

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL
MEDIO NATURAL



PROYECTO DE RED COLECTIVA DE RIEGO A PRESIÓN PARA LA COMUNIDAD DE REGANTES DE PICASSENT EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PICASSENT (VALENCIA)

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

ALUMNO: Pablo Pérez Hurtado

TUTORA: Prof. D. Iban Balbastre Peralta

Valencia, Julio de 2021

Curso académico: 2020/2021

Título

Proyecto de red colectiva de riego a presión para la comunidad de regantes de Picassent en el término municipal de Picassent (Valencia).

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de una red de riego localizado para el abastecimiento de 63,85 ha repartidas en 149 parcelas dedicadas al cultivo del naranjo en el término municipal de Picassent.

Esta actuación se lleva a cabo para aprovechar de manera óptima los recursos hídricos disponibles, pudiendo gestionar de manera común el riego de todas las plantaciones, reduciendo de esta manera los costes económicos.

El proyecto cuenta con el dimensionamiento de la red encargada de abastecer las parcelas, el grupo de bombeo necesario para llevarlo a cabo y el cálculo de la instalación eléctrica que garantice el correcto funcionamiento de todos los elementos de la red, así como el diseño de todas las instalaciones auxiliares necesarias para albergar o implantar los elementos de la red de riego.

Palabras clave: Riego; Dimensionamiento; Elementos.

Abstract

The objective of this project is the design of a localized irrigation network for the supply of 63.85 ha distributed in 149 plots dedicated to the cultivation of orange trees in the municipality of Picassent.

This action is carried out to make optimal use of the available water resources, being able to manage in a common way the irrigation of all the plantations, thus reducing the economic costs.

The project includes the sizing of the network in charge of supplying the plots, the pumping group necessary to carry it out and the calculation of the electrical installation that guarantees the correct operation of all the elements of the network, as well as the design of all the auxiliary installations necessary to house or implement the elements of the irrigation network.

Keywords: Irrigation; Sizing; Elements.

Resum

El present projecte té com a objectiu el disseny d'una xarxa de reg localitzat per al proveïment de 63,85 ha repartides en 149 parcel·les dedicades al cultiu del taronger en el terme municipal de Picassent.

Aquesta actuació es duu a terme per a aprofitar de manera òptima els recursos hídrics disponibles, podent gestionar de manera comuna el reg de totes les plantacions, reduint d'aquesta manera els costos econòmics.

El projecte compta amb el dimensionament de la xarxa encarregada de proveir les parcel·les, el grup de bombament necessari per a dur-lo a terme i el càlcul de la instal·lació elèctrica que garantisca el correcte funcionament de tots els elements de la xarxa, així com el disseny de totes les instal·lacions auxiliars necessàries per a albergar o implantar els elements de la xarxa de reg.

Paraules clau: Reg; Dimensionament; Elements.

ÍNDICE

1. DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA
 - 1.1. ANEJO I: DATOS DE PARTIDA Y ESTUDIO PREVIOS
 - 1.2. ANEJO II: DISEÑO AGRONÓMICO
 - 1.3. ANEJO III: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE RIEGO Y LA GESTIÓN ENERGÉTICA
 - 1.4. ANEJO IV: TRAZADO DE LA RED DE RIEGO, LOCALIZACIÓN DE HIDRANTES Y PUNTOS DE ALIMENTACIÓN
 - 1.5. ANEJO V: CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE DISEÑO CIRCULANTES POR LA RED
 - 1.6. ANEJO VI: DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE
 - 1.7. ANEJO VII: SELECCIÓN DEL GRUPO DE BOMBEO Y ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED
 - 1.8. ANEJO VIII: CABEZAL DE RIEGO Y ESTACIÓN DE FILTRADO
 - 1.9. ANEJO IX: ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN
 - 1.10 ANEJO X: ELECCIÓN DE HIDRANTES, CONDUCCIONES A PARCELA Y SELECCIÓN DE CONTADORES
 - 1.11 ANEJO XI: MOVIMIENTO DE TIERRAS
 - 1.12 ANEJO XII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
 - 1.13 ANEJO XIII: PLAN DE EJECUCIÓN DE LA OBRA
2. DOCUMENTO 2: PLANOS
 - 2.1. PLANO 1: SITUACIÓN
 - 2.2. PLANO 2: EMPLAZAMIENTO
 - 2.3. PLANO 3: PARCELAS Y OBRAS EXISTENTES
 - 2.4. PLANO 4: HIDRANTES Y PARCELAS REGADAS
 - 2.5. PLANO 5: TOPOLOGÍA DE LA RED
 - 2.6. PLANO 6.1: RED DE DISTRIBUCIÓN
 - 2.7. PLANO 6.2: VALVULERÍA DE LA RED
 - 2.8. PLANO 7.1: VISTA EN PLANTA DEL CABEZAL DE RIEGO
 - 2.9. PLANO 7.2: VISTA EN PERFIL DEL CABEZAL DE RIEGO
 - 2.10 PLANO 7.3: ESQUEMA HIDRÁULICO DEL CABEZAL DE RIEGO
 - 2.11 PLANO 7.4: RED ELÉCTRICA DEL CABEZAL DE RIEGO
 - 2.12 PLANO 7.5: AUTOMATIZACIÓN DE LA RED DE RIEGO
 - 2.13 PLANO 7.6: HIDRANTE MULTIUSUARIO TIPO
 - 2.14 PLANO 7.7: CASETA DE HIDRANTE TIPO
 - 2.15 PLANO 7.8: ZANJA TIPO

3. DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES
4. DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO
5. DOCUMENTO 5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL
MEDIO NATURAL



PROYECTO DE RED COLECTIVA DE RIEGO A PRESIÓN PARA LA COMUNIDAD DE REGANTES DE PICASSENT EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE PICASSENT (VALENCIA)

DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

ALUMNO: Pablo Pérez Hurtado

TUTORA: Prof. D. Iban Balbastre Peralta

Valencia, Julio de 2021

Curso académico: 2020/2021

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	1
2. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	1
2.1 LEGISLACIÓN EUROPEA.....	1
2.2 LEGISLACIÓN NACIONAL	2
2.3 LEGISLACIÓN COMUNITARIA.....	2
3. EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	2
4. DISEÑO AGRONÓMICO.....	3
5. SOLUCIÓN ADOPTADA	4
6. OBRAS REALIZADAS.....	4
6.1 RED DE DISTRIBUCIÓN.....	4
6.1.1 <i>Movimiento de tierras</i>	5
6.1.2 <i>Conducciones</i>	6
6.1.3 <i>Valvulería</i>	7
6.2 HIDRANTES MULTIUSUARIO	8
6.2.1 <i>Conducciones a parcela</i>	9
6.2.2 <i>Electroválvulas</i>	9
6.2.3 <i>Colectores</i>	10
6.2.4 <i>Contadores</i>	10
6.2.5 <i>Filtrado</i>	11
6.3 CABEZAL DE RIEGO	11
6.3.1 <i>Red eléctrica</i>	11
6.3.2 <i>Grupo de presión</i>	13
6.3.3 <i>Elementos de filtrado</i>	13
6.3.4 <i>Conducciones y valvulería</i>	13
6.4 TELECONTROL	14
7. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	14
8. PRESUPUESTO	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Necesidades de riego y tiempo de riego por meses.....	3
Tabla 2. Anchura mínima de zanja en relación con el diámetro nominal DN.....	5
Tabla 3. Altura de la zanja en relación al diámetro de la tubería.....	6
Tabla 4. Composición del suelo a excavar.....	6
Tabla 5. Volúmenes totales de importancia en la realización de zanjas.....	6
Tabla 6. Cantidades de tuberías empleadas en la red.	7
Tabla 7. Dimensiones de las válvulas de mariposa dispuestas a lo largo de la red.	7
Tabla 8. Dimensiones de las válvulas de desagüe ubicadas a lo largo de la red.....	8
Tabla 9. Dimensiones de las ventosas ubicadas a lo largo de la red.....	8
Tabla 10. Características de las tuberías empleadas para la alimentación de las parcelas	9
Tabla 11. Dimensiones y cantidades de las electroválvulas empleadas.	9
Tabla 12. Dimensiones de los colectores de cada hidrante.....	10
Tabla 13. Dimensiones y cantidades del contador HIDROJET de chorro múltiple de plástico.....	10
Tabla 14. Dimensiones de los filtros cazapiedras de cada hidrante.	11
Tabla 15. Características de las luminarias.....	12
Tabla 16. Características de las líneas de la instalación eléctrica.	12

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación de las parcelas del proyecto.....	2
--	---

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

Durante los últimos años, las tarifas eléctricas se han encarecido considerablemente y también la disponibilidad de agua ha disminuido, debido principalmente a los períodos de sequías atravesados, lo cual provoca una limitación en el consumo hídrico. Por ello, la comunidad de regantes Picassent-Alcàsser, ha visto la necesidad de gestionar de manera común los recursos hídricos, buscando de esta forma adaptar el uso comunitario del agua al sistema de organización del riego que más se ajuste económicamente a las necesidades de los cultivos y a la comodidad de los propietarios.

La instalación de riego comunitaria planteada presenta las siguientes características:

- Superficie regable: 638.451 m², o lo que es lo mismo 63,85 ha.
- Número de parcelas: 149.
- Procedencia del agua de riego: Canal Júcar-Turia.
- Tipo de riego a instalar: Sistema de riego localizado a presión, riego mediante goteo.

Por lo tanto, el objeto de este proyecto es el diseño de una red de riego para el abastecimiento de 63,85 ha distribuidas en un total de 149 parcelas, las cuales están dedicadas al cultivo de cítricos.

Esta actuación se lleva a cabo para aprovechar de manera óptima los recursos hídricos disponibles, pudiendo gestionar de manera común el riego de todas las plantaciones de esas parcelas, reduciendo de esta manera los costes económicos.

2. LEGISLACIÓN APLICABLE

2.1 Legislación europea

- DIRECTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- DIRECTIVA 2007/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
- DIRECTIVA 2008/105/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2008 relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.

2.2 Legislación nacional

- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.

2.3 Legislación comunitaria

- LEY 7/1986, de 22 de diciembre, de utilización de aguas para riego en la Comunidad Valenciana (LUAR), desarrollada por el Decreto 47/1987, de 14 de abril, del Consell de la Generalitat.

3. EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Cada una de las 149 parcelas sobre las cuales trata este proyecto, así como todas las obras auxiliares que complementan la red de riego, se encuentran en el Término Municipal de Picassent (Valencia). Las parcelas están ubicadas al suroeste del municipio de Picassent y muy cerca de la urbanización El Pinar correspondiente al mismo municipio.

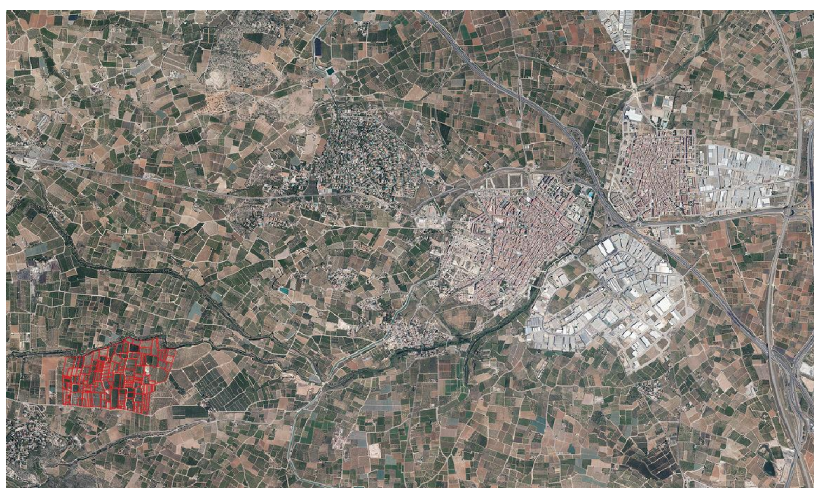


Ilustración 1. Ubicación de las parcelas del proyecto.

El acceso a la zona del proyecto es rápido y cómodo gracias a la carretera “Urbanització el Pinar” que comunica la propia urbanización con el municipio.

El emplazamiento y ubicación de la zona de proyecto se puede observar con mayor detalle en los planos 1, 2 y 3, referentes al emplazamiento, la situación y la numeración de las parcelas respectivamente.

4. DISEÑO AGRONÓMICO

El cultivo existente en las parcelas objeto de este proyecto es el naranjo, concretamente la variedad Navelina, con un marco de plantación de 6 metros de separación entre filas de árboles y de 4 metros de separación entre árboles de la misma línea. Con esta información, y algunos datos adicionales detallados en el Anejo 2, se determinan las necesidades de riego, en base a las cuales se dimensionan los emisores, tanto sus características como la cantidad, necesarios para realizar el riego que cubre esas necesidades. Las necesidades totales obtenidas para el mes de Julio, que es el mes de mayor demanda, son de 75,2 litros por día y planta.

En base a estas necesidades se establecerá el sistema de riego localizado de manera que se cubran las necesidades del cultivo. Para ello se emplearán emisores autocompensantes que aportarán un caudal de 4 litros por hora, la separación entre los emisores será de 1 metro (1,11m separación máxima) y el número de emisores por cada planta será de 8.

Los intervalos de riego van a depender de las necesidades mensuales de la planta, en el mes de máximas necesidades que es julio se regará todos los días de la semana durante 2,35 horas, o lo que es lo mismo durante aproximadamente 2 horas y 21 minutos. Y en los meses donde las necesidades son mínimas se regará 1 día por semana variando el tiempo de riego según el mes en concreto. Las necesidades de cada mes, así como el número de riegos de cada mes se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Necesidades de riego y tiempo de riego por meses.

	Necesidades totales (litros/día y planta)	Número de riegos por semana	Tiempo de riego (horas)
Enero	7,3	1	1,61
Febrero	18,6	1	4,06
Marzo	7,6	1	1,67
Abril	20,9	3	1,52
Mayo	42,6	6	1,55
Junio	55,2	7	1,73
Julio	75,2	7	2,35
Agosto	69,6	7	2,18
Septiembre	21,5	5	0,94
Octubre	18,4	1	4,03
Noviembre	0,0	1	0
Diciembre	0,0	1	0

5. SOLUCIÓN ADOPTADA

Con la finalidad de dar solución al objeto de este proyecto, se ha diseñado una red capaz de asegurar el suministro de agua a todos los puntos que lo demandan en las condiciones de presión y caudal requeridos. Para ello, es necesario el uso de un equipo de bombeo, capaz de proporcionar la presión requerida para la circulación del suministro de agua, y de muchos otros elementos que se mencionarán en posteriores apartados.

La realización del riego se dimensiona como si se tratase de un riego a la demanda, pese a que el funcionamiento real será de riego por sectores. Se ha elegido la hipótesis de riego a la demanda con material el PVC y PVC orientado debido a que es la metodología que mayor flexibilidad permite, no solo por la libertad de uso sino también por la posibilidad de llevar a acabo futuras ampliaciones de cultivos o marcos de plantación. Además, es el sistema que mayor flexibilidad permite también en cuanto al funcionamiento real de la red. Esta solución, pese a no ser la más económica, es la que resulta más eficaz de manera general como sistema de organización.

Por otro lado, en cuanto al equipo de bombeo, ya se ha mencionado que es necesario el uso de grupos de presión. En este caso, en vez de dimensionar una única bomba que proporcione la altura manométrica requerida, se ha optado por seleccionar dos bombas, de iguales características, proporcionando cada una la altura manométrica a la mitad del caudal. De esta forma, en caso de avería en alguna de las dos bombas se puede seguir realizando el riego de las parcelas, sin haber sobredimensionado el equipo de bombeo seleccionando dos bombas de iguales características capaces de abastecer a la red de forma individual, puesto que esto aumentaría considerablemente los costes del proyecto y las bombas únicamente trabajarían al 50%, lo cual puede dar pie a la aparición de averías con mayor frecuencia.

La realización del riego se llevará a cabo durante la noche, aprovechando así las horas de menor coste energético con el fin de abaratar los costes del cultivo. Para ello, se ha hecho un estudio, detallado en el Anejo 3 "Cálculo de los parámetros de riego y la gestión energética", con tal de aprovechar estas horas de menor coste, donde se puede apreciar que en los meses de mayores necesidades no son suficientes las horas de la tarifa nocturna, por lo que es necesario incluir horas de riego en las siguientes zonas horarias de menor coste.

6. OBRAS REALIZADAS

6.1 Red de distribución

Una vez determinadas las necesidades de cada parcela y la agrupación estas en un total de 24 hidrantes, se dimensiona la red con el objetivo de abastecer a cada uno de los hidrantes con el caudal requerido, garantizando además una presión mínima de 35 m.c.a. en cada hidrante para su correcto funcionamiento.

El trazado de esta red de abastecimiento de hidrantes se lleva a cabo tratando de ser lo más breve y directa posible, para emplear la menor cantidad de metros de tuberías posible, pero siempre tratando de conectar los hidrantes a través de caminos o límites de parcelas, pensando en la facilidad para instalar la red, así como para facilitar las labores de mantenimiento que puedan ser necesarias en los años de funcionamiento de la red.

Todas las conducciones que conforma esta red se encuentran enterradas, con unas dimensiones de zanja que se detallan en los puntos siguientes.

6.1.1 Movimiento de tierras

Tal y como se ha comentado anteriormente, las conducciones de la red se encuentran enterradas a una profundidad variable en función del diámetro de cada conducción. Para llevar a cabo la instalación enterrada de la red es necesario, en primer lugar, realizar la excavación de las zanjas en las que se albergan las conducciones, una vez llevadas a cabo las tareas de acondicionamiento de la zona de excavación.

Las zanjas son de sección rectangular, por lo que hay que determinar el ancho y la altura de cada una, valores que dependen del diámetro de la conducción. En primer lugar, se determinan los anchos de las zanjas atendiendo a la normativa AEN/CTN149 UNE-EN 1610:2015, la cual establece los siguientes anchos de zanja en función del diámetro de la tubería enterrada:

Tabla 2. Anchura mínima de zanja en relación con el diámetro nominal DN.

DN	Anchura mínima de zanja (OD + x) m		
	Zanja entibada	Zanja sin entibar	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	OD + 0,40	OD + 0,40	
$> 225 \text{ a } \leq 350$	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
$> 350 \text{ a } \leq 700$	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
$> 700 \text{ a } \leq 1\ 200$	OD + 0,85	OD + 0,85	OD + 0,40
$> 1\ 200$	OD + 1,00	OD + 1,00	OD + 0,40

En los valores de OD + x, el mínimo espacio de trabajo entre la tubería y la pared de la zanja, o la entibación será igual a x/2.

Donde:
 OD es el diámetro exterior, en metros;
 β es el ángulo de la pared de la zanja sin entibar medido desde la horizontal (véase la figura 2).

Seguindo este método de dimensionamiento se obtiene una anchura máxima de zanja de 0.75 m, correspondiente a las conducciones de mayor diámetro que en esta red es de DN 250. Una vez determinados los mínimos es necesario tener en cuenta la anchura de la pala que se utilizará en la excavación de la zanja, donde encontramos que la anchura mínima de pala es de 0.8 m. Por lo tanto, todas las zanjas poseerán la misma anchura, siendo esta de 0.8 m.

Por otro lado, se determinan las alturas de las zanjas. Para ello, hay que tener en cuenta la composición de la zanja una vez rellenada, la cual cuenta, en primer lugar, con una cama de arena de 20 cm de altura, independientemente de la altura de la zanja y del diámetro de la conducción que existe en ese tramo. En segundo lugar, se coloca la tubería y sobre ella material seleccionado y ordinario proveniente del material extraído de la propia excavación de la zanja garantizando que la generatriz superior de la tubería queda al menos a 1 m de la superficie.

Las alturas mínimas de las zanjas quedan recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Altura de la zanja en relación al diámetro de la tubería

DN (mm)	Anchura de zanja (m)	DN (mm)	Anchura de zanja (m)
250	1,45	125	1,33
200	1,40	110	1,31
160	1,36	90	1,29
140	1,34	75	1,28

Para la determinación de la naturaleza de los materiales a excavar en las zanjas, se han determinados los siguientes porcentajes a partir de la consulta de estudios geotécnicos realizados en zonas cercanas al lugar del proyecto. Los materiales que se ha previsto excavar, se han clasificado en:

- Excavación en terreno duro o roca, que se ha de excavar con martillo neumático.
- Excavación en terreno compacto o tránsito, excavable a máquina mediante cazo.
- Excavación en terreno flojo, fácilmente excavable a máquina mediante cazo.

Se han determinado las siguientes proporciones en el terreno a excavar:

Tabla 4. Composición del suelo a excavar.

Terreno rocoso	Terreno compacto	Terreno flojo
10 %	60 %	30

Una vez realizadas las zanjas se rellenan siguiendo los siguientes criterios. En primer lugar, se coloca una cama de 20 cm de material granular, en este caso se emplea arena. A continuación, se coloca la tubería y se rellena la zanja con material seleccionado proveniente de la excavación de la zanja hasta un nivel de 30 cm por encima de la directriz superior de la tubería. Por último, se rellena el resto de la zanja con material ordinario proveniente de la excavación de la zanja.

El resto de material extraído en la excavación de las zanjas que no se emplea posteriormente en el relleno de estas se transportan a un vertedero autorizado.

La siguiente tabla recoge los volúmenes explicados a lo largo de este punto:

Tabla 5. Volúmenes totales de importancia en la realización de zanjas.

Parámetro	Volumen (m ³)
Excavación en terreno rocoso	501,50
Excavación en terreno compacto o flojo	4513,46
Relleno de cama de arena	743,06
Material sobrante para transportar	212,22
Total de excavación	5014,95

6.1.2 Conducciones

La red de distribución abastece a todos los hidrantes a partir de un único embalse, por lo tanto, la red comienza con una única tubería y se van produciendo bifurcaciones para dirigirse a cada uno de los hidrantes. De esta forma, la primera tubería tiene las mayores dimensiones, y a medida que la red se va dividiendo y se van sobrepasando los primeros hidrantes cada vez son necesarias tuberías de menores

dimensiones. A pesar de tener dimensiones diferentes y de transportar diferentes caudales, todas las tuberías son del mismo material, PVC. Por lo tanto, entre las diferentes tuberías podemos encontrar diferencias en las dimensiones y en las presiones nominales de cada una.

La cantidad de total de metraje empleado a lo largo de la red de cada una de las combinaciones de diámetro y presión se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Cantidades de tuberías empleadas en la red.

Diámetro nominal (mm)	Presión nominal (mPa)	Longitud(m)
75	0,60	95,41
75	1,00	51,14
90	0,60	23,43
90	1,00	197,23
110	1,00	999,1
125	1,25	1061,26
140	1,25	810,3
160	1,25	365,91
200	1,25	449,98
225	1,25	396,14
250	1,25	203,76

6.1.3 Valvulería

Con la finalidad de asegurar la red y de facilitar labores de mantenimiento, se disponen diferentes elementos a lo largo de la red, tales como válvulas de mariposa, válvulas de desagüe y ventosas.

En primer lugar, encontramos las válvulas de mariposa. Estas tienen la función de aislar ciertas partes de la red en caso de que se produzcan averías o escapes, lo cual no solo evita fugas o inundaciones, si no que permite que el resto de la red se pueda mantener operativa, siempre y cuando no se precise del tramo averiado para el abastecimiento del tramo en cuestión. Dichas válvulas se colocan en las bifurcaciones de cada ramal y en zonas intermedias de las conducciones con más de 800 metros. Estas válvulas poseen las dimensiones propias de la tubería en la que se instalan, y quedan recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 7. Dimensiones de las válvulas de mariposa dispuestas a lo largo de la red.

IDENTIFICACIÓN	DN (mm)	PN (MPa)
Inicio línea 27	250	1,25
Inicio línea 29	110	1,25
Inicio línea 28	75	1
Inicio línea 25	225	1,25
Inicio línea 30	125	1,25
Inicio línea 31	90	1
Inicio línea 32	140	1,25
Inicio línea 34	110	1,25
Inicio línea 35	110	1,25
Inicio línea 5	90	0,6
Inicio línea 6	140	1,25

IDENTIFICACIÓN	DN (mm)	PN (MPa)
Inicio línea 10	200	1,25
Inicio línea 11	160	1,25
Inicio línea 19	110	1,25
Inicio línea 14	125	1,25
Inicio línea 16	90	1
Inicio línea 17	110	1,25
Inicio línea 21	90	1
Inicio línea 22	125	1,25
Inicio línea 8	75	0,6
Inicio línea 3	160	1,25

Por otro lado, tenemos las válvulas de desagüe. Estas válvulas tienen el objetivo de vaciar la red o ciertos tramos de la red en caso de que se haya producido alguna avería y sea necesario el vaciado de la tubería previo a las labores de reparación. Estas válvulas se colocan en los puntos de menor cota relativa para no requerir presión añadida para el vaciado de las conducciones. Al igual que las válvulas de mariposa, estas válvulas poseen las mismas dimensiones que las de las tuberías en las que se ubican, y quedan recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 8. Dimensiones de las válvulas de desagüe ubicadas a lo largo de la red.

IDENTIFICACIÓN	DN (mm)	PN (MPa)
Final línea 25	225	1,25
Inicio línea 7	125	1,25
Final línea 29	110	1,25
Final línea 28	75	1
Final línea 8	75	0,60
Mitad línea 12	160	1,25
Final línea 15	110	1,25
Mitad línea 19	110	1,25
Final línea 24	125	1,25
Mitad línea 35	110	1,25

En último lugar, encontramos las ventosas. Estas tienen la función de vaciar el aire sobrante que pueda haberse introducido en la red, con el fin de evitar daños y un deterioro excesivo en los elementos ubicados en los hidrantes. Estas ventosas se ubican en los puntos con mayor cota relativa, ya que es en estos puntos donde se almacena el aire con mayor facilidad. Estas ventosas tienen las siguientes dimensiones:

Tabla 9. Dimensiones de las ventosas ubicadas a lo largo de la red

IDENTIFICACIÓN	DN (mm)	PN (MPa)
Mitad línea 26	225	1,25
Final línea 10	200	1,25
Final línea 3	160	1,25
Final línea 5	90	0,60
Final línea 7	125	1,25
Final línea 12	160	1,25
Final línea 16	90	1

IDENTIFICACIÓN	DN (mm)	PN (MPa)
Final línea 31	90	1
Mitad línea 32	140	1,25
Final línea 34	110	1,25
Inicio línea 35	110	1,25
Final línea 18	110	1,25
Final línea 21	90	1
Inicio línea 23	125	1,25

Todos los elementos descritos hasta ahora se encuentran enterrados al igual que toda la red, por lo tanto, a modo de facilitar el acceso a estos elementos, por si es necesario actuar sobre ellos o realizar algún cambio, se coloca una arqueta, de 20 x 20 x 40 cm de dimensiones, sobre cada una de las válvulas de mariposa, válvulas de desagüe y ventosas ubicadas a lo largo de la red.

6.2 Hidrantes multiusuario

Los hidrantes multiusuario tienen la función de controlar el riego de cada una de las parcelas, tanto para iniciar y finalizar el riego como para medir los volúmenes suministrados. Para ello, los hidrantes cuentan

con varios elementos tales como electroválvulas y contadores, además de otros elementos que garantizan el correcto funcionamiento de los anteriores, como son los colectores y los filtros cazapiedras.

El dimensionamiento y la elección de cada uno de los elementos de este apartado se detallan en mayor medida en el Anejo 10 “Elección de hidrantes, conducciones a parcela y selección de contadores”.

6.2.1 Conducciones a parcela

Antes de poder dimensionar cualquier elemento de los mencionados anteriormente, es necesario conocer los caudales de abastecimiento de cada una de las parcelas y las distancias desde la localización del hidrante hasta el punto de alimentación de cada parcela, para así poder dimensionar la conducción que une estos dos puntos.

Las características y las longitudes de las conducciones a parcela se recogen en la siguiente tabla resumen, con las cantidades de cada tipo de tubería empleado en la alimentación de las parcelas:

Tabla 10. Características de las tuberías empleadas para la alimentación de las parcelas

Diámetro (mm)	Material	Longitud (m)
32	PE-100 PN 10	3238,83
40	PE-100 PN 10	3439,74
50	PE-100 PN 10	2893,85
63	PE-100 PN 10	1227,58
75	PE-100 PN 10	792,83
90	PE-100 PN 10	176,97

6.2.2 Electroválvulas

Para poder realizar un riego automatizado y controlado, es necesaria la colocación de electroválvulas encargadas de abrir y cerrar las conducciones a cada parcela. Por lo tanto, se coloca una electroválvula por cada parcela a las que abastece el hidrante, y las dimensiones de estas las determina la dimensión de la tubería correspondiente a cada parcela. En la siguiente tabla se hace un recuento de la cantidad de electroválvulas empleadas de cada dimensión.

Tabla 11. Dimensiones y cantidades de las electroválvulas empleadas.

Diámetro (mm)	Cantidad
16	2
20	8
25	13
32	27
40	43
50	34
63	14
75	7
90	1

6.2.3 Colectores

Los colectores se dimensionan teniendo en cuenta el sumatorio de los caudales de las parcelas que abastece cada hidrante, con este sumatorio y siguiendo unos límites detallados en el anejo se obtienen las siguientes dimensiones de colector para cada hidrante:

Tabla 12. Dimensiones de los colectores de cada hidrante.

Hidrante	DN colector (mm)	Hidrante	DN colector (mm)
1	80	13	80
2	100	14	80
3	80	15	80
4	80	16	80
5	100	17	80
6	80	18	80
7	100	19	80
8	80	20	80
9	80	21	80
10	80	22	80
11	80	23	80
12	100	24	80

6.2.4 Contadores

Los contadores tienen la función de aportar información para el control de la red, permitiendo saber el caudal que se suministra a cada parcela, permitiendo también detectar averías en caso de lecturas atípicas.

Para el dimensionado de estos elementos hay que tener en cuenta las pérdidas de carga ocasionadas por este elemento, que en ningún caso deben ser superiores a 2 metros, por ello se debe escoger un contador que para el caudal de cada parcela no genere unas pérdidas de carga superiores a este valor. Siguiendo este criterio, y tratando de no sobredimensionar los elementos para evitar sobrecostes, se han escogido 3 modelos de contadores diferentes.

En primer lugar, se ha escogido el contador "HIDROJET de chorro múltiple de plástico" de la casa "Hidroconta". Este contador se emplea en las conducciones a parcela con un caudal inferior a 9 m³/h y las dimensiones se determinan atendiendo a las pérdidas de carga que generan. Se emplean las siguientes cantidades de cada dimensión:

Tabla 13. Dimensiones y cantidades del contador HIDROJET de chorro múltiple de plástico.

Díámetro (mm)	Cantidad
15	8
20	21
25	23
32	29
40	39

En segundo lugar, encontramos el contador “HIDROJET de chorro múltiple metálico” de la casa “Hidroconta”. Este contador se emplea en las conducciones a parcela con un caudal de entre 9 y 15 m³/h. En este caso, todos los contadores seleccionados de este modelo son de DN 50, y en total se requieren 20 contadores de este tipo.

Por último, tenemos el contador “HIDROWOLTMANN” de la casa “Hidroconta”. Este contador se emplea en las conducciones a parcela con un caudal superior a 15 m³/h. En este caso, todos los contadores seleccionados de este modelo son también de DN 50, y en total se requieren 9 contadores de este tipo.

6.2.5 Filtrado

Como último elemento de seguridad, en cuanto a lo que el filtrado se refiere, encontramos los filtros cazapiedras que se sitúan en cada uno de los hidrantes, con el fin de evitar que tierra u otro tipo de materia orgánica o inorgánica pase de los hidrantes y puedan obstruir goteros o tuberías de la red terciaria.

Estos filtros se colocan antes de la derivación al colector, por lo tanto, el diámetro elegido para su dimensionamiento es el mismo que el del colector del hidrante al que pertenecen. Teniendo esto en cuenta, se obtienen las siguientes dimensiones para los filtros cazapiedras:

Tabla 14. Dimensiones de los filtros cazapiedras de cada hidrante.

Hidrante	DN filtro (mm)	Hidrante	DN filtro (mm)
1	80	13	80
2	100	14	80
3	80	15	80
4	80	16	80
5	100	17	80
6	80	18	80
7	100	19	80
8	80	20	80
9	80	21	80
10	80	22	80
11	80	23	80
12	100	24	80

6.3 cabezal de riego

El cabezal de riego se sitúa en una nave, ya existente, junto al embalse. Esta nave tiene unas dimensiones de 20 x 20 metros y una altura de 7 metros en los laterales y 9,11 metros en la parte más alta de la cubierta. Dentro de esta nave se encuentran todos los elementos que forman el cabezal de riego, también cuenta con dos baños y una pequeña oficina en la cual se coloca el centro de control del riego. El espacio sobrante en la nave se destina al almacenaje de materiales o cualquier tipo de objeto.

6.3.1 Red eléctrica

Pese a contar con una nave ya construida, la cual se aprovecha para situar el cabezal de riego, esta no cuenta con una red de suministro eléctrico para el abastecimiento de los elementos de la red que lo requieren para su funcionamiento. Por lo tanto, es necesario el dimensionado de esta red para contar con suministro eléctrico en el cabezal de riego.

El diseño de la instalación eléctrica comprende el dimensionamiento de la luminaria, necesaria en las diferentes salas de la nave, y el dimensionamiento de las líneas que alimentan los diferentes elementos que requieren suministro eléctrico para su funcionamiento. También se dimensiona en este apartado, la toma de tierra y otros elementos de seguridad necesarios para garantizar la seguridad de aquellos que trabajen en la nave y/o manipulen el circuito eléctrico para su mantenimiento.

Los cálculos necesarios para estos dimensionamientos se encuentran más detallados en el Anejo 12: “Instalación eléctrica en baja tensión”.

Descripción de las luminarias

Para realizar el dimensionamiento de las luminarias hay que atender a la normativa UNE-EN 12464-1 referente a la iluminación de interiores, donde se pueden encontrar los niveles de iluminación que requiere cada sala en función de la actividad que se vaya a realizar en su interior.

Este dimensionamiento se realiza mediante el programa “DIALux”, para conocer el modelo de luminaria que cumple los requisitos, así como la cantidad necesaria de estas.

Tabla 15. Características de las luminarias.

Sala	Cantidad	Modelo
Oficina	6	PHILIPS RC088B W60L120 1xLED44S/865
Baño	1	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO
Nave	12	PHILIPS HPK888 P-WB 1xHPI-P400W-BUS R-L

Descripción de las líneas

El dimensionamiento de la sección de las líneas de la instalación se realiza por 3 métodos diferentes: calentamiento, cortocircuito y caída de tensión, siendo la sección mayor la finalmente escogida para cada línea.

Las líneas tienen cobre (Cu) como material del conductor y están recubiertas con, un aislante de PVC si se trata de líneas que alimentan las luminarias, y con un aislante de XLPE si se trata de una línea que alimenta cualquier otro tipo de receptor. La línea que une el transformador con el cuadro general de distribución (CGD) es la única que tiene aluminio (Al) como material del conductor.

A continuación se recogen las características de cada una de las líneas en una tabla resumen:

Tabla 16. Características de las líneas de la instalación eléctrica.

Línea	Inicio	Final	Método de elección	S comercial (mm ²)
L0	CT	CGD	Calentamiento	95
L1	CGD	Luminaria general	Cortocircuito	6
L2	CGD	Luminaria oficina	Cortocircuito	6
L3	CGD	Luminaria baño	Cortocircuito	6
L4	CGD	TC monofásica baño	Cortocircuito	6
L5	CGD	TC trifásica	Cortocircuito	6
L6	CGD	TC monofásica general	Cortocircuito	6

Línea	Inicio	Final	Método de elección	S comercial (mm ²)
L7	CGD	CS	Cortocircuito	10
L8	CS	Bomba 1	Cortocircuito	2,5
L9	CS	Bomba 2	Cortocircuito	2,5
L10	CS	TC monofásicas general	Calentamiento	10

6.3.2 Grupo de presión

Debido a los requerimientos de presión en los hidrantes, y a la poca diferencia de cota que existe entre el embalse y los puntos a suministrar, es necesaria la utilización de un grupo de bombeo que proporcione presión a la red.

Tras el dimensionamiento de la red se obtienen unas necesidades de 68,2 m.c.a. las cuales tiene que cubrir la bomba seleccionada. Por motivos de seguridad, se dimensiona un cabezal de riego que cuenta con dos bombas, para en el caso de que si una de ellas se avería la red pueda seguir en funcionamiento mientras se realizan las reparaciones.

Por lo tanto, la red contará con dos bombas que suministren 68,2 m.c.a. a la mitad del caudal total, que en este caso es de 106,34 m³/h.

La bomba seleccionada es el modelo "NK 65-250/238 98972825" de la casa "GRUNDFOS".

6.3.3 Elementos de filtrado

Con tal de evitar posibles obstrucciones en los elementos que componen la totalidad de la red, se instala un equipo de filtrado para que elimine la posible materia orgánica o inorgánica que acompañe al agua de riego, dado que esta proviene de una balsa descubierta.

El grado de filtración seleccionado es de 120 µm, puesto que las partículas que pudiesen acompañar al agua son de un tamaño superior.

Teniendo en cuenta el grado de filtración y el caudal a filtrar, se selecciona el filtro de anillas autolimpiante modelo "Helix Automatic 4DCL6/8FX DLP BMD" de la casa comercial "AZUD".

6.3.4 Conducciones y valvulería

Una parte importante del cabezal de riego son los elementos de seguridad y control. Entre ellos, podemos encontrar válvulas de mariposa, válvulas de retención, ventosas, filtros cazapiedras y contadores.

Válvulas de mariposa son necesarias 6, 2 de ellas de DN 250 y las otras 4 de DN 180; válvulas de retención se requieren 2, ambas de DN 180; las ventosas, son necesarias 2 y ambas tienen que ser de DN 50; el filtro cazapiedras, es de DN 250; y, el contador, tiene que ser de DN 250. La localización de cada uno de estos elementos y la función de los mismos se encuentra detallada en el Anejo 9 "Elementos de regulación y automatización".

Por otro lado, tenemos las conducciones y los elementos de unión, todas estas son de polietileno PE-100 de PN 10, y en cuanto al diámetro será de DN 250 en la conducción principal, y de DN 180 en la bifurcación a las bombas.

6.4 Telecontrol

Se instala un sistema vía radio destinado a la lectura de contadores y a la apertura y cierre de válvulas con solenoide.

La red de automatización está compuesta por Unidades de Campo situadas en cada uno de los hidrantes, las cuales reciben información de los contadores de cada conducción a parcela, y actúan sobre el solenoide de la electroválvula de cada conducción. Por otro lado, está la Unidad Central situada en el cabezal de riego, la cual recibe todas las señales emitidas por las Unidades de Campo por vía radio y las recoge en un ordenador preparado con un Software capaz de interpretar esas señales y proporcionar información a la Comunidad de Regantes.

El modelo elegido para realizar la automatización del riego en este proyecto es el “Sistema de radio 433 MHz” de “Agrónic Radio”. El cual puede dimensionarse con 10 salidas, que es el número máximo de parcelas abastecidas por un mismo hidrante. Este modelo cumple con los requisitos demandados en el presente proyecto, por lo tanto, se instalan 24 Unidades de campo de este modelo, una por cada hidrante multiusuario; y, una Unidad central en el cabezal de riego ubicada en la oficina.

Las características de la red, así como de las Unidades de Campo seleccionadas se encuentran detalladas en el Anejo 9 “Elementos de regulación y automatización”.

7. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Para la planificación de las obras que comprenden este proyecto se ha diseñado un diagrama de Gantt, en el cual se detalla el tiempo estimado de implantación de cada uno de los apartados que conforman el proyecto, así como el orden a seguir en la ejecución e incluso la posibilidad de solapamiento entre varios apartados. En este plan de ejecución de obra se incluyen todos los elementos detallados en los anejos y presupuestados en el presupuesto general del proyecto.

La siguiente figura representa el diagrama de Gantt propuesto para la ejecución de las obras del proyecto.

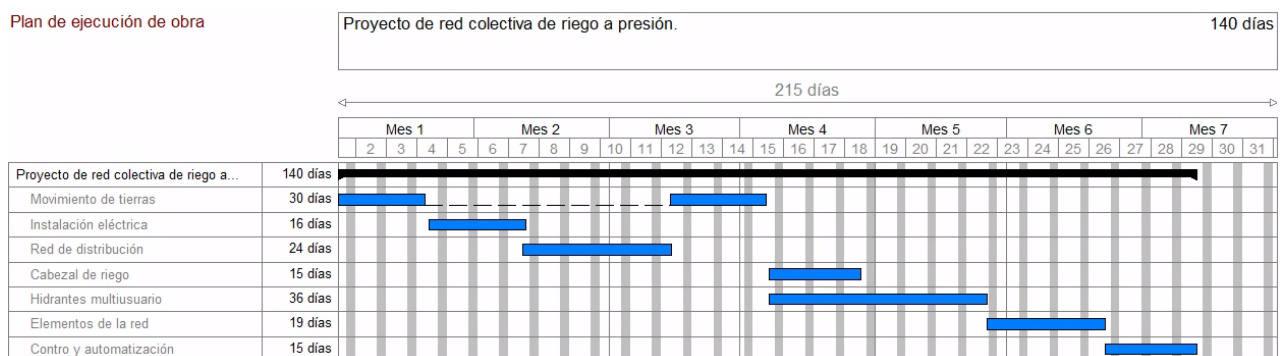


Ilustración 2. Diagrama de Gantt para la ejecución de la obra.

8. PRESUPUESTO

Capítulo	Importe
Capítulo 1 Acondicionamiento del terreno	35.744,70
Capítulo 1.1 Movimiento de tierras en edificación	35.744,70
Capítulo 1.1.1 Excavaciones	22.833,20
Capítulo 1.1.2 Rellenos y compactaciones	11.385,84
Capítulo 1.1.3 Transportes	1.525,66
Capítulo 2 Instalaciones	207.633,49
Capítulo 2.1 Eléctricas	16.865,96
Capítulo 2.1.1 Puesta a tierra	781,76
Capítulo 2.1.2 Cajas generales de protección	189,33
Capítulo 2.1.3 Líneas generales de alimentación	1.198,04
Capítulo 2.1.4 Instalaciones interiores	290,62
Capítulo 2.1.5 Centro transformador	14.406,21
Capítulo 2.2 Fontanería	185.748,55
Capítulo 2.2.1 Tubos de alimentación	59.165,37
Capítulo 2.2.2 Contadores	18.313,58
Capítulo 2.2.3 Sistemas de tratamiento de agua	12.259,34
Capítulo 2.2.4 Depósitos/grupos de presión	22.230,00
Capítulo 2.2.5 Colectores	3.857,52
Capítulo 2.2.6 Sistemas de control	2.547,60
Capítulo 2.2.7 Elementos	49.281,21
Capítulo 2.2.8 Casetas prefabricadas hidrantes	12.366,78
Capítulo 2.2.9 Arquetas	5.727,15
Capítulo 2.3 Iluminación	5.018,98
Capítulo 2.3.1 Interior	5.018,98
Presupuesto de ejecución material	243.378,19
13% de gastos generales	31.639,16
6% de beneficio industrial	14.602,69
Suma	289.620,04
21% IVA	60.820,21
Presupuesto de ejecución por contrata	350.440,25

El presupuesto asciende a un total de TRESCIENTOS CINCUENTA MIL CUATROCIENTOS CUARENTA EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS.

Pablo Pérez