

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL  
MEDIO NATURAL



PROYECTO DE TRANSFORMACION AGRARIA A RIEGO  
LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO DE UNA FINCA  
DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ONDA  
(CASTELLÓN)

TRABAJO DE FIN DE GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO  
RURAL

ALUMNO: VICENTE PRADILLA PERUCHO

TUTORA: CARMEN VIRGINA PALAU ESTEVAN

Curso académico: 2021-2022

Valencia, Abril de 2022

## **TÍTULO DEL PROYECTO:**

Proyecto de transformación agraria a riego localizado con bombeo fotovoltaico de una finca de cítricos en el término municipal de Onda (Castellón).

Agricultural transformation project to drip irrigation by photovoltaic pumping in a citrus plantation in the municipality of Onda (Castellón)

Projecte de transformació agrària a reg localitzat amb bombament fotovoltaic en una plantació de cítrics al terme municipal d'Onda (Castelló)

## **RESUMEN DEL PROYECTO:**

**En castellano:** El objeto del presente proyecto consiste en el diseño de un sistema de riego localizado con bombeo fotovoltaico en una finca de cítricos en el término municipal de Onda (Castellón), cuya superficie es de 16,17 hectáreas.

Para ello, primero se estudiarán las necesidades hídricas del cultivo en cuestión de acuerdo con las condiciones climatológicas de la zona de implantación y del propio cultivo.

Posteriormente el proyecto incluye el dimensionado de las subunidades de riego y de la red de transporte para poder suministrar por gravedad desde la balsa el agua requerida. También, se lleva a cabo la elección de los elementos hidráulicos (bomba, válvulas, filtros y contadores) y el diseño del sistema de energía solar fotovoltaica.

Para el llenado de la balsa, la finca dispone de un pozo propio desde el cual se extraerá agua a través de un bombeo fotovoltaico aislado.. El agua extraída del pozo se almacenará en una balsa existente, con capacidad suficiente, desde donde se distribuirá a la explotación de acuerdo con las necesidades hídricas de la época del año considerada.

El pozo, la balsa de regulación, los paneles fotovoltaicos, el cabezal de riego y un pequeño almacén, para la protección de filtros y productos de labor puntuales de la época de cultivo se situaran en la zona norte de la finca.

**En ingles:** The main objective of this project is the design of a drip irrigation system with photovoltaic pumping in a citrus exploitation in the municipality of Onda (Castellón), whose surface is 16.17 hectares.

. First, the water needs of the crop will be studied in accordance with the climatic conditions of the implantation area and of the characteristics of the crop.

Subsequently, the project includes the dimensioning of the irrigation subunits and the water distribution network to be able to supply the required water by gravity

from a deposit. Additionally, the choice of hydraulic elements (pump, valves, filters and water meters) and the design of the photovoltaic solar energy system are carried out.

To fill the deposit, the plot has its own well from which water will be extracted through an isolated photovoltaic pump. The water extracted from the well will be stored in the existing deposit with sufficient capacity. Then, it will be distributed to the citrus exploitation according to the water needs of the time of year considered.

The well, the water deposit, the photovoltaic panels, the irrigation head and a small warehouse, for the protection of filters and punctual labor products of the growing season, will be in the northern part of the plot.

### **PALABRAS CLAVE DEL PROYECTO:**

**En castellano:** Cítrico, necesidades hídricas, riego localizado, subunidad, red, bombeo fotovoltaico, cabezal de riego.

**En ingles:** Citrus, water requirements, drip irrigation, subunit, network, photovoltaic pumping, irrigation head.

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
Y DEL MEDIO NATURAL



PROYECTO DE TRANSFORMACION AGRARIA A RIEGO  
LOCALIZADO CON BOMBEO FOTOVOLTAICO DE UNA FINCA  
DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ONDA  
(CASTELLÓN)

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ALUMNO: VICENTE PRADILLA PERUCHO

TUTORA: CARMEN VIRGINA PALAU ESTEVAN

Curso académico: 2021-2022

Valencia, Abril de 2022

**INDICE**

1.	GENERALIDADES.....	3
1.1.	ANTECEDENTES .....	3
1.2.	OBJETO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	3
2.	DATOS GENERALES DE LA EXPLOTACIÓN .....	4
2.1.	SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN.....	4
2.2.	EMPLAZAMIENTO CATASTRAL .....	4
2.3.	SUPERFICIE DE CULTIVO .....	4
2.4.	TIPO DE RIEGO A IMPLANTAR EN LA SUPERFICIE REGABLE Y PROCEDENCIA DE LAS AGUAS4	
3.	LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.....	5
3.1.	TÉCNICOS.....	5
3.2.	LEGISLACIÓN .....	5
3.3.	ADMINISTRATIVAS .....	7
3.4.	MEDIOAMBIENTALES .....	7
4.	NECESIDADES HIDRICAS.....	7
4.1.	NECESIDADES NETAS DE RIEGO .....	7
4.2.	NECESIDADES TOTALES DE RIEGO.....	7
	Tabla 1 Necesidades totales de riego.....	7
4.3.	PARAMETRO DE RIEGO.....	8
4.4.	PROGRAMACION DE RIEGO .....	8
4.5.	SECTORIZACION .....	9
5.	DISEÑO Y DIMENSIONADO DE SUBUNIDADES DE RIEGO .....	9
5.1.	CARACTERÍSTICAS DEL LATERAL EMISOR Y DE LA TUBERÍA TERCIARIA .....	9
5.2.	DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO .....	9
6.	RED DE TRANSPORTE.....	11
6.1.	CALCULO DE LOS CAUDALES DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE 11	
7.	CABEZAL DE RIEGO .....	13
7.1.	SISTEMA DE FILTRADO.....	13
7.2.	SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN .....	13
8.	SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO .....	13

8.1.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA Y PUNTO DE FUNCIONAMIENTO .....	14
8.2.	SELECCIÓN DE LA BOMBA SUMERGIBLE .....	14
8.3.	SELECCIÓN DEL CONTROLADOR, VARIADOR DE FRECUENCIA (VSD) O INVERSOR .....	14
8.4.	DIMENSIONADO CAMPO FOTOVOLTAICO.....	14
8.5.	DIMENSIONADO DE LOS PANELES SOLARES.....	15
9.	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	15
10.	MANTENIMIENTO.....	15
11.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	15

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1	Necesidades totales de riego.....	7
Tabla 2	Resumen programación de riego ( h/día) .....	8
Tabla 3	Resultados de laterales de riego localizado.....	10
Tabla 4	Resultados en tuberías terciarias PE 40 ENE EN 12201.....	10
Tabla 5	Resultados de la red distribución de riego. RGwin.....	12
Tabla 6	Elementos hidráulicos de control y automatización de la instalación riego.....	13
Tabla 7	Resumen por capítulos del presupuesto del proyecto.....	15

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. ANTECEDENTES**

Onda es un municipio situado en la provincia de Castellón, en la comarca de la Plana Baja. Su población ronda los 25.000 habitantes. Su término municipal con 108,84 km<sup>2</sup> es uno de los más grandes de la provincia. Está situado a 20km de la costa y la altitud del municipio es de 194 metros sobre el nivel del mar. Su situación es intermedia entre la llanura de la Plana en la costa y la Sierra de Espadán, siendo Onda uno de los puntos de entrada a este sistema montañoso.

El motor económico principal del municipio es la industria cerámica que junto a Alcora, Borriol, Nules, Vila-Real y Almazora se concentra la mayor parte de la producción nacional y las empresas del sector. Además de la industria destaca en importancia el cultivo de cítricos siendo el principal cultivo y empleándose al mismo un número elevado de hectáreas

### **1.2. OBJETO Y JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

El objeto del presente proyecto consiste en el diseño de un sistema de riego localizado con bombeo fotovoltaico en una finca de cítricos en el término municipal de Onda (Castellón), cuya superficie es de 16,17 hectáreas.

Actualmente el riego se realiza por inundación, por lo que se va a proceder a la modernización de la explotación, y se realizarán las siguientes actuaciones:

- Descripción del medio físico, es decir, climatología, agua de riego, suelo, topografía, etc.; (ver anejo I. Datos previos).
- Estudio de las necesidades hídricas del cultivo en cuestión de acuerdo con las condiciones climatológicas de la zona de implantación y del propio cultivo, establecimiento los parámetros de riego en parcela y programación del riego (ver Anejo II Diseño Agronómico).
- Dimensionado de las subunidades de riego localizado. Sectorización ver Anejo III Diseño y dimensionado de subunidades de riego. Sectorización).
- Diseño de la red de transporte por la que se suministrará el agua desde una balsa por gravedad ( ver Anejo IV Diseño red de transporte )
- Diseño y dimensionado del cabezal de riego, donde se seleccionará los elementos hidráulicos tales como válvulas, filtro, contadores, etc. (ver Anejo V. Dimensionado del cabezal de riego).
- Diseño del sistema de un bombeo fotovoltaico aislado de la red eléctrica, por el que el agua se extraerá un pozo existente en la finca, y se almacenará en una balsa existente, con capacidad suficiente, desde donde se distribuirá a la explotación (ver Anejo VI Dimensionado sistema de bombeo fotovoltaico).

## **2. DATOS GENERALES DE LA EXPLOTACIÓN**

### **2.1. SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN**

La finca se sitúa en su totalidad en el término municipal de Onda (Castellón), tal y como se puede observar en el plano 1.Situación y en el plano 2. Emplazamiento.

### **2.2. EMPLAZAMIENTO CATASTRAL**

Las parcelas pueden observarse en el plano 2. Emplazamiento, y posee los siguientes datos catastrales:

- Termino municipal: Onda
- Polígono: 6
- Parcelas: 38 , 37 , 41, 42, 43, 45, 50, 51, 52, 53, 54 , 59
- Uso principal : Cítricos ( naranjos y mandarinos )
- Superficie total afecta al proyecto: 16,17 ha.

### **2.3. SUPERFICIE DE CULTIVO**

La superficie total destinada a la producción de cítricos es de 16,17 ha.

### **2.4. TIPO DE RIEGO A IMPLANTAR EN LA SUPERFICIE REGABLE Y PROCEDENCIA DE LAS AGUAS**

En el presente proyecto se ha a implantar un sistema de riego a presión basado en el riego por goteo localizado.

La finca se abastece de agua procedente por un pozo situado en la propia explotación y una vez extraída se almacena en una balsa situada también en la propia finca. La situación del pozo y de la balsa se puede observar en el plano 3.Distribución de subunidades.



### 3. LIMITACIONES Y CONDICIONANTES

#### 3.1. TÉCNICOS

Estos son fundamentalmente de diseño y dimensionado y serán desarrollados en los diferentes anejos del presente proyecto.

#### 3.2. LEGISLACIÓN

Se presentan los siguientes condicionantes legales:

- Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de actividades molestas, insalubres nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 1346/1976 de 9 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Real Decreto 2159/1978 de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen de suelo y Ordenación Urbana
- Real Decreto 863/1985 de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento general de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- Real decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el cual se aprueba el texto refundido de la ley de Aguas.
- Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre de evaluación de impacto Ambiental.
- Decreto 162/1990 de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el cual se aprueba el Reglamento para la ejecución de la ley 2/1989 de 3 de marzo de impacto Ambiental.
- Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 junio, de Evaluación del Impacto Ambiental (B.O.E, nº 155).
- Real Decreto 1131/1988 de 30 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio de Evaluación del Impacto Ambiental (B.O.E. nº239).
- Reglamentación del Trabajo y otras disposiciones vigentes en materia laboral
- Pliego de prescripciones del Trabajo y otras disposiciones vigentes en materia laboral
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el cual se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Norma UNE del Instituto de Racionalización y Normalización, o si no, aquellas que se indican en cada apartado.
- Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones, de la Dirección general de Obras Hidráulicas del MOPU de noviembre de 1976.

- Normas UNE 53.020 y 53.195, que especifican la metodología para la determinación de la densidad de los materiales de las cañerías.
- Norma UNE 53.098, que especifica la metodología para la determinación del índice de fluidez de los materiales.
- Norma UNE 53.135 y 53.272, que especifican la metodología para la determinación del contenido en volátiles de los materiales.
- Norma UNE 12.202, sistemas de canalización en materiales plásticos por conducción de agua y saneamiento con presión.
- Norma UNE 1.452, sistemas de canalización en materiales plásticos por conducción de agua y por saneamiento o aéreo por presión.
- Norma UN 53.331, que establece los criterios para el cálculo de Iso esfuerzos mecánicos en las cañerías de PVC y PE y la relación de tubos a utilizar.
- Recomendaciones de lo ERES de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural
- ASAE, EP 458, sobre la evaluación de la uniformidad de riego.
- ASAE, EP 405, sobre la uniformidad de la aplicación del agua de riego.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el cual se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Ley 31/1998, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales.
- Ley 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 por el cual se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1407/1992 modificado por el real decreto de 159/1995, sobre las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.
- Real decreto 1215/1997 modificado por el RD 2177/2014. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el cual se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruidos.
- Real Decreto 212/2002 de febrero, por el cual se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real decreto 487/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que comporten riesgos, en particular dorso lumbares para los trabajadores.

### 3.3. ADMINISTRATIVAS

No existe condicionante ni limitación administrativa que afecte la ejecución y desarrollo del proyecto, ya que las instalaciones de riego por goteo no están sometidas a licencia urbanística, ni de ningún otro tipo.

### 3.4. MEDIOAMBIENTALES

No hay condicionamientos ni limitaciones medioambientales en los proyectos de riego localizado.

## 4. NECESIDADES HIDRICAS

### 4.1. NECESIDADES NETAS DE RIEGO

Para determinar las necesidades netas de riego necesitamos conocer los datos mensuales de evotranspiración del cultivo en condiciones estándar y la precipitación efectiva, que obtendremos a partir de la página web del SIAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío) y para la estación climática de Onda que es la más próxima a la finca objeto de estudio.

A partir de los datos obtenidos desarrollaremos el cálculo en el anejo II, apartado 2 para el cultivo en riego localizado.

### 4.2. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

Los resultados se muestran en la siguiente tabla, observándose el mes de julio como el de mayores requerimientos de agua.

**Tabla 1 Necesidades totales de riego**

	N. Riego totales (mm/día planta)	N. Riego totales (l/día planta)
Enero	0,00	0,00
Febrero	0,67	16,18
Marzo	0,00	0,00

Abril	1,38	33,03
Mayo	2,41	57,88
Junio	3,05	73,30
Julio	3,38	81,16
Agosto	2,66	63,91
Septiembre	1,76	42,17
Octubre	0,18	4,26
Noviembre	0,00	0,00
Diciembre	0,18	4,41

#### 4.3. PARAMETRO DE RIEGO

Para determinar los parámetros de riego, en primer lugar se elige el tipo de emisor que se va a utilizar y el marco de plantación del cultivo. Para cítricos vigorosos el marco de plantación es de 6x4 y doble lateral por fila de plantas. Se selecciona emisores autocompensantes cuyo coeficiente de variación es  $\pm 7\%$ .

En el apartado 4 del anejo II, se desarrolla la solución adoptada bajo criterios técnicos de superficie mínima mojada por el emisor de riego y solape entre bulbos húmedos.

Los resultados del cálculo y la solución adoptada para el riego en parcela son de, doble lateral por fila de plantas, con 8 emisores por planta y con una separación comercial entre emisores de 1m.

#### 4.4. PROGRAMACION DE RIEGO

El tiempo de riego depende de las necesidades totales de riego y del caudal por planta, en el apartado 4.4 del anejo II se calculan los tiempos de riego, dando como resultado un caudal por emisor de 3,5 l/h y un tiempo de riego mensual que se refleja en la tabla siguiente:

**Tabla 2 Resumen programación de riego ( h/día)**

Mes	Nº Riegos semanales	Tiempo de riego (h)
<b>Enero</b>	0	0,0
<b>Febrero</b>	2	2,02
<b>Marzo</b>	0	0,0
<b>Abril</b>	3	2,74
<b>Mayo</b>	5	2,89
<b>Junio</b>	7	2,61
<b>Julio</b>	7	2,89
<b>Agosto</b>	6	2,66

<b>Septiembre</b>	4	2,63
<b>Octubre</b>	1	1,06
<b>Noviembre</b>	0	0,0
<b>Diciembre</b>	1	0,76

#### **4.5. SECTORIZACION**

La sectorización es la superficie de terreno regada simultáneamente por un conjunto de emisores, esta se aborda en el apartado 5 del anejo II. La sectorización propuesta rondará entre 4 y 6 sectores, teniendo en cuenta parámetros técnicos de caudal disponible y jornadas de riego máximas de 18h en el mes más desfavorable.

### **5. DISEÑO Y DIMENSIONADO DE SUBUNIDADES DE RIEGO**

#### **5.1. CARACTERÍSTICAS DEL LATERAL EMISOR Y DE LA TUBERÍA TERCIARIA**

Los laterales son de PE de baja densidad con un diámetro interior de 14,6mm y diámetro exterior de 17mm, un espesor de 1,2mm, con un rango efectivo de presiones 0,5 – 4 bar. En los laterales se insertan emisores integrados autocompensantes con un caudal de 3,5 l/h y un coeficiente de variación inferior al 7%.

Las tuberías terciarias serán de PE 40 ENE EN 12201, y se enterrarán en zanjas de 1m de profundidad y 0,6 m. de anchura.

#### **5.2. DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO**

Se han diseñado un total de 17 de subunidades. En el anejo III, se describen los cálculos para el diseño y dimensionado de subunidades de las subunidades, la variación de presión en la subunidad, las pérdidas de carga localizadas en laterales y terciarias. En los siguientes apartados se describe el cálculo de la pérdida de carga total del lateral, variación de presión máxima en lateral y terciaria y, con éstos parámetros, el dimensionado de la terciaria.

Para sus cálculos nos apoyamos en la aplicación informática DIMSUB (Arviza 2020) . A través de esta herramienta, se determina las dimensiones de las terciarias, los puntos de alimentación, las longitudes de los tramos y la presión requerida a la entrada de cada subunidad.

Los resultados los podemos ver en la tabla 3 y 4 y en los planos 3 y 4.

TABLA 3. Resultados de laterales de riego localizado

Subunidad	Longitud	DN (mm)	Pendiente (%)	Presión inicio (mca)	Caudal inicio (l/h)
S1	93	17	0	11,59	329
S2	81	17	0	11,09	287
S3	152,6	17	0	16,18	539
S4	78	17	-1	10,98	276,5
S5	141,4	17	-6,52	14,98	497
S6	103	17	0,9	13,04	364
s7	103	17	-2,91	12,01	364
S8	106,6	17	2	12,31	378
S9	68	17	-7,9	14,77	241,5
S10	111,7	17	0	12,63	395,5
S11	111	17	0	12,58	392
S12	108	17	0	12,4	381,5
S13	86	17	0	11,29	304,5
S14	116	17	0	12,91	409,5
S15	125	17	-1,58	13,57	441
S16	175	17	1,57	12,78	616
S17	160	17	1,25	12,1	563,5

TABLA 4. Resultados en tuberías terciarias PE 40 UNE EN 12201

Subunidad	Punto de alimentación	L. terciaria (m)	Diámetro Nominal Sup./Inf.(mm)	Presión inicio (mca)	Caudal terciaria(l/h)
S1	extremo	79	50	5,4	9212
S2	extremo	78	50	12,8	7462
S3	extremo	45,5	50	16,7	11362,5
S4	extremo	76	63	5,4	7189
S5	extremo	103,8	63	5,3	11573,3
S6	extremo	94	63	9,5	11648
s7	extremo	102	90	10,4	12376
S8	extremo	113	63	9,4	9202,6
S9	extremo	130	63	9,4	10626

S10	extremo/teles cópica	117,1	63 / 50	13,7	12085,1
S11	extremo/teles cópica	60	40 / 32	13,5	7840
S12	extremo/teles cópica	94	63 /50	13,9	12208
S13	extremo/teles cópica	73	40 / 32	13,9	7917
S14	extremo	97	63	15,8	13923
S15	extremo/teles cópica	91	63 / 50	15,4	14112
S16	extremo/teles cópica	55	50 / 40	14,9	12320
S17	extremo/teles cópica	78	63 / 50	14	14651

## 6. RED DE TRANSPORTE

El agua de la red principal de la explotación, procedente una balsa situada en la parte norte de la finca, que por gravedad se distribuye por todo el sistema de tuberías a presión.

Tal y como se desarrolla en el anejo IV, el material elegido es PVC UNE EN 1452 que se enterrará en una zanja de un metro de profundidad y 0,60 metros de anchura sobre una cama de arena de 10 cm.

En el anejo IV, se describe el trazado y la topología de la red (ver plano 5 Esquema de la topología red de riego), las tuberías de la red de transporte seguirán en la medida de lo posible los lindes de las parcelas y/o los márgenes de los caminos (ver plano 6 Red de transporte).

### 6.1. CALCULO DE LOS CAUDALES DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

En el anejo IV se describe la metodología empleada en el dimensionado que se basa en el Método clásico de velocidad. En este se establece una velocidad máxima de circulación del agua. Para agilizar los cálculos se utilizará la aplicación informática RGW2020 (Arviza 2020).

Se consideran como velocidad de cálculo  $v=1,1$  m/s y las pérdidas de carga en el cabezal de 5 mca. Los planos 3, 4 y 6 , se muestra la topología, el dimensionado de la red en esta zona se sitúa el cabezal y la zona donde se sitúa el cabezal y el campo fotovoltaico.

Del brocal del pozo a la balsa la tubería y por cuestiones técnicas la tubería será de acero galvanizado.

Se detallan los resultados obtenidos de los cuales extraemos un resumen en la siguiente tabla:

**TABLA 5.Resultados de la red distribución de riego. RGwin.**

Línea	Etiqueta- Nudo	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Material	Longitud (m.)
0	Pozo-Balsa	125	0,6	Acero Galvanizado	84,35
1	Entrada cabezal	140	0,60	PVC	64,4
2	filtrado				0,0
3	sub 1	110	0,60	PVC	58,1
4	sub2	90	0,60	PVC	103,3
5	sub 3	75	0,60	PVC	78,3
6	nudo distribución	110	0,60	PVC	37,8
7	sub4	63	0,60	PVC	79,4
8	sub5	110	0,60	PVC	13,0
9	sub6	75	0,60	PVC	96,7
10	sub7	140	0,60	PVC	204,6
11	sub8	63	0,60	PVC	100,6
12	sub9	110	0,60	PVC	105,4
13	sub10	75	0,60	PVC	191,0
14	sub14	125	0,60	PVC	621,0
15	sub 15	110	0,60	PVC	97,0
16	sub 16	75	0,60	PVC	152,0
17	sub 11	125	0,60	PVC	234,0
18	sub 12	125	0,60	PVC	60,0
19	sub 13	110	0,60	PVC	93,0
20	sub 17	75	0,60	PVC	222,0



## 7. CABEZAL DE RIEGO

En el anejo 5, se describe la selección del filtro y los sistemas de control y automatización. Este se va a situar en una caseta preexistente de dimensiones 5x4 metros, que se utilizaba anteriormente de pequeño almacén de aperos y material.

### 7.1. SISTEMA DE FILTRADO

Toda instalación de riego localizado, necesita un sistema de filtrado, para eliminar las partículas que lleva el agua y así evitar que se obstruyan los emisores y de este modo se reduzca la uniformidad de riego.

En el apartado 2, 3 y 5 del anejo V, se justifica la elección del filtro. Se elige un filtro de mallas autolimpiable, modelo Sigma (distribuidor Regaber) u otro de similares características diseñado para trabajar a bajas presiones. Se muestra un plano en detalle del filtro.

### 7.2. SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

En el anejo V y en el plano 8 Esquema del cabezal de riego se describe los elementos de control, protección y regulación, que serán los siguientes:

**TABLA 6. Elementos hidráulicos de control y automatización de la instalación de riego**

Tipo elemento	Elemento
CONTROL	contador tipo Woltmann 2"
	3 manómetro tipo Bourdon
	4 válvulas mariposa DN140
	17 válvulas de esfera DN 32mm a DN 63 mm
	5 electroválvulas DN 75mm a DN 140 mm
PROTECCION	8 ventosas(6 de 1'' y 2 de 3/8 '')
PROTECCION	1 válvula de retención DN140mm
AUTOMATIZACION	Programador de riego

## 8. SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO

El sistema que vamos a implementar, está compuesto por un generador fotovoltaico, que proporciona la energía suficiente para poner en funcionamiento un grupo motobomba que extrae el agua de un pozo y la lleva a una balsa de almacenamiento del agua, con ello un sistema de tuberías y un variador de frecuencia

(VSD) o inversor, que controlará la velocidad de giro de motor que funciona en corriente alterna.

### **8.1. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA Y PUNTO DE FUNCIONAMIENTO**

En el anexo 6, se realizan los cálculos para conocer los parámetros para dimensionar la bomba como es la demanda de agua, siendo julio el mes de máxima demanda, con un volumen de 505 m<sup>3</sup>/día y el punto de funcionamiento: la altura dinámica total o altura equivalente de bombeo de 45,16 m y el caudal de diseño de 63,125 m<sup>3</sup>/hora.

### **8.2. SELECCIÓN DE LA BOMBA SUMERGIBLE**

En este apartado se selecciona el grupo motobomba que va a llevar el agua desde el pozo a la balsa de almacenaje. Los cálculos los justificaremos en el anexo 6, conocidos el caudal y la altura dinámica total y las curvas características de las bombas se seleccionará la bomba más adecuada, que será SP60-7 y el motor para sus parámetros: MS6 3 x 230 V de 6" y potencia 13Kw, rendimiento a plena carga de 82,63 %.

### **8.3. SELECCIÓN DEL CONTROLADOR, VARIADOR DE FRECUENCIA (VSD) O INVERSOR**

El siguiente paso es llevar la energía al grupo motobomba para que pueda extraer el agua, para dimensionar el sistema fotovoltaico, en un primer lugar se selecciona el inversor en función de los datos aportados por el fabricante del motor, en el anexo VI, se justifica la elección.

### **8.4. DIMENSIONADO CAMPO FOTOVOLTAICO**

El sistema fotovoltaico debe aportar la suficiente energía para que funcione la instalación en el mes en el que la relación entre la energía demandada y la suministrada es mayor, es decir, las peores condiciones.

Conforme a lo desarrollado en el anexo VI, se constata que el mes de dimensionado es julio y con una inclinación de 20°

## 8.5. DIMENSIONADO DE LOS PANELES SOLARES

El siguiente paso es determinar la potencia pico necesaria para cubrir la demanda de energía, se determina igualando la energía demandada por la bomba y la generada por los paneles, tal como se desarrolla en el anexo VI, la potencia pico es de 22,75 KW.

Como solución de la instalación fotovoltaica se instalarán 56 módulos de los cuales 7 cadenas en paralelo y 8 en serie. Generador 8s x 7p.

Siendo la potencia generada (PFV) total será:

$$8 \times 7 \times 460W = 25760W \quad 25,76KW$$

## 9. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se desarrolla en el anexo VII, y se aplica el diagrama de Grantt, donde se observan las diferentes actividades con las que cuenta el proyecto y el espacio temporal en el que se desarrollan, siendo la duración total de 36 días.

El objetivo es maximizar el tiempo empleado en la ejecución, siguiendo un orden cronológico de actividades y que el desarrollo de unas no interfiera en el de otras. Evitando desajustes y desequilibrios.

## 10. MANTENIMIENTO

Se desarrolla en el anejo VIII. El objetivo, es que la instalación funcione a pleno rendimiento y sin desequilibrios durante su vida útil. Debido al paso del tiempo, accidentes o piezas defectuosas, los diversos elementos pueden sufrir roturas o averías, por lo que se debe realizar revisiones periódicas en función de las características de cada unidad constructiva.

## 11. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El resumen del presupuesto desglosado por los diferentes capítulos es el siguiente:

**TABLA 7. Resumen por capítulos del presupuesto del proyecto**

CAPITULO	IMPORTE(€)
Capítulo 1 : Movimiento de Tierras	32.358,39
Capítulo 2: Canalización	70.520,36
Capítulo 3: Valvulería	3.308,18
Capítulo 4: Cabezal de riego	2.865,76
Capítulo 5 : Fotovoltaica	23.992,56

Capítulo 6 :Seguridad y Salud	1.995,68
Capítulo 7: Gestión de residuos	2.368,78
Capítulo 8 : Control de calidad	298,33
Presupuesto de ejecución material(PEM)	137.708,04
13% de gastos generales	17.902,05
6% de beneficio industrial	8.262,48
SUMA	163.872,57
21%IVA	34.413,24
Presupuesto de ejecución por contrata(PEC)	198.285,81

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y UN CENTIMOS

Fdo.: Vicente Pradilla Perucho

Valencia, Abril de 2022