figura 1. Diagrama de Gantt.

## 8. Presupuesto de la obra

El presupuesto de ejecución de la obra asciende a un total de CIENTO CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS CINCO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS. En el Documento N°4: Presupuesto quedan detallados todos los costes.

### 8.1 Resumen presupuesto general

*Tabla 15. Resumen presupuesto general.*

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
Capítulo 1 Desbroce	6.511,96
Capítulo 2 Movimiento de tierras	21.187,81
Capítulo 3 Conducciones	48.323,33
Capítulo 3.1 Cabezal de riego	9.240,82
Capítulo 3.2 Red de transporte	11.918,01
Capítulo 3.3 Subunidades	27.164,50
Capítulo 4 Valvulería y elementos de la red	27.511,01
Capítulo 4.1 Equipo de bombeo	19.449,30
Capítulo 4.2 Equipo de filtrado	1.631,77
Capítulo 4.3 Valvulería	5.314,77
Capítulo 4.4 Automatización	206,97
Capítulo 4.5 Elementos auxiliares	908,2
Capítulo 5 Gestión de residuos	238,12
Capítulo 6 Seguridad y salud	2.349,84
Presupuesto de ejecución material	106.122,07
13% de gastos generales	13.795,87
6% de beneficio industrial	6.367,32
Suma	126.285,26
21% IVA	26.519,90
Presupuesto de ejecución por contrata	152.805,16

## 9. Documentos que constituyen el proyecto

Documento N°1: MEMORIA

Documento N°1: ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo I: Datos de partida

Anejo II: Climatología

Anejo III: Características del cultivo

Anejo IV: Diseño agronómico

Anejo V: Diseño y dimensionado de las subunidades

Anejo VI: Diseño y dimensionado de la red de transporte

Anejo VII: Elementos del cabezal de riego y valvulería de la red

Anejo VIII: Movimientos de tierra

Anejo IX: Programación de la ejecución de la obra

#### Documento N°2: PLANOS

Plano N°1: Situación

Plano N°2: Emplazamiento

Plano N°3: Parcelas a regar

Plano N°4: Topografía del terreno

Plano N°5: Sectores y subunidades de riego

Plano N°6: Diseño y dimensionado de las subunidades de riego

Plano N°7: Red de transporte

Plano N°8: Esquema pozo y cabezal de riego

#### Documento N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

#### Documento N°4: PRESUPUESTO

#### Documento N°5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

## **10. Consideraciones finales**

Considero que con los documentos reseñados se completa la descripción y valoración de las obras proyectadas, y que éstas pueden ser realizadas conforme al presente Proyecto.



Valencia, Mayo de 2024

Ingeniero agrónomo, Pablo Rufete Cano