

## **TÍTULO DEL PROYECTO:**

PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTROY (VALENCIA)

PROJECT TITLE: PROPOSAL FOR THE DESIGN AND SIZING OF A LOCALIZED IRRIGATION SYSTEM FOR CITRUS GROWING IN THE MUNICIPALITY TERM OF MONTROY (VALENCIA)

## **RESUMEN DEL PROYECTO:**

El objetivo de este trabajo final de grado es la puesta en marcha de una instalación de riego localizado destinada al cultivo de cítricos en el término municipal de Montroy (Valencia). Se dispone de una extensión de aproximadamente 7 hectáreas.

En el presente proyecto, como punto de partida, se estimarán las necesidades hídricas de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona, las características de la finca y las del cultivo en cuestión.

Consecuentemente se dimensionarán y diseñarán la red de transporte y subunidades pertinentes, así como el cabezal de riego y los elementos necesarios para un buen funcionamiento. La instalación se abastecerá desde un hidrante perteneciente a la comunidad de regantes del municipio.

Se concluirá con la elección de la instalación que permita una mayor eficiencia de riego y menores costes tanto energéticos como económicos.

## **SUMMARY:**

The aim of this project is the implementation of a localized irrigation system for the cultivation of citrus fruits in the municipality of Montroy (Valencia). It covers an area of approximately 7 hectares.

In this project, as a starting point, the water requirements will be estimated according to the climatic conditions of the area, the characteristics of the farm and those of the crop in question.

Consequently, the transport network and relevant sub-units will be dimensioned and designed, as well as the irrigation head and the elements necessary for proper operation. The installation will be supplied from a hydrant belonging to the irrigation community of the municipality.

It will conclude with the choice of the installation that allows for the highest irrigation efficiency and the lowest energy and economic costs.

**PALABRAS CLAVE:**

Cultivo, cítricos, riego localizado, dimensionado, red, necesidades hídricas, fertirrigación, cabezal, eficiencia.

**KEYWORDS:**

Crop, citrus, drip irrigation, sizing, network, water requirements, fertigation, head, efficiency.

# ÍNDICE

- 1. DOCUMENTO N° 1: MEMORIA**
- 2. DOCUMENTO N° 1: ANEJOS A LA MEMORIA**
- 3. DOCUMENTO N° 2: PLANOS**
- 4. DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE CONDICIONES**
- 5. DOCUMENTO N° 4: PRESUPUESTO**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# DOCUMENTO Nº1

## MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Autora: Laura Giménez Gimeno

Tutora: Virginia Palau Estevan

Valencia, septiembre 2022

# ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES .....	1
2.	OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	1
3.	DATOS GENERALES.....	2
4.	LIMITACIONES Y CONDICIONANTES .....	2
4.1.	TÉCNICAS.....	2
4.2.	LEGALES.....	2
4.3.	ADMINISTRATIVAS.....	2
4.4.	MEDIOAMBIENTALES .....	2
5.	ESTUDIOS PREVIOS.....	2
5.1.	CARTOGRAFÍA BÁSICA Y EDAFOLOGÍA.....	2
5.2.	TEMPERATURA .....	3
5.3.	PLUVIOMETRÍA Y HUMEDAD RELATIVA .....	3
5.4.	VIENTO.....	3
5.5.	SUELO.....	3
5.6.	ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA ZONA.....	3
5.7.	CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO .....	4
6.	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....	4
6.1.	VARIEDAD A CULTIVAR Y PATRÓN .....	4
6.2.	LABORES PREPARATORIAS DEL TERRENO .....	4
6.3.	NECESIDADES HÍDRICAS .....	4
6.3.1.	Necesidades netas de riego.....	5
6.3.2.	Necesidades totales de riego .....	5
6.4.	PARÁMETROS DE RIEGO.....	6
6.4.1.	Número de emisores por planta y separación.....	6
6.4.2.	Tiempo entre riegos e intervalo entre riegos consecutivos.....	6
6.5.	SECTORIZACIÓN.....	6
6.6.	DISEÑO DE SUBUNIDADES DE RIEGO .....	7
6.6.1.	Características del emisor, del lateral y terciarias .....	7
6.6.2.	Diseño y dimensionado de las subunidades de riego.....	7

<b>6.7.</b>	<b>RED DE TRANSPORTE .....</b>	<b>8</b>
6.7.1.	Dimensionado de la red de transporte .....	8
<b>6.8.</b>	<b>CABEZAL DE RIEGO.....</b>	<b>9</b>
6.8.1.	Dimensionado y timbrado de la red del cabezal.....	9
6.8.2.	Sistema de filtración .....	10
6.8.3.	Sistemas de fertilización, de control y de automatización .....	10
6.8.4.	Estructura del cabezal.....	11
<b>7.</b>	<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....</b>	<b>11</b>

## 1. ANTECEDENTES

La explotación objeto de estudio se encuentra en el término municipal de Montroy, situado en la comarca de La Ribera Alta y perteneciente a la provincia de Valencia. Por lo que se refiere a sus localidades limítrofes se encuentran los municipios de Monserrat, Real, Dos Aguas, LLombay y Turís.

En la actualidad, la actividad económica se basa, fundamentalmente, en la agricultura con la producción de cítricos y caqui, así mismo la producción de miel tiene una gran importancia en la zona.

## 2. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Generalmente, las modernizaciones en redes colectivas a presión se proyectan hasta nivel de hidrante. Aguas abajo del hidrante queda la red hasta las unidades de riego que también son decisivas para lograr una buena eficiencia, tanto hídrica, aportando la cantidad de agua adecuada, como energética, comprobando que la cota piezométrica en el hidrante será suficiente para no requerir energía adicional.

En consecuencia, el objeto del presente proyecto es el diseño y dimensionado de una instalación de riego localizado aguas debajo de un hidrante perteneciente a la Comunidad de Regantes Pla de Filaner, para la producción de cítricos. La explotación es de 6,8 hectáreas, y concretamente, se va a implantar la variedad precoz y protegida *Orogros*.

Para ello se llevarán a cabo diferentes estudios en el presente proyecto:

- Introducción general al cultivo y características edafoclimáticas de la zona en cuestión (*Anejo 1 Datos de partida*).
- Determinación de las necesidades netas y totales a partir de los datos extraídos del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío, determinación de los parámetros de riego y sectorización de las parcelas (*Anejo II Diseño Agronómico*).
- Diseño y dimensionado de las subunidades de riego y su ubicación en los sectores de riego (*Anejo III Diseño y dimensionado de las subunidades de riego*).
- Diseño y dimensionado de la red de transporte desde hidrante a unidades de riego (*Anejo IV Diseño y dimensionado de la red de transporte*).
- Diseño y dimensionado del cabezal de riego, así como los elementos necesarios para su correcto funcionamiento (*Anejo V Diseño y dimensionado del cabezal de riego*).

El proyecto presente resulta de interés debido a la precocidad del cultivo de la variedad *Orogros*, así como la capacidad de mejora y optimización de recursos mediante el ajuste de las necesidades de riego de dicha variedad.

### **3. DATOS GENERALES**

La explotación en cuestión pertenece a la mancomunidad de regantes del Pla de Filaner, la cual suministrará el agua de riego mediante un hidrante cercano a la explotación y situado a una cota de mayor altitud que la parcela a 246 m.s.n.m, lo cual beneficiará el diseño y dimensionado de la instalación. La Comunidad de Regantes garantiza al propietario de la instalación un caudal total de 35 m<sup>3</sup>/h y una altura de presión de 30 mca.

El cultivo se implantará con un marco de plantación de 5x3m siguiendo las curvas de nivel. La textura del suelo es franco-arenosa, lo que permite un buen desarrollo del cultivo. Quedan justificados y recogidos los pertinentes datos en el *Anejo I Datos de partida*.

### **4. LIMITACIONES Y CONDICIONANTES**

#### **4.1. TÉCNICAS**

Las limitaciones técnicas serán planteadas en el *Documento N°1 Anejos a la memoria*, adoptando para tal caso la solución más eficiente.

#### **4.2. LEGALES**

Las condiciones y limitaciones legales se encuentran definidas en el *Documento N°3 Pliego de condiciones*.

#### **4.3. ADMINISTRATIVAS**

El ayuntamiento de Montroy no presenta ninguna limitación que afecte al desarrollo y ejecución del presente proyecto. Del mismo modo, tampoco se contempla ninguna remodelación del Plan General de Ordenación Urbana que pueda afectar a la clasificación del suelo, el cual se presenta actualmente como suelo agrícola.

#### **4.4. MEDIOAMBIENTALES**

La normativa aplicable es la Ley 5/2014 del 25 de julio de la Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunidad Valenciana. Tal y como indica en las especificaciones de los anejos I, II y III de este marco legal, el presente proyecto no precisa de ninguna autorización ambiental integrada, por lo que no cuenta con ningún impedimento de carácter medioambiental.

### **5. ESTUDIOS PREVIOS**

#### **5.1. CARTOGRAFÍA BÁSICA Y EDAFOLOGÍA**

La finca objeto de estudio queda ubicada en la zona de la Vall dels Alcans, por lo que se encuentra en un llano con una ligera pendiente, siendo la máxima de un 2.5% en sentido descendente. Cabe destacar que la finca ha sido diseñada aprovechando las pendientes descendentes para que de tal modo ahorrar energía tanto eléctrica como hidráulica. Dicha explotación está orientada en dirección nord-este, evitando las corrientes de viento

provenientes del poniente. Su ubicación y topología se puede observar tanto en el *Plano 1. Situación y localización* como en el *Plano 5. Distribución de las subunidades y cotas topográficas*.

En cuanto a la litología de la zona se pueden observar material no consolidado del cuaternario, existiendo también algunos afloramientos aislados de conglomerados y en la vertiente de la mitad norte existe una zona de materiales triásicos como los yesos, arcillas y margas.

## **5.2. TEMPERATURA**

El rango óptimo de temperatura en los cítricos se establece entre 23- 34 °C, el valor máximo sin sufrir daños es de 39°C y el mínimo de 13°C, a partir de los 10°C aparecen efectos secundarios y cesa la actividad.

Quedan descritas las exigencias del cultivo en el *Anejo I* epígrafe 6 (exigencias agroclimáticas).

## **5.3. PLUVIOMETRÍA Y HUMEDAD RELATIVA**

En cuanto a las exigencias hídricas los cítricos son sensibles a la sequía, según sus pérdidas por evapotranspiración se establecen unas exigencias entre 7500 y 12000 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. El periodo de máximas exigencias hídricas viene comprendido desde abril hasta septiembre, alcanzando su máximo en los meses de junio, julio y agosto.

## **5.4. VIENTO**

En verano de julio a agosto, los vientos cálidos procedentes del sur y sudoeste causan una transpiración excesiva y vientos fuertes de 70-80 Km/h pueden llegar a arrancar brotes. En invierno vientos fríos (3-6°C) y secos del norte y del noroeste, entre los meses de noviembre a enero, afectan al fruto maduro dañando la corteza e incluso la caída de estos cuando son muy fuertes.

## **5.5. SUELO**

En lo referido a las condiciones edáficas, existe un suelo de textura franco-arenosa que le permite un desarrollo en condiciones óptimas, es un suelo profundo, de pendientes no muy pronunciadas, con un pH de 8,3 y con un contenido de caliza activa del 11,5%. La presencia elevada de iones tóxicos como Cl<sup>-</sup> o Na<sup>+</sup> así como ácido bórico en el suelo o agua de riego pueden causar daños en el arbolado, el valor en cuanto a la tolerancia de los cítricos a la salinidad está comprendido entre 2,4-1,6 dS/m. En el *apartado 8.1. Análisis de suelo del anejo I* se encuentran detalladas dichas características.

## **5.6. ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA ZONA**

Según los parámetros registrados en la página web del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR), se observa que las temperaturas medias más altas suceden en los meses de verano siendo la media de las máximas de 30°C, con una temperatura media de 23,7°C. Así mismo, la temperatura más baja es de 4,3°C en el mes de enero, con una media de 10°C. Por lo que se deducen los mayores requerimientos de agua para los meses de verano.

Teniendo en cuenta las exigencias agroclimáticas del cultivo citadas en el *Anejo I*, queda por sentado el cumplimiento de las condiciones respecto a todas las variables. Se aportará un

volumen de agua adicional, cuando sea requerido, que se calculará en el *Anejo II* para llegar a una buena producción.

### **5.7. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO**

El agua de riego proviene de la comunidad de regantes del Pla de Filaner (Montroy), la cual a partir de su red de distribución proporciona el agua hasta un hidrante. De acuerdo con el análisis de agua obtenido la conductividad eléctrica es de **1dS/m** y por ello se considera como apta para el riego, dicho análisis se puede observar en el *apartado 8.2. Análisis de agua del Anejo I*.

## **6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

### **6.1. VARIEDAD A CULTIVAR Y PATRÓN**

Se implantará la variedad *Orogros*, originada por una mutación espontánea de yema de un Clementino Oronules, detectada en 1996 en el término de la Vall d'Uixó (Valencia).

El árbol es poco vigoroso pudiendo alcanzar un diámetro de copa entre 2,5-3,25 m, y hábito de crecimiento abierto. Las flores tienen anteras amarillas con abundantes granos de polen viables. Muy productiva y precoz en la entrada en producción, pudiendo recolectarse desde mediados de septiembre a principios de octubre.

El patrón a emplear es el *Forner Alcaide nº5*. Es resistente al virus de la tristeza, posee buena resistencia a los hongos del género *Phytophthora* y resistente a nemátodos. Es más tolerante que el *citrange Carrizo* a la caliza, a la salinidad, al encharcamiento y a las heladas. Es un patrón calificado como semienanizante y subestándar, los árboles establecidos sobre este patrón alcanzan una altura menor pudiendo reducir el tamaño entre un 25%, de este modo se puede intensificar el cultivo. La productividad de las variedades injertadas es muy alta y la fruta de mayor calidad, la maduración es ligeramente adelantada.

### **6.2. LABORES PREPARATORIAS DEL TERRENO**

Se eliminará la plantación anterior y se realizará una labor profunda previa a las lluvias de otoño para airear el suelo y favorecer la infiltración del agua. Se retirarán los restos orgánicos y de ser necesario se realizará un despedregado. Se realizará un análisis de suelo para fertilizar el suelo de ser necesario y aportar materia orgánica, a su vez se realizará una labor superficial para incorporarlos. La implantación del cultivo se realizará en primavera. En el *Anejo I apartado 5.1 Labores preparatorias del terreno* se detallan dichas labores.

### **6.3. NECESIDADES DE RIEGO**

En el *Anejo II Diseño agronómico* quedan descritas las necesidades hídricas del cultivo, a continuación, se resumirán dichas necesidades estimadas.

Los datos de evapotranspiración de referencia y precipitación efectiva se han obtenido de la web del SIAR, concretamente de la estación agroclimática de Godelleta debido a la proximidad de la finca objeto de estudio. Todo ello queda recogido en *Anejo II apartado 2 Cálculo de las necesidades netas de riego*.

### 6.3.1. Necesidades netas de riego

Una vez obtenidos los parámetros que componen la ecuación para el cálculo de las necesidades netas de riego se ha procedido a la estimación de las mismas. En el *apartado 2.5 del Anejo II* quedan resumidas las necesidades netas de riego que han sido obtenidas mediante la aplicación *DisAgro (J. Arviza)*.

Tabla 1. Necesidades netas de riego (DisAgro)

Mes	K <sub>1</sub>	K <sub>c</sub>	ET <sub>o</sub> (mm/mes)	P <sub>e</sub> (mm/mes)	N <sub>n</sub> (mm/mes)	N <sub>n</sub> (mm/día)	N <sub>n</sub> (l/día y planta)
Enero	0,8	0,53	50,46	48,39	0,0	0,0	0,0
Febrero	0,8	0,52	56,93	8,5	15,12	0,54	8,1
Marzo	0,8	0,53	87,26	34,19	2,58	0,08	1,3
Abril	0,8	0,49	93,50	40,15	0,0	0,0	0,0
Mayo	0,8	0,43	136,00	11,5	35,36	1,14	17,1
Junio	0,8	0,49	153,42	17,8	42,68	1,42	21,3
Julio	0,8	0,55	167,33	5,47	67,71	2,18	32,8
Agosto	0,8	0,64	143,32	8,55	65,14	2,1	31,5
Septiembre	0,8	0,6	100,44	38,12	9,99	0,33	5,0
Octubre	0,8	0,68	73,52	16,96	23,31	0,75	11,3
Noviembre	0,8	0,59	48,14	50,26	0,0	0,0	0,0
Diciembre	0,8	0,5	49,12	14,45	5,3	0,17	2,6

### 6.3.2. Necesidades totales de riego

En el *apartado 3 Cálculo de las necesidades de riego totales del anejo II* se puede observar el procedimiento a seguir y la definición de los parámetros. Se ha tenido en cuenta para el cálculo las pérdidas que se producen por la aplicación de la fracción de lavado para evitar la acumulación de sales y las pérdidas por percolación profunda debidas a la eficiencia de aplicación. Se ha realizado el cálculo para el mes más desfavorable para a continuación obtener el resto de los meses mediante la aplicación.

Tabla 2. Necesidades de riego totales (DisAgro)

Mes	NTR (mm/mes)	NT <sub>R</sub> (l/día y y)
Enero	0,0	0,0
Febrero	19,6	9,5
Marzo	3,1	1,5
Abril	0,0	0,0
Mayo	41,5	20,1
Junio	51,9	25,1
Julio	79,6	38,5
Agosto	76,7	37,1
Septiembre	12,2	5,9
Octubre	27,5	13,3
Noviembre	0,0	0,0
Diciembre	6,2	3,0

## 6.4. PARÁMETROS DE RIEGO

Tras el estudio agronómico se ha seleccionado para las parcelas del presente proyecto un tipo de emisor autocompensante integrado en tubería, con un caudal de 3,5 L/h y un rango efectivo de presión de compensación entre 0,5-4 bar, siendo el coeficiente de variación inferior al 7%. Quedan detallados ampliamente en el *Anejo II apartado 4. Determinación de los parámetros de riego*.

### 6.4.1. Número de emisores por planta y separación

En el *apartado 4. Determinación de los parámetros de riego* del *Anejo II* queda detallado el procedimiento a seguir. Se concluye un número de 6 emisores por planta con una separación entre los mismos de 1 metro y doble lateral por fila de plantas.

### 6.4.2. Tiempo entre riegos e intervalo entre riegos consecutivos

Con el fin de obtener la programación del riego, una vez obtenidas las necesidades totales de riego para el mes más desfavorable y el caudal por planta y por unidad de superficie, así como el intervalo entre riegos, se estimará el tiempo de riego necesario para cubrir dichas necesidades. Obteniendo el resultado de 1,84 h para el mes más desfavorable que corresponde al mes de julio. En el *Anejo II apartado 4.8. Tiempo entre riegos e intervalo entre riegos consecutivos* queda detallado el procedimiento a seguir.

Tabla 3. Tiempo de riego (DisAgro)

Mes	3,5 (l/h)
Enero	0,0
Febrero	1,59
Marzo	0,16
Abril	0,0
Mayo	1,68
Junio	1,67
Julio	1,84
Agosto	1,77
Septiembre	0,28
Octubre	0,88
Noviembre	0,0
Diciembre	0,5

## 6.5. SECTORIZACIÓN

Por cuestiones de disponibilidad de recursos y para obtener una mejor rentabilidad económica y funcional de la explotación se organizará la superficie regable en sectores, obteniendo un resultado de 4 sectores.

Tabla 4. Tabla resumen de sectorización (DisAgro)

Caudal emisor seleccionado (L/h)	3,5
Tiempo de riego máximas necesidades (h)	1,84
Caudal ficticio continuo (l/s/ha)	0,3
Caudal por unidad de superficie (l/s/ha)	3,89
Caudal por unidad superficie (m <sup>3</sup> /h/ha)	14,0
Volumen anual por ha (m <sup>3</sup> )	3143,6
Número mínimo de sectores	3
Número de sectores adoptados	4

En la explotación en cuestión, dichos sectores se han realizado de tal manera que el caudal disponible sea óptimo para cada uno de ellos, quedando de esta forma:

Tabla 5. Sectores de riego

Sector	Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie total sector (m <sup>2</sup> )	Caudal (l/h)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
1	427	3077	12277	17187,8	17,19
	351	3000			
	352	3828			
	353	2372			
2	372	11959	14843	20780,2	20,78
	343	2884			
3	345	17650	17650	24710	24,71
4	190	23494	23494	32891,6	32,89

## 6.6. DISEÑO DE SUBUNIDADES DE RIEGO

Tal y como se ha desarrollado en el *Anejo III Diseño y dimensionado de las subunidades de riego* se resume a continuación los resultados obtenidos.

### 6.6.1. Características del emisor, del lateral y terciarias

Los emisores seleccionados serán autocompensantes integrados en tubería de polietileno con un diámetro nominal de 16,2 mm, con diámetro interior de 14,2 mm y un espesor de 1,2 mm; la presión máxima de trabajo viene siendo de 4 bar y el caudal del emisor de 3,5 L/h.

Atendiendo a la topografía del terreno se ha determinado que las subunidades se van a alimentar por el punto extremo, el material empleado para las tuberías terciarias será de PVC UNE EN 1452 con una presión nominal de 6 bar, y para evitar roturas serán enterradas. Todo ello queda detallado en el *apartado 2.2 del Anejo III*.

### 6.6.2. Diseño y dimensionado de las subunidades de riego

Tal como se desarrolla en el *Anejo III apartado 3. Metodología del dimensionado de subunidades*, se ha tomado el criterio técnico de una presión máxima de funcionamiento del emisor de 12 a 14 mca y una presión mínima de 8 mca, para garantizar que la presión mínima que se verifique sea mayor que la mínima admisible y obtener un correcto funcionamiento.

Tabla 6. Resultado subunidades de riego

Subunidad	Superficie (m <sup>2</sup> )	Caudal sector (m <sup>3</sup> /h)	Caudal subunidad (m <sup>3</sup> /h)	Presión inicio subunidad (mca)
1	6077	17,5	8,176	11,9
2	6200		9,324	10,52
1	7162	17,63	9,1	10,27
2	7681		8,5315	13,12
1	8707	22,18	10,815	15,11
2	8943		11,368	12,31
1	9026	29,51	11,088	12,28
2	10668		13,335	11,98
3	3800		5,096	9,42

El resultado de todo ello se puede observar en el apartado 4.2. Resumen de las subunidades de riego y el apartado 4.3. Resumen de resultados del Anejo III.

## 6.7. RED DE TRANSPORTE

La red principal de transporte de la finca en cuestión está alimentada desde un hidrante cuya presión y caudal garantizados son conocidos y citados anteriormente. En base a los resultados obtenidos y la topología del terreno no es necesaria una bomba de impulsión de agua, puesto que esta llega con suficiente presión a todos los puntos.

Las tuberías de transporte serán de PVC UNE EN1452 a una presión nominal de 6 bar, las cuales serán enterradas en zanja para evitar roturas.

El trazado de la red está condicionado por un conjunto de criterios tales como reducir las longitudes de los tramos y aprovechar los márgenes de caminos o lindes de la parcela para el trazado de las tuberías.

### 6.7.1. Dimensionado de la red de transporte

Como criterio de dimensionado se opta por velocidad máxima el procedimiento a seguir es el mismo. Es decir, se aplica la ecuación de continuidad, se normalizan los diámetros, se aplica la fórmula de *Darcy Weisbach* para el cálculo de las pérdidas de carga y se obtienen las presiones resultantes. Del mismo modo, para la realización de los cálculos se ha utilizado la aplicación RGWin (J. Arviza).

Los cálculos referidos al diseño y dimensionado de la red de transporte pueden observarse en el Anejo IV Diseño y dimensionado de la red de transporte.

Tabla 7. Resultados del dimensionado de la red de transporte

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo línea	Sector Riego	Etiqueta	Longitud (m)	PN6 PVC UNE EN 1452	
							Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)
1	1	2	1	0	Hidrante	58	84,8	90
2	2	3	3	0	Filtrado	0		
3	3	4	1	1	S 1.1	113	70,4	75
4	4	5	1	1	S 1.2	81	59,0	63
5	3	6	1	2	S 2.1	283	70,4	75
6	6	7	1	2	S 2.2	97,5	46,8	50
7	3	8	1	3	S 3.1	5,5	59,0	63
8	3	9	1	3	S 3.1	76	59,0	63
9	3	10	1	0	Nudo bifurcación	153	84,8	90
10	10	11	1	4	S 4.1	63,3	59,0	63
11	10	12	1	4	S 4.2	15,5	70,4	75
12	12	13	1	4	S 4.3	133,5	35,2	40

A continuación, se detalla un resumen de las mediciones con la longitud total de cada DN obtenido.

Tabla 8. Resumen de las mediciones de los DN de la red de distribución

DN	Longitud
40	133,5
50	97,5
63	225,8
75	411,5
90	211

## 6.8. CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego queda ubicado en la parcela 345, este será de hormigón prefabricado con unas dimensiones de 2,5 x 4 x 2,20 metros. En él se albergará los sistemas de filtrado que garanticen una adecuada calidad del agua, los sistemas de fertirrigación que suministren las necesidades de nutrición del cultivo y los sistemas de control y protección, así como de automatización. Las máximas pérdidas de carga que se han considerado para el cabezal son de 10 mca. En el *Anejo V. Cabezal de riego* queda detallado los cálculos necesarios en lo referido a esta cuestión.

### 6.8.1. Dimensionado y timbrado de la red del cabezal

Atendiendo a lo que se ha descrito en el *apartado 2. Dimensionado y timbrado de la red del cabezal del Anejo V*, las tuberías se han dimensionado por el criterio clásico limitando la velocidad a 1,5 m/s y para un caudal máximo de 22183 L/h, correspondiente al sector 3. La red

del cabezal está compuesta por una tubería de PVC UNE EN 1452 de DN 90 mm con una presión nominal de 1.0 MPa.

Tabla 9. Tubería principal y de filtrado

Q entrada (L/h)	Q entrada (m <sup>3</sup> /s)	V <sub>teórica</sub> (m/s)	D <sub>teórico</sub> (mm)	DN (mm)	D <sub>interior</sub> (mm)	V (m/s)
22183	0,00616	1,5	72,3	90	81,4	1,18

En cuanto a la tubería de conexión al filtrado, debido a las características del filtro seleccionado ha resultado una única tubería por la cual circulará el caudal total, por ello el diámetro resultará el equivalente al de la tubería principal. Queda detallado dicho procedimiento en el apartado 2.2. Tuberías de conexión a elementos de filtrado del Anejo V.

### 6.8.2. Sistema de filtración

Según lo descrito en el apartado 3. Sistema de filtración del Anejo V, se instalará a nivel de cabezal un único filtro de anillas debido a que el agua de riego procede de una comunidad de regantes cuya filtración previa es óptima. Las características del filtro seleccionado se resumen a continuación:

Tabla 10. Características del filtro

Modelo	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /h)	Caudal máximo circulante (m <sup>3</sup> /h)	Superficie filtrante (m <sup>2</sup> )	Velocidad (m/s)	Grado de filtración (μm)	hr (mca)
Dual Arkal FM-F7-149 o similar	25	22,18	0,0950	0,065	130	1-1,5

### 6.8.3. Sistemas de fertilización, de control y de automatización

Quedan detallado y especificados los elementos de fertilización, control y automatización en los apartados 4 y 5 del Anejo V. A continuación, se mencionan los elementos instalados.

- 3 Depósitos fertilizantes (1000 L, 500 L, 125 L) con agitador incluido
- 1 Bomba de inyección (PVC, presión 7 bar)
- 1 Contador Woltman
- 3 Válvulas de mariposa
- 7 Electroválvulas
- 1 Válvula de retención
- 9 Manómetros de Pmax. 6 bar
- 7 Ventosas
- 1 Programador de riego de 11 estaciones + 1 fertilización

Elemento	DN (mm)	PN (bar)	Cantidad
Contador Woltman	50	16	1
Válvula de mariposa	80	16	3
Electroválvula	80	10	7
Válvula de retención	80	16	1
Ventosa	3/4"	16	7

#### 6.8.4. Estructura del cabezal

La estructura del cabezal será una caseta de hormigón armado prefabricada con unas dimensiones de 2,5 x 4 x 2,20 metros. Esta dispondrá de suministro eléctrico, el cual permitirá el accionamiento de la bomba inyectora y demás elementos.

## 7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Atendiendo a lo descrito en el *Documento nº 4 Presupuesto*, se adjunta a continuación el resumen de los mimos.

Proyecto: PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTI...

Capítulo	Importe
1 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	4.332,24
2 SUBUNIDADES DE RIEGO .....	17.282,36
3 RED DE TRANSPORTE .....	5.288,31
4 CABEZAL DE RIEGO .....	9.488,95
5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO .....	38.320,75
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>74.712,61</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SETENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS DOCE EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS.

Valencia, Septiembre 2022

Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y del medio rural

Laura Giménez Gimeno



Proyecto: PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIV...

Capítulo	Importe
1 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	4.332,24
2 SUBUNIDADES DE RIEGO .....	17.282,36
3 RED DE TRANSPORTE .....	5.288,31
4 CABEZAL DE RIEGO .....	9.488,95
5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO .....	38.320,75
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>74.712,61</b>
13% de gastos generales	9.712,64
6% de beneficio industrial	4.482,76
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>88.908,01</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de OCHENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS OCHO EUROS CON UN CÉNTIMO.

Valencia, Septiembre 2022  
Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y  
del medio rural

Laura Giménez Gimeno





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# ANEJO I

## DATOS DE PARTIDA



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Autora: Laura Giménez Gimeno

Tutora: Virginia Palau Estevan

Valencia, septiembre 2022

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. LOCALIZACIÓN .....	1
3. CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA.....	2
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PRESENTE.....	5
5. DATOS RELATIVOS AL CULTIVO .....	5
5.1. LABORES PREPARATORIAS DEL TERRENO .....	6
6. EXIGENCIAS AGROCLIMATICAS .....	7
7. ESTUDIO CLIMÁTICO .....	9
8. DATOS ANÁLISIS DE SUELO Y AGUA .....	11
8.1. ANÁLISIS DE SUELO .....	11
8.2. ANÁLISIS DE AGUA.....	12
9. DATOS RELATIVOS AL SUMINISTRO ELÉCTRICO .....	12



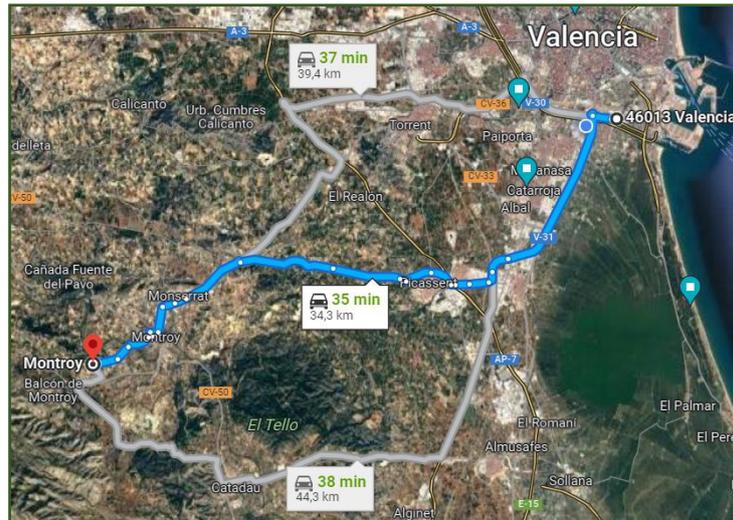


Figura 2. Trayecto entre la finca de estudio y la ciudad de Valencia

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA

La explotación de estudio está compuesta por ocho parcelas con una extensión total de 6'8 hectáreas (ha), que más adelante se verán reagrupadas en sectores para mejorar la eficiencia en cada riego que posteriormente se diseñará.

Cabe destacar que dicha explotación se abastece desde un hidrante a una cota de 246 metros perteneciente a la comunidad de regantes del Pla de Filaner (Montroy), el cual garantiza una presión de 3 Kg/cm<sup>2</sup> y un caudal de 35 m<sup>3</sup>/h. El mismo se encuentra conectado desde una balsa situada a una cota de 276 metros perteneciente a la comunidad de regantes, la cual se abastece de un pozo perteneciente a la citada comunidad. La ubicación tanto del pozo como de la balsa e hidrante se puede observar a continuación (figuras 3 y 4), imagen obtenida de la web de la Sede Electrónica del Catastro.



Figura 3. Disposición del abastecimiento de agua desde la comunidad de regantes

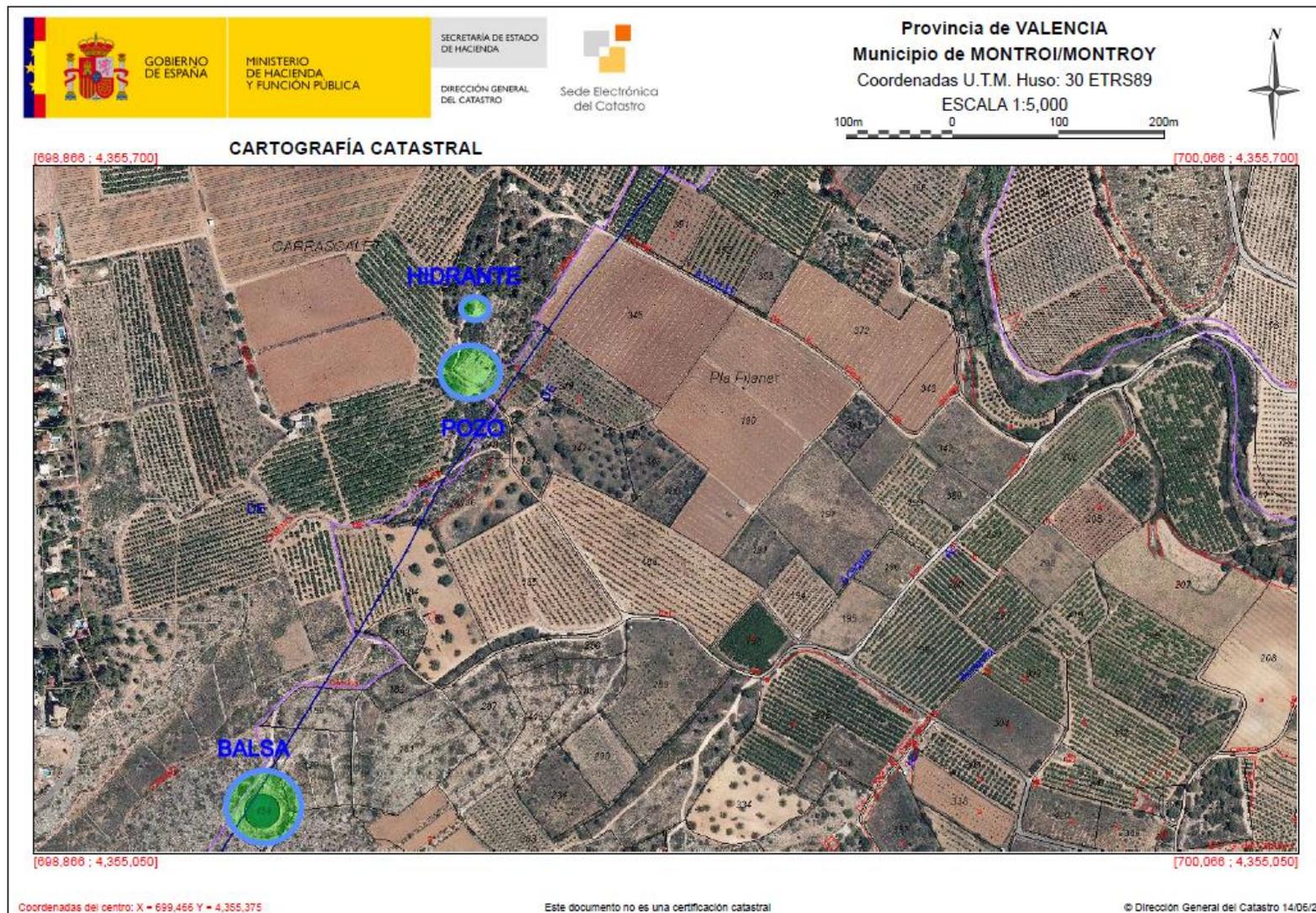


Figura 4. Situación comunidad de regantes del Pla de Filaner (Sede Electrónica del Catastro)

Del mismo modo, la superficie de las parcelas citadas (tabla 2) se ha obtenido de la web de la Sede Catastro y digitalizada mediante el programa AutoCAD (figura 5), la cual comprende siguientes dimensiones:

Tabla 2. Datos obtenidos de la Sede Catastro (elaboración propia)

Polígono	Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Construcción (m <sup>2</sup> )
10	427	3.077	16
	351	3.000	
	352	3.828	27
	353	2.372	
	372	11.959	
	343	2.884	
	345	17.650	
	190	23.494	
	TOTAL =	68.264 m <sup>2</sup>	43 m <sup>2</sup>

En la actualidad las parcelas se encuentran en desuso, a excepción de la parcela 190, siendo el almendro el cultivo implantado.

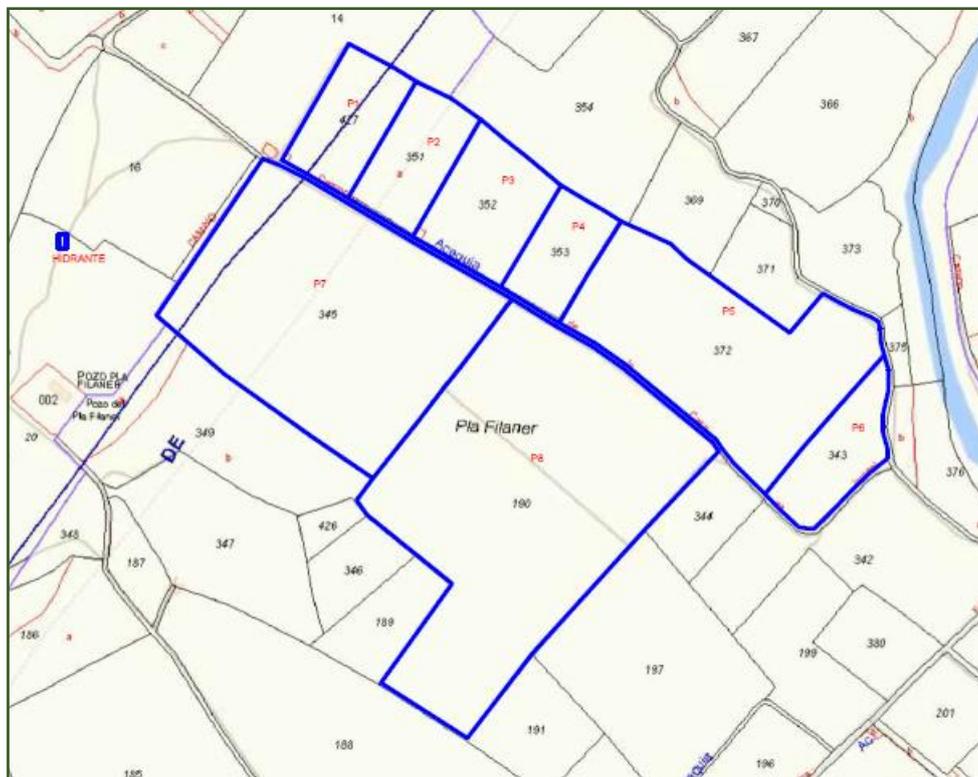


Figura 5. Parcelas acotadas y digitalizadas (elaboración propia)

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PRESENTE

En cuanto a la infraestructura presente se observan en la imagen dos casetas ubicadas en las parcelas 427 y 352, de 16 y 27 m<sup>2</sup> respectivamente, las cuales se van a conservar para el resguardo de materiales varios. En la parcela 345 se proyectará una caseta de hormigón prefabricado en el cual se ubicará el cabezal de riego, sus dimensiones serán de 2,5 x 4 x 2,2 metros. Así mismo, existe un almacén (parcela 190) de 40 m<sup>2</sup> que sí se conservará para el resguardo de aperos y materiales varios, ubicados tal como se observa en la siguiente imagen:

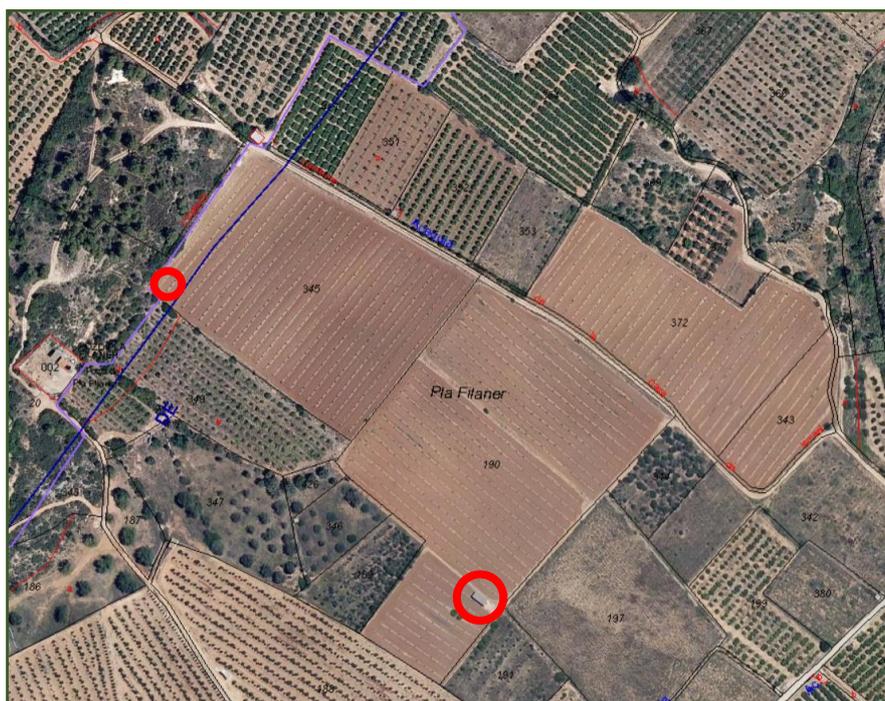


Figura 6. Aspecto general de la ubicación del cabezal y almacén

## 5. DATOS RELATIVOS AL CULTIVO

El mandarino pertenece a la familia *Rutaceae*, subfamilia *Aurantioideae*, género *citrus* y especie *reticulata blanco*. En concreto se va a implantar la variedad precoz y protegida *Orogros*, mutación espontánea de yema de un árbol de clementina Oronules detectada en 1996 en el término de la Vall d'Uixó (Valencia).

El árbol tiene buen vigor y desarrollo, con habito de crecimiento abierto. Muy productiva y precoz en la entrada de producción, pudiendo recolectarse desde finales de septiembre a principios de octubre (Soler et all., Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias).

El patrón a emplear es el *Forner Alcaide nº5*. Es resistente al virus de la tristeza, posee buena resistencia a los hongos del género *Phytophthora* y resistente a nemátodos. Es más tolerante que

el *citrango Carrizo* a la caliza, a la salinidad, al encharcamiento y a las heladas. Es un patrón calificado como semienanizante y subestándar, los árboles establecidos sobre este patrón alcanzan una altura menor pudiendo reducir el tamaño entre un 25%, de este modo se puede intensificar el cultivo. La productividad de las variedades injertadas es muy alta y la fruta de mayor calidad, la maduración es ligeramente adelantada.

### **5.1. LABORES PREPARATORIAS DEL TERRENO**

En primer lugar, se realizará un desbroce seguido del arranque de árboles para despejar el terreno.

Seguidamente se realizará una labor profunda, a unos 80cm de profundidad, mediante un subsolador para romper las capas más compactas que puedan existir por debajo de la superficie del suelo, de este modo se facilitará la penetración del agua y el crecimiento en profundidad de las raíces.

Antes de la salida del invierno se realizará un desfonde, con ello se conseguirá romper el terreno a unos 40-60 cm de profundidad sin invertirlo.

A principios de la entrada en primavera conviene dar un pase con el arado de vertedera para incorporar la materia orgánica junto con las enmiendas de fertilizantes necesarias. Al voltear el terreno aparecerán restos de raíces y piedras, por lo que tal vez se necesite realizar un despedregado.

En primavera, unas semanas antes de realizar la plantación se aconseja realizar un pase cruzado con una grada de discos para desmenuzar la tierra y acondicionarla para la plantación. En cuanto a la distribución del cultivo se empleará un marco de plantación de 5 x 3 m. Con una distancia entre filas de 5 metros y una separación entre plantas de 3 metros, obteniendo un porcentaje de área sombreada del 41,05%.

Se realizarán mesetas con una pendiente del 83%, siguiendo las curvas de nivel para minimizar erosiones y mejorar la retención de los nutrientes aplicados, así como mejorar el manejo de las malas hierbas, evitar encharcamientos y sus consecuencias, del mismo modo se evitarán podredumbres provocadas por el hongo *Phytophthora* en fruto por salpicaduras.

La conformación de las mesetas será la siguiente:

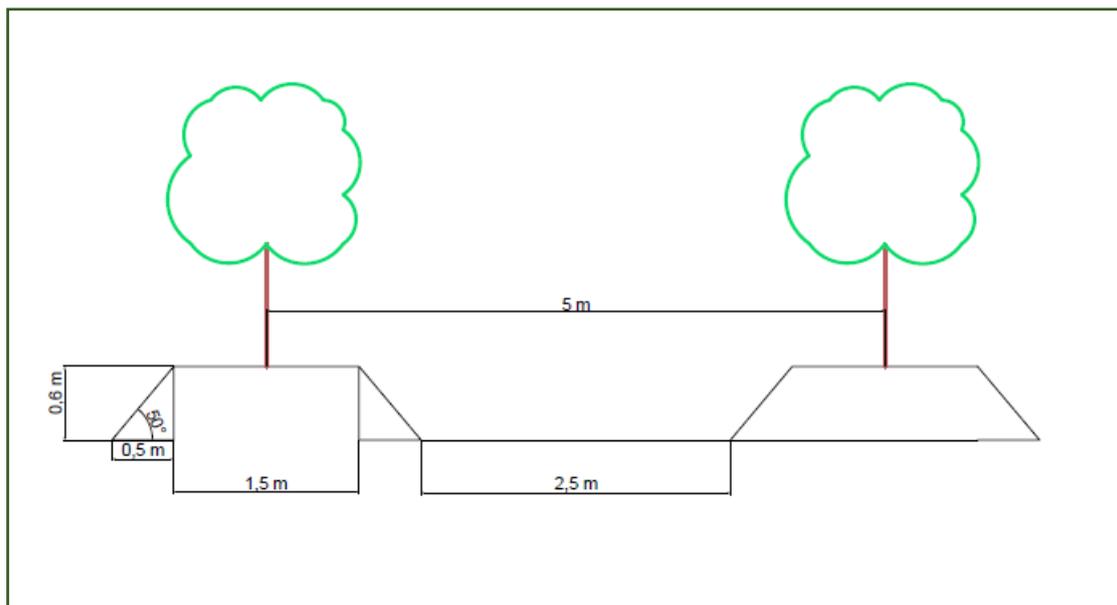


Figura 7. Conformación de las mesetas

Dicha distribución permitirá un cultivo intensivo, con buena penetración de la luz y ventilación, además de permitir el paso de maquinaria para llevar a cabo las tareas de mecanización, labores, recolección y poda de forma más efectiva.

Una vez realizada la conformación de mesetas se realizarán los hoyos a unos 40 cm de profundidad, para seguidamente implantar el cultivo.

## 6. EXIGENCIAS AGROCLIMATICAS

Es una especie de climas subtropicales y tropicales, cultivado en clima mediterráneo desde árido a templado.

La temperatura es la variable climática más importante en cuanto al desarrollo vegetativo, floración, cuajado y calidad de los frutos.

Temperaturas entre 25-30°C son óptimas para la actividad fotosintética y superiores a 35°C la reducen. Valores térmicos durante el desarrollo inicial de la flor entre 20-25°C favorecen la producción de polen en clementinas. El desarrollo del tubo polínico como valor umbral es de 13°C y el de las vesículas de zumo se estimula a los 25°C. Para un cuajado del fruto normal se considera un régimen de 20-22°C/11-13°C. En cuanto al crecimiento del fruto valores día/noche entre 20°C y 25°C se refleja en una máxima intensidad.

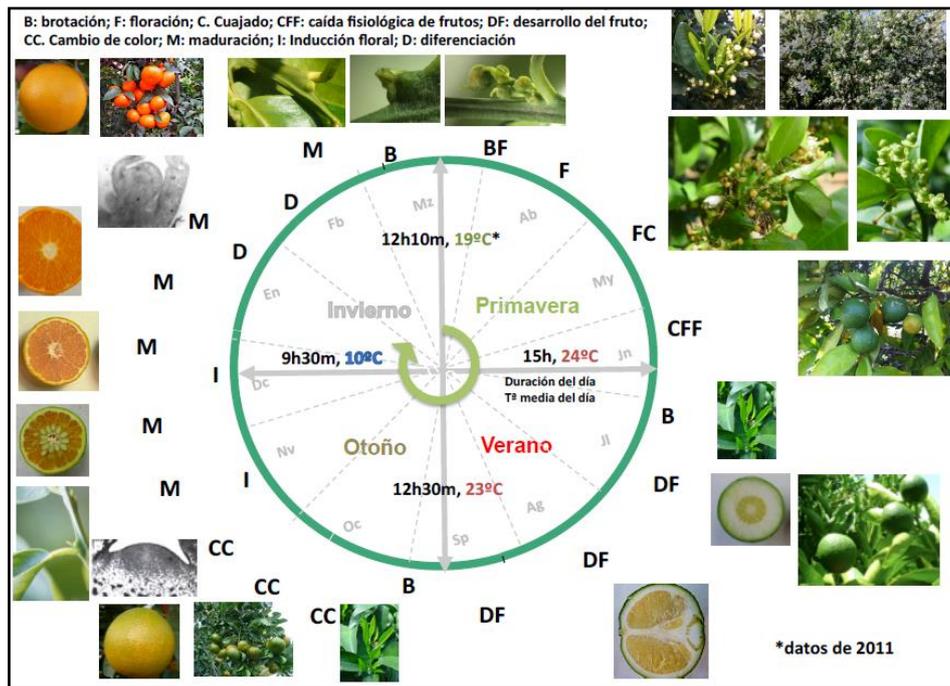


Figura 8. Fenología de los cítricos en el clima mediterráneo (Agustí et al.)

De tal modo es muy susceptible a las bajas temperaturas una vez iniciada la brotación en febrero, puesto que puede provocar la helada de yemas. Con valores térmicos de  $-2^{\circ}\text{C}$  causa daños en hojas y fruto; en ramas, tronco y árbol desde  $-8^{\circ}\text{C}$  hasta los  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Se concluye que, el rango óptimo de temperaturas se establece entre  $23^{\circ}\text{C}$  y  $34^{\circ}\text{C}$ , el valor máximo sin sufrir daños es de  $39^{\circ}\text{C}$  y mínimo de  $13^{\circ}\text{C}$ ; a  $10^{\circ}\text{C}$  aparecen efectos secundarios y cesa la actividad ("Citricultura", M.Agustí, C.Mesejo y C.Reig).

Respecto a las exigencias hídricas los cítricos son sensibles a la sequía, se establecen, según sus pérdidas por evapotranspiración, entre  $7500$  y  $12000\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ .

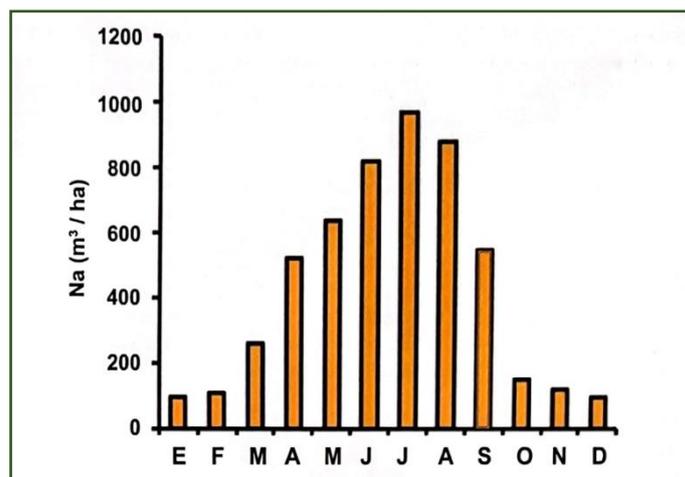


Figura 9.. Valores orientativos de las necesidades mensuales de agua en condiciones del litoral mediterráneo (*Phytoma*)

En cuanto al viento, siendo velocidades de 25 Km/h pueden producir importantes daños mecánicos y lesiones sobre el fruto.

En verano de julio a agosto, los vientos cálidos procedentes del sur y sudoeste causan una transpiración excesiva y vientos fuertes de 70-80 Km/h pueden llegar a arrancar brotes. En invierno vientos fríos (3-6°C) y secos del norte y del noroeste, entre los meses de noviembre a enero afectan al fruto maduro dañando la corteza e incluso la caída de estos cuando son muy fuertes.

En lo referido a las condiciones edáficas se busca un suelo de textura media a arenosa (franco areno-arcilloso a franco arenoso), puesto que es el que le permite un desarrollo en las mejores condiciones, estos deben ser profundos (60-120 cm), de pendientes no muy pronunciadas, con un pH óptimo comprendido entre 6 y 7. Respecto al contenido de caliza activa debe estar comprendido entre 5 y el 35%, puesto que de no ser así podría haber un pH elevado y producir clorosis férrica. La presencia elevada de iones tóxicos como Cl<sup>-</sup> o Na<sup>+</sup> así como ácido bórico en el suelo o agua de riego pueden causar daños en el arbolado.

## 7. ESTUDIO CLIMÁTICO

Los datos climáticos para el estudio meteorológico se han obtenido de la red de riegos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), concretamente de la estación meteorológica de Godolleta, puesto que es la más cercana a la explotación en cuestión y con el fin de obtener una serie de datos con la mayor representatividad posible.

Tabla 3. Datos estación meteorológica de Godelleta (IVIA)

Provincia	Valencia
Término	Godelleta
UTMX	699949.000
UTMY	4366120.000
Huso	30
Altura	233 msnm
Fecha de instalación	25/11/2013

Debido al incremento de temperaturas que actualmente existe, los parámetros se han obtenido mediante un promedio de los últimos 5 años (desde enero de 2017 a diciembre 2021), siendo estos suficientes para realizar el estudio y obtener las necesidades netas que se requieren, así como la posibilidad de calcular el coeficiente de cultivo y la evapotranspiración de este en apartados posteriores.

Tabla 4. Temperaturas (IVIA)

Mes	Tª med. (°C)	Tª máx. (°C)	Tª mín. (°C)	Vel. Viento (m/s)	Precipitación (mm/mes)
Enero	9,4	15,4	4,3	7,0	85,3
Febrero	11,1	17,6	5,8	5,9	21,0
Marzo	12,5	18,9	6,7	6,3	61,9
Abril	14,0	20,1	8,5	5,1	78,5
Mayo	18,2	25,2	11,5	4,5	24,6
Junio	22,2	29,1	15,0	4,1	33,4
Julio	25,2	32,5	18,3	3,8	12,2
Agosto	25,4	32,6	19,2	3,6	19,7
Septiembre	22,1	28,8	16,4	3,4	70,5
Octubre	17,8	24,6	12,1	3,9	34,1
Noviembre	12,9	18,8	7,9	5,3	100,4
Diciembre	11,2	16,9	6,5	7,4	22,3
Media Total	16,8	23,4	11,0	5,0	47,0

Donde:

- Tª med.: Temperatura media
- Tª max.: Temperatura media máxima
- T.M.Min.: Temperatura media mínima
- Vel. Viento: velocidad del viento media
- Precipitación: precipitación media

Según los parámetros registrados en la tabla 1, se observa que las temperaturas más altas suceden en los meses de Julio y Agosto siendo la máxima de 32,4°C, con una media de 25,2°C. Así mismo, la temperatura más baja es de 4,9°C en el mes de Enero, con una media de 10°C. Por lo tanto, se deducen los mayores requerimientos de agua para los meses citados anteriormente.

Teniendo en cuenta las exigencias agroclimáticas del cultivo citadas en el apartado anterior, queda por sentado el cumplimiento de las condiciones respecto a todas las variables. Se aportará un volumen de agua adicional, cuando sea requerido, que se calculará en el correspondiente apartado para llegar a una buena producción.

## 8. DATOS ANÁLISIS DE SUELO Y AGUA

### 8.1. ANÁLISIS DE SUELO

A continuación, se adjunta un análisis de suelo previo en el que se detallan los valores obtenidos:

Tabla 5. Análisis físico químico del suelo (Laboratorios de análisis alimentarios G.E. COTA 2 S.L.)

Pruebas/Ensayos	Resultados	Unidades	Valor paramétrico
Clasificación textura (U.S.D.A.)	FRANCO ARENOSA		
Arena (Diámetro partículas 2-0.02mm)	69,3	%	
Limo (Diámetro partículas 0.02-0.002mm)	14,0	%	
Arcilla (Diámetro partículas <0.0002mm)	16,7	%	
Color (Tablas Munsell)	10YR7/3		
pH ex. 1/5 a Tª 23 °C	8,32	Udes. pH	6,5-8
Conductividad ex. 1/5 a Tª 25 °C	0,143	mS/cm	0,100-0,650
Carbonato Total (expresado caliza)	44,5	%	8-20
Caliza activa	11,5	%	4-10
Materia Orgánica oxidable	0,660	%	1-1,75
Carbono Orgánico	0,380	%	0,58-1,1
Relación C/N	6,34		7-10
Nitrógeno Total (N)	0,060	%	0,07-0,180
Cloruro ex. 1/5	<0,100	meq/l	<2,5
Fósforo (soluble bicarbonato)	24,0	mg/kg	32-60
Calcio (Ca) Ext.Acet.Amónico	27,2	meq/100g	8-15
Magnesio (Mg) Ext.Acet.Amónico	0,967	meq/100g	1-5
Sodio (Na) Ext.Acet.Amónico	0,170	meq/100g	0,1-0,7
Potasio (K) Ext.Acet.Amónico	1,2	meq/100g	0,25-0,5

## 8.2. ANÁLISIS DE AGUA

A continuación, se adjunta un análisis de suelo previo en el que se detallan los valores obtenidos:

Tabla 6. Análisis físico químico del agua (Laboratorios de análisis alimentarios G.E. COTA 2 S.L.)

Pruebas/Ensayos	Resultados	Unidades	Valor paramétrico
pH Tª 24°C	7,54	Unidades de pH	6,5-8,4
Conductividad a Tª 20°C	1	mS/cm	<1.1
Sales solubles totales	268	mg/L	
Nitrógeno amoniacal	<0,5	mg/L	
Nitrógeno nítrico	0,89	mg/L	
Nitratos	3,94	mg/L	15-150
Fósforo (P)	<0,5	mg/L	0,1-10
Potasio (K)	2,30	mg/L	1,5-15
Calcio (Ca)	52,7	mg/L	>200
Magnesio (Mg)	28,1	mg/L	>70
Sulfato	13,4	mg/L	50-750
Sodio (Na)	5,92	mg/L	<70
Cloruros	20	mg/L	<177
Carbonatados	0,0	mg/L	0
Bicarbonatos	260	mg/L	<250
Hierro (Fe)	<0,050	mg/L	0,05-5
Manganeso (Mn)	<0,050	mg/L	0,02-2,5
Zinc (Zn)	<0,050	mg/L	0,02-2
Cobre (Cu)	<0,050	mg/L	0,01-0,2
Boro (B)	<0,050	mg/L	0,05-0,8
Molibdeno (Mo)	<0,050	mg/L	0,01-0,1
Aluminio (Al)	<0,050	mg/L	<5

## 9. DATOS RELATIVOS AL SUMINISTRO ELÉCTRICO

De ser necesario un grupo motobomba se estudiaría el consumo en función de la franja horaria de menor coste, evitando en la medida de lo posible las horas punta o de mayor coste. Por ello el diseño se ajustaría a las horas valle a ser posible, o a las horas llano de no poder ser así.

No obstante, debido a la presión que garantiza la Comunidad de Regantes de 30 mca, se dimensionará el sistema de riego aguas abajo para no requerir el grupo de bombeo.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# ANEJO II

## DISEÑO AGRONÓMICO



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Autora: Laura Giménez Gimeno

Tutora: Virginia Palau Estevan

Valencia, septiembre 2022

# ÍNICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS DE RIEGO .....	1
2.1.	EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA .....	1
2.2.	PRECIPITACIÓN EFECTIVA.....	2
2.3.	COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR LOCALIZACIÓN .....	3
2.4.	COEFICIENTE DE CULTIVO.....	3
2.5.	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS DE RIEGO .....	4
3.	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO TOTALES .....	5
3.1.	INFLUENCIA DEL USO DE AGUAS SALINAS.....	5
3.2.	PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN PROFUNDA (EA).....	6
3.3.	CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES .....	6
4.	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RIEGO .....	9
4.1.	BULBO HÚMEDO.....	9
4.2.	SUPERFICIE MOJADA POR EMISOR .....	11
4.3.	SUPERFICIE MÍNIMA MOJADA POR PLANTA.....	11
4.4.	DISPOSICIÓN DE LOS LATERALES RESPECTO A LAS FILAS DE PLANTA.....	12
4.5.	NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA .....	12
4.6.	SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE EMISORES. NECESIDAD DE UN SOLAPE MÍNIMO ENTRE BULBOS.....	13
4.7.	NÚMERO EMISORES ADOPTADO .....	13
4.8.	TIEMPO ENTRE RIEGO E INTERVALO ENTRE RIEGOS CONSECUTIVOS.....	14
4.9.	RESUMEN DE LA DETERMINACION DE PARAMETROS DE RIEGO.....	14
4.10.	SECTORIZACIÓN .....	16

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se detallarán las fases del diseño agronómico cuyo objetivo es optimizar los recursos hídricos y su manejo. Para ello se parte de los datos de partida anteriormente recopilados, se calcularán las necesidades netas y totales de riego para el mes más desfavorable para con ello determinar los parámetros de riego en parcela como base de cálculo para diseñar la instalación y su posterior sectorización.

## 2. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS DE RIEGO

Para comenzar se calculan las necesidades netas de riego, estas dependerán de la evapotranspiración, del coeficiente de cultivo y el coeficiente de corrección por localización de la parcela, así como de la precipitación efectiva. En el sistema de riego localizado se utiliza el método del balance hídrico para el cálculo de las necesidades hídricas. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Nn = K_1 \cdot Kc \cdot ETo - Pe$$

donde:

- Nn: necesidades netas de riego (mm/mes)
- $K_1$ : coeficiente de corrección por riego localizado
- Kc: coeficiente de corrección de cultivo
- ETo: evapotranspiración de referencia (mm/mes)
- Pe: precipitación efectiva (mm/mes)

### 2.1. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

Los datos de la evapotranspiración de referencia (ETo) se han obtenido directamente del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR), el cual obtiene los valores mediante el método de Penman-Monteith. Los datos han sido recopilados desde la estación agroclimática de Godolleta, siendo esta la más próxima a la explotación, tomando los valores mensuales desde enero 2017 hasta diciembre del 2021 y promediando para cada uno de los meses.

En la siguiente tabla se puede observar una máxima evapotranspiración de cultivo de referencia y en condiciones estándar, que coincide con los meses más calurosos del año, por ello serán los meses de máximas necesidades hídricas. La evapotranspiración de un cultivo de referencia es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.

Tabla 1. Evapotranspiración en condiciones estándar y evapotranspiración de referencia (SIAR)

Provincia	Estación	Mes	ETo (mm/mes)	ETc (mm/mes)
Valencia	Godelleta	Enero	50,46	26,58
		Febrero	56,93	29,53
		Marzo	87,26	45,96
		Abril	93,5	46,07
		Mayo	136,0	58,58
		Junio	153,42	75,59
		Julio	167,33	91,48
		Agosto	143,32	92,12
		Septiembre	100,44	60,13
		Octubre	73,52	50,34
		Noviembre	48,14	28,44
		Diciembre	49,12	24,69

## 2.2. PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Los datos de precipitación efectiva (Pe) se han obtenido directamente del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR), el cual obtiene los valores mediante la metodología USDA del Soil Conservation Service (Servicio de Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos). Los datos han sido recopilados de la estación agroclimática de Godelleta, siendo esta la más próxima a la explotación, tomando los valores mensuales desde enero 2017 hasta diciembre del 2021 y promediando para cada uno de los meses.

Tabla 2. Precipitación efectiva (SIAR)

Provincia	Estación	Mes	Pe (mm/mes)
Valencia	Godelleta	Enero	48,39
		Febrero	8,5
		Marzo	34,19
		Abril	40,15
		Mayo	11,5
		Junio	17,8
		Julio	5,47
		Agosto	8,55
		Septiembre	38,12
		Octubre	16,96
		Noviembre	50,26
		Diciembre	14,45

### 2.3. COEFICIENTE DE CORRECCIÓN POR LOCALIZACIÓN

Puesto que se trata de un riego localizado hay que tener en cuenta que los emisores únicamente mojan una fracción del suelo ocupada por la planta, es por ello por lo que influye en la determinación de las necesidades netas de los cultivos.

El coeficiente de localización ( $K_1$ ) depende del porcentaje de área sombreada por la planta (PAS), y se calcula con la siguiente expresión:

$$PAS = \frac{\pi \cdot Da^2}{4 \cdot a \cdot b} \times 100 = \frac{\pi \cdot 2,8^2}{4 \cdot 5 \cdot 3} = 41,05\%$$

donde:

- $Da$ : diámetro aéreo de la proyección horizontal de la copa de la planta
- $a \cdot b$ : marco de plantación

El efecto localización se cuantifica mediante un coeficiente reductor ( $K_1$ ) que es una fracción directa del área sombreada, por ello se encuentra involucrado el marco de plantación puesto que este junto el diámetro de la copa reduce la evaporación e incrementa la evapotranspiración.

El valor del coeficiente reductor dependerá del tipo de cultivo, utilizando para su cálculo en cítricos la siguiente ecuación:

$$K_1 = -0'0002 \times PAS^2 + 0'0284 \times PAS + 0'061 = 0.89$$

El valor adoptado para el coeficiente del cultivo será de 0.8, de acuerdo a las recomendaciones para cítricos propuestas por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) .

### 2.4. COEFICIENTE DE CULTIVO

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), para los cítricos existe un valor de referencia generalizado para el coeficiente de cultivo en cítricos, en el que este toma un valor de referencia de 0,7, tal como se puede observar:

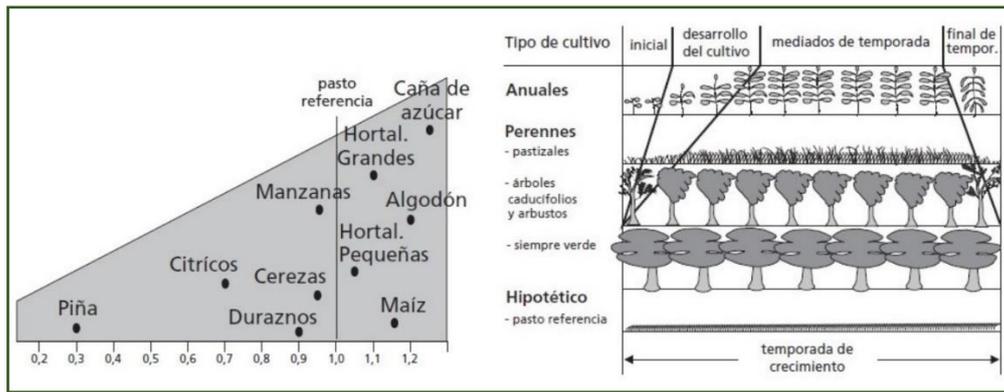


Figura 1. Valores generales de Kc en los diferentes cultivos (FAO)

El coeficiente de cultivo depende de las características del cultivo, necesidades específicas, ciclo vegetativo y de las propias condiciones de cultivo (marco de plantación, volumen de la masa foliar, etc.). Por ello, el coeficiente de cultivo es la razón entre la evapotranspiración del cultivo en condiciones estándar (ETc) y la evapotranspiración de cultivo de referencia (ETo).

$$ETc = Kc \times ETo \longrightarrow Kc = \frac{ETc}{ETo}$$

Por consiguiente y obtener unos datos mejor ajustados, y recomendados por el IVIA, se toman los valores de evapotranspiración del SIAR y se calcula el coeficiente de cultivo para cada mes, con ello se conseguirá un mejor ajuste, resultando los siguientes valores:

Tabla 3. Coeficiente corrector de cultivo

Provincia	Estación	Mes	Kc
Valencia	Godelleta	Enero	0,53
		Febrero	0,52
		Marzo	0,53
		Abril	0,49
		Mayo	0,43
		Junio	0,49
		Julio	0,55
		Agosto	0,64
		Septiembre	0,6
		Octubre	0,68
		Noviembre	0,59
		Diciembre	0,5

## 2.5. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS DE RIEGO

Obtenidos los parámetros necesarios se procederá a la estimación de las necesidades netas de riego mediante la aplicación DisAgro (J. Arviza):

Tabla 4. Necesidades netas de riego (DisAgro)

Mes	K <sub>1</sub>	K <sub>c</sub>	ET <sub>o</sub> (mm/mes)	P <sub>e</sub> (mm/mes)	N <sub>n</sub> (mm/mes)	N <sub>n</sub> (mm/día)	N <sub>n</sub> (l/día y planta)
Enero	0,8	0,53	50,46	48,39	0,0	0,0	0,0
Febrero	0,8	0,52	56,93	8,5	15,12	0,54	8,1
Marzo	0,8	0,53	87,26	34,19	2,58	0,08	1,3
Abril	0,8	0,49	93,50	40,15	0,0	0,0	0,0
Mayo	0,8	0,43	136,00	11,5	35,36	1,14	17,1
Junio	0,8	0,49	153,42	17,8	42,68	1,42	21,3
Julio	0,8	0,55	167,33	5,47	67,71	2,18	32,8
Agosto	0,8	0,64	143,32	8,55	65,14	2,1	31,5
Septiembre	0,8	0,6	100,44	38,12	9,99	0,33	5,0
Octubre	0,8	0,68	73,52	16,96	23,31	0,75	11,3
Noviembre	0,8	0,59	48,14	50,26	0,0	0,0	0,0
Diciembre	0,8	0,5	49,12	14,45	5,3	0,17	2,6

### 3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO TOTALES

Obtenidas las necesidades de riego netas se procederá al cálculo de las necesidades totales. Para ello se ha de tener en cuenta las pérdidas de agua que se producen y determinar la cantidad a aportar para garantizar un funcionamiento adecuado.

Algunas de esas pérdidas son debidas a la aplicación de una dosis adicional para el lavado de sales, otras debidas a que no toda el agua aplicada puede ser aprovechada por la planta (eficiencia de aplicación, EA), y por último, cabe destacar el sistema de distribución, que no todos los emisores arrojan el mismo caudal como consecuencia de las condiciones de presión de la subunidad, calidad del emisor y tipo de regulación.

En los siguientes apartados se calcularán las necesidades para el mes más desfavorable. Así mismo, se tendrá en cuenta que el tipo de emisor cumpla con la normativa correspondiente (UNE -ISO 9261) y mediante un dimensionado y diseño adecuado se logrará una uniformidad de emisión cercana al 90%.

A continuación, se detallará el procedimiento oportuno para el cálculo de las necesidades totales de riego.

#### 3.1. INFLUENCIA DEL USO DE AGUAS SALINAS

En el agua de riego siempre aportamos cierta cantidad de sales que vienen incluidas en esta, por ello, con el riego localizado de alta frecuencia se pretende mantener a estas fuera de la zona radicular y se consigue manteniendo un cierto grado de humedad dentro del bulbo produciendo un efecto de lavado mediante el cual las sales disueltas en el agua drenan a capas más profundas, permitiendo que no sean absorbidas por las raíces y quedando fuera del bulbo húmedo.

Para evitar la salinización del suelo se ha de aplicar una cierta cantidad de agua, permitiendo que el contenido de humedad del suelo supere la capacidad de campo (CC) y se produzca una

percolación profunda de la solución salina. El contenido en suelo de sales irá creciendo según el contenido de agua vaya reduciéndose, por ello con el riego localizado y la alta frecuencia se consigue mantener a estas fuera del alcance de las raíces.

La fracción de lavado a aplicar para evitar la salinización de la zona radicular se calcula mediante la siguiente expresión:

$$FR = 1 - LR \quad \text{siendo} \quad LR = \frac{CE_w}{2 \cdot CE_{es}}$$

donde:

- $CE_w$ : conductividad del agua de riego, en dS/m
- $CE_{es}$ : conductividad del extracto de saturación del suelo en el que se produce una merma en la producción del 100% (depende de la resistencia a la salinidad del cultivo), en dS/m

El valor de la conductividad del agua de riego se ha obtenido del análisis de agua citado en el anejo I, mientras que el valor de la conductividad del extracto de saturación se ha obtenido de la aplicación DisAgro (J. Arviza) donde se recomienda un valor de 9 dS/m.

Una vez conocidos los datos se calcula la fracción de lavado, resultando:

$$LR = \frac{1}{2 \cdot 9} = 0,055$$

$$FR = 1 - 0,055 = 0,94$$

### **3.2. PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN PROFUNDA (EA)**

El objetivo de los sistemas de riego es que las zonas más desfavorecidas reciban una cantidad necesaria de agua para cubrir las necesidades del cultivo, y es por ello por lo que inevitablemente se produzcan ciertas pérdidas de percolación profunda que afectarán a la eficiencia de aplicación (EA).

Para cultivos leñosos suelen adoptarse valores cercanos al 90%, en nuestro caso, para no ser tan conservadores y sobredimensionar el sistema, se adoptará una eficiencia de aplicación (EA) del 95%.

### **3.3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES**

Las necesidades totales de riego, es decir, la cantidad que se deberá aportar para que las plantas más desfavorecidas reciban la cantidad necesaria viene dada por la siguiente expresión y por ello se calculará para el mes más desfavorable, siendo este el mes de julio.

$$NTr = \text{Máximo} \begin{cases} NTr = \frac{NR_n}{UE(1-LR)} \\ NTr = \frac{NR_n}{UE \cdot EA} \end{cases}$$

Volumen de agua para satisfacer las necesidades hídricas y efectuar el lavado de sales, para el mes más desfavorable.

$$V_1 = \frac{NR_n}{UE(1-LR)} = \frac{67,71}{0,9(1-0,0555)} = 79,654 \text{ mm/mes}$$

Volumen de agua requerido teniendo en cuenta las pérdidas por evaporación, escorrentía y percolación profunda para el mes de julio.

$$V_2 = \frac{NR_n}{UE \cdot EA} = \frac{67,71}{0,9 \cdot 0,95} = 79,192 \text{ mm/mes}$$

Una vez obtenidos los resultados para el mes más desfavorable se utiliza la siguiente expresión para el cálculo de las necesidades de riego totales para el resto de los meses:

$$NT_R = \frac{NR_N}{UE(1-LR)} = \frac{67,71}{0,9 \cdot (1-0,0555)} = 79,654 \text{ mm al mes}$$

El mes de julio se corresponde con unas necesidades de 2,569 mm al día, es decir, a unas necesidades de 38,5 l/día y planta.

Mediante la aplicación DisAgro se obtienen los valores siguientes para el resto de los meses:

Tabla 5. Necesidades de riego totales (DisAgro)

Mes	NR <sub>N</sub> (mm/mes)	NR <sub>N</sub> (l/día y planta)	LR	EA	UE	V <sub>1</sub> (l/día y planta)	V <sub>2</sub> (l/día y planta)	V <sub>máx.</sub> (l/día y planta)	NTR (mm/mes)	NT <sub>R</sub> (l/día y planta)
Enero	0,0	0,0	0,06	0,95	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Febrero	15,12	8,1	0,06	0,95	0,9	8,6	8,5	8,6	19,6	9,5
Marzo	2,58	1,3	0,06	0,95	0,9	1,3	1,3	1,3	3,1	1,5
Abril	0,0	0,0	0,06	0,95	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mayo	35,36	17,1	0,06	0,95	0,9	18,1	18,0	18,1	41,5	20,1
Junio	42,68	21,3	0,06	0,95	0,9	22,6	22,5	22,6	51,9	25,1
Julio	67,71	32,8	0,06	0,95	0,9	34,7	34,5	34,7	79,6	38,5
Agosto	65,14	31,5	0,06	0,95	0,9	33,4	33,2	33,4	76,7	37,1
Septiembre	9,99	5,0	0,06	0,95	0,9	5,3	5,3	5,3	12,2	5,9
Octubre	23,31	11,3	0,06	0,95	0,9	11,9	11,9	11,9	27,5	13,3
Noviembre	0,0	0,0	0,06	0,95	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diciembre	5,3	2,6	0,06	0,95	0,9	2,7	2,7	2,7	6,2	3,0

donde:

- NR<sub>N</sub>: necesidades de riego netas
- LR: fracción de lavado
- EA: eficiencia de aplicación
- UE: uniformidad de emisión
- V<sub>1</sub>: volumen 1
- V<sub>2</sub>: volumen 2
- V<sub>máx.</sub>: volumen máximo
- NT<sub>R</sub>: necesidades de riego totales

## 4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RIEGO

El objetivo del siguiente apartado es determinar el tipo de emisor elegido y su caudal, puesto que se estudiarán diferentes caudales, la separación entre emisores dentro de una misma fila y su debido solape, la disposición de los laterales de riego, así como el cálculo del caudal unitario.

Del mismo modo se determinará el número de sectores y el caudal requerido en cada sector, así como el tiempo e intervalos de riego entre riegos consecutivos.

### 4.1. BULBO HÚMEDO

Se denomina bulbo húmedo a la parte de suelo humedecida por un emisor de riego localizado, el movimiento de agua determina la forma y tamaño del bulbo, es decir, el volumen de suelo humedecido en el cual se desarrollará el sistema radicular de los árboles.

La forma y patrones de humedecimiento dependen de la textura y estructura del suelo, de la estratificación, del volumen de agua y caudal que aporta el emisor, así como del tiempo de riego.

En el riego localizado de alta frecuencia se pretende que este volumen se mantenga en estado de baja tensión de humedad, de tal forma que la extracción de agua del suelo por el sistema radicular de la planta sea lo más eficiente posible.

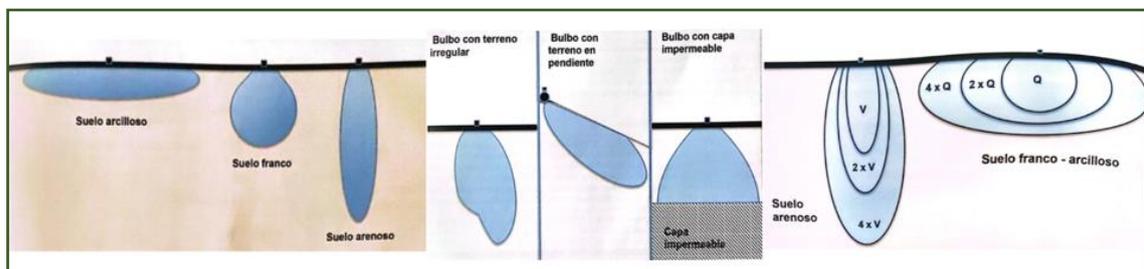


Figura 2. Disposición y formas del bulbo húmedo (Phytoma)

En suelos de tipo medio hay un mayor equilibrio entre los dos tipos de fuerza, la fuerza gravitacional y la capilaridad, que es función de esta; siendo la fuerza gravitacional la que predomina el bulbo tiene una forma más redondeada o aperada, aunque en la mayoría de los casos aparece deformado como consecuencia de las irregularidades del terreno.

A medida que aumenta el volumen de agua la humedad avanza rápidamente en profundidad, y mucho menos acusada hacia los laterales. Por el contrario, si se aumenta el caudal del emisor el radio de la zona húmeda tiende a aumentar, siendo el mismo volumen de agua aplicado su profundidad es menor.

En la actualidad todo resulta más fácil con el apoyo de equipos que permiten la medida de la humedad del suelo de forma más precisa, en diferentes zonas y profundidades del bulbo húmedo, puesto que permiten transmitir la información a un ordenador central en tiempo real

o mediante el volcado de información en data loggers. Este tipo de sondas se denominan Frequency Domain Reflectometry (FDR) o Time Domain Reflectometry (TDR). Estas sondas son colocadas normalmente a una profundidad de 20 cm, 30 cm y 60 cm para observar la posibilidad de absorción de las raíces, puesto que la barbadá está localizada normalmente entre los primeros 30-40 cm de suelo, es muy importante tomar estas mediciones. Así mismo, estas sondas miden mediante diferentes técnicas el coeficiente dieléctrico del suelo y a su vez se correlaciona con el contenido de humedad volumétrica del suelo.

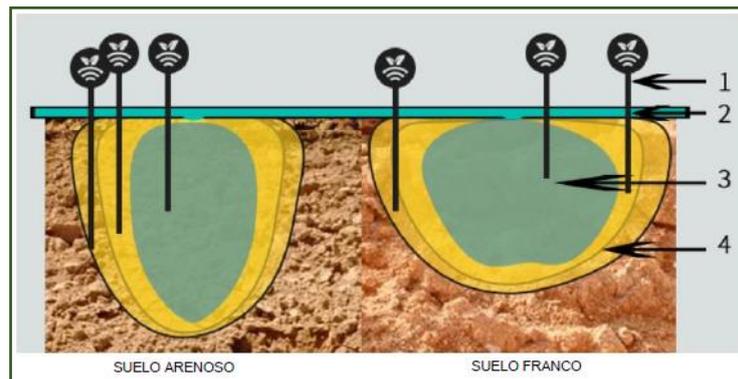


Figura 3. Bulbo húmedo textura arenosa y textura franca (web)

Siendo:

- 1- Sensores/sondas de humedad, temperatura y conductividad a diferentes profundidades
- 2- Riego por goteo
- 3- Bulbo húmedo
- 4- Acumulación de sales

Del mismo modo con la extracción de una mínima cantidad de agua de las sondas, se puede determinar mediante un dispositivo el contenido de nutrientes que hay disueltos en la solución del agua a distintas profundidades, y determinar cuáles pueden estar disponibles en la zona radicular (figura 4), y así poder tomar ciertas decisiones a la hora del riego y de la fertilización.



Figura 4. Conductímetro e ionómetros (web)

## 4.2. SUPERFICIE MOJADA POR EMISOR

Se denomina así a la proyección horizontal del bulbo húmedo correspondiente a la profundidad correspondiente a la máxima densidad radicular. Su dimensión tendrá una influencia determinante sobre el número de emisores por planta.

Empleando las ecuaciones que relacionan la textura con el caudal del emisor para estimar la superficie del bulbo húmedo a la profundidad de la máxima densidad radicular. Estas tienen una validez relativa, y los resultados deben ser considerados como orientativos en orden a establecer el número mínimo de emisores por planta.

En la parcela nos encontramos con una textura media, por lo tanto, el diámetro mojado del bulbo húmedo se estimará en función de la textura del suelo y del caudal del emisor. Para una primera aproximación vamos a aceptar que el caudal nominal del emisor es de 3.5 l/h, para la siguiente ecuación dada:

$$Dm = 0,7 + 0,11 \cdot q_{emisor} = 0,7 + 0,11 \cdot 3,5 = 1,085 \text{ m}$$

El área mojada, suponiendo que la proyección horizontal del bulbo se pueda asimilar a una superficie circular será de:

$$Am = \frac{\pi \cdot Dm^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1,085^2}{4} = 0,92m^2$$

## 4.3. SUPERFICIE MÍNIMA MOJADA POR PLANTA

Los riegos localizados de alta frecuencia no humedecen todo el suelo, por ello se requiere que el agua aportada moje un volumen suficiente a nivel de la zona radicular, para que puedan alcanzar un desarrollo adecuado y absorban el agua y los nutrientes necesarios para un rendimiento óptimo. En cítricos se ha aproximado que entre los 10 y 30 cm de profundidad se encuentra el 65% de la masa radicular.

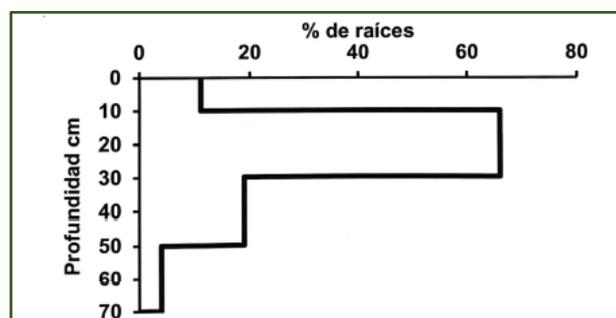


Figura 5. Distribución de las raíces en función de la profundidad (Phytoma)

Para un mismo tipo suelo, el porcentaje mínimo mojado dependerá del caudal del emisor, del número de estos y de la separación establecida; la forma del bulbo variará en función de las

características físicas del suelo y por consiguiente el porcentaje de área de suelo mojado a 30cm de profundidad diferirá de un suelo a otro. Del mismo modo, para un mismo tipo de suelo el porcentaje de suelo mojado dependerá principalmente del caudal del emisor, del número de emisores y de su separación.

En la actualidad y con marcos de plantación modernos, en cultivos leñosos el porcentaje del área mojada puede reducirse a valores al 20-25%, por ello, en este proyecto se tomará un valor del 25%.

#### 4.4. DISPOSICIÓN DE LOS LATERALES RESPECTO A LAS FILAS DE PLANTA

En la citada explotación se adecuarán doble lateral por fila de plantas como se ha citado anteriormente. Esta disposición es la que se suele utilizar en cítricos. Al principio cuando los árboles son jóvenes se suele disponer las tuberías lo más cercanas a estos para conforme van creciendo se irán separando para aumentar el citado desarrollo radicular, tal y como se han realizado los cálculos anteriores.

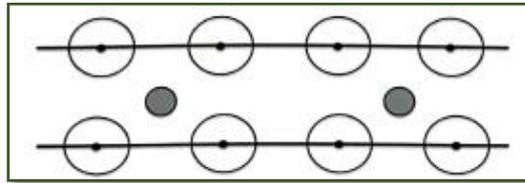


Figura 6. Disposición de los laterales respecto a las filas de planta (Phytoma)

#### 4.5. NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA

Para cultivos leñosos el número mínimo de emisores vendrá dado por la siguiente expresión:

$$n_e \geq \frac{a \cdot b \cdot P}{100 \cdot A_m}$$

donde:

- $n_e$ : número de emisores por planta
- $a$ : distancia de plantas entre filas
- $b$ : distancia de plantas de una misma fila
- $P$ : porcentaje de suelo mojado
- $A_m$ : área mojada por emisor

En nuestro caso será de:

$$n_{e \min} \geq \frac{5 \cdot 3 \cdot 25}{100 \cdot 0,92} = 4 \text{ emisores}$$

Por lo que resultarán un número mínimo de 4 emisores por planta.

Calculado el número de emisores por planta, la separación entre estos ( $s_e$ ) en el mismo lateral y suponiendo una distribución uniforme, será en función además del número de laterales por planta (NLP), se toman doble lateral por fila de planta, puesto que el sistema habitual en cítricos. Se determina mediante la siguiente ecuación:

$$s_{e \max} = \frac{3 \cdot NLP}{n_{e \min}} = \frac{3 \cdot 2}{4} = 1.5 \text{ m}$$

#### 4.6. SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE EMISORES. NECESIDAD DE UN SOLAPE MÍNIMO ENTRE BULBOS

Adecuando el proceso de absorción de agua y nutrientes por parte del sistema radicular de la planta debemos de establecer un solape mínimo entre bulbos húmedos para la correcta absorción radicular.

Considerando la proyección horizontal de dos bulbos húmedos de emisores adyacentes a la profundidad de la máxima densidad radicular, el solape ( $a$ ) se define como la relación entre la distancia común a ambos bulbos y el radio mojado de los mismos. Se calcula como:

$$a\% = \frac{S}{R}$$

$$R = \frac{Dm}{2}$$

- S: solape entre bulbos
- R: radio mojado del bulbo
- Dm: diámetro mojado

Teniendo en cuenta que en riego localizado se acepta un solape mínimo entre bulbos del 15% se calcula la separación máxima entre emisores que garantice ese solape mínimo citado:

$$s_{e \max} = \frac{Dm}{2} \left( 2 - \frac{a}{100} \right) = \frac{1,085}{2} \left( 2 - \frac{15}{100} \right) = 1,00 \text{ m}$$

#### 4.7. NÚMERO EMISORES ADOPTADO

Teniendo en cuenta los criterios técnicos de solape y porcentaje de suelo mojado, se establecerá una separación comercial de 1 m entre goteros, lo que supone un número de emisores real estimado en la siguiente expresión:

$$n_{e \text{ real}} = \frac{3 \cdot NLP}{s_{e \text{ comercial}}} = \frac{3 \cdot 2}{1} = 6 \text{ emisores}$$

#### 4.8. TIEMPO ENTRE RIEGO E INTERVALO ENTRE RIEGOS CONSECUTIVOS

Una vez seleccionado el caudal del emisor, calculado el número de emisores por planta y la separación entre emisores podemos calcular el caudal por planta y por unidad de superficie.

$$Qp = n_e \cdot q_e = 21 \text{ l/h y planta}$$

$$q_u = \frac{Qp}{a \cdot b} = \frac{6 \cdot 3,5}{5 \cdot 3} = 1,4 \text{ l/h/m}^2$$

Conocido el caudal por unidad de superficie se puede calcular el caudal requerido para satisfacer las necesidades hídricas de la superficie regable.

$$Q_{req} = q_u \cdot SR = 1,4 \cdot 68000 = 95200 \text{ l/h}$$

Siendo SR la superficie total de riego.

Para la determinación del tiempo de intervalo entre riegos se relacionarán las necesidades totales de los cultivos con el caudal asignado por planta:

$$t_{riego} = \frac{NT_R(\text{planta})}{Qp} \cdot I = \frac{38,5}{21} \cdot 1 = 1,84 \text{ h}$$

En riego localizado y en el periodo de máximas necesidades se suele adoptar un intervalo entre riegos (I) de un día. Habitualmente se hace una programación semanal de riego, por lo que resulta más adecuado hablar de número de riegos por semana (NRS) que de intervalos. La relación entre ambos es la siguiente:

$$I = \frac{7}{NRS}$$

Una vez obtenida la solución mejor adoptada a las necesidades del cultivo para el mes más desfavorable se organizará el riego para el resto de la temporada mediante la aplicación DisAgro, puesto que es un cálculo repetitivo resulta imprescindible su utilización para poder comparar con diferentes emisores y ver la solución mejor adoptada.

#### 4.9. RESUMEN DE LA DETERMINACION DE PARAMETROS DE RIEGO

Mediante la aplicación DisAgro se han determinado los parámetros de riego, para todos los meses del año, comparando emisores de diferentes caudales, separación entre los mismos y tiempos de riego tal como se puede observar en la tablas siguientes:

Tabla 6. Comparación de los diferentes emisores y caudales (DisAgro)

	Caudal del emisor (l/h)			
	2,3	3,0	3,5	4,0
Diámetro mojado (m)	0,95	1,03	1,09	1,14
Superficie mojada (m <sup>2</sup> )	0,71	0,83	0,92	1,02
Número emisores por planta	5,26	4,5	4,06	3,67
Separación máxima emisores (m)	1,14	1,33	1,48	1,63
Separación máxima emisores (m)	0,88	0,95	1,00	1,05
Separación emisores adoptada (m)	0,70	0,90	1,00	1,00
Número de emisores por planta	8,57	6,67	6,00	6,00
Caudal por unidad de superficie (l/h·m <sup>2</sup> )	1,31	1,33	1,40	1,60
Caudal por planta (l/h)	19,71	20,00	21,00	24,00

Tabla 7. Tiempo de riego en comparación con diferentes caudales de emisor (DisAgro)

Mes	NTR (l/día y planta)	Número de riegos por semana	Intervalo entre riegos	Tiempo de riego (horas)			
				2,3 (l/h)	3 (l/h)	3,5 (l/h)	4,0 (l/h)
Enero	0,0	1,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Febrero	9,5	2,0	3,5	1,69	1,67	1,59	1,39
Marzo	1,5	3,0	2,33	0,17	0,17	0,16	0,14
Abril	0,0	3,0	2,33	0,0	0,0	0,0	0,0
Mayo	20,1	4,0	1,75	1,79	1,76	1,68	1,47
Junio	25,1	6,0	1,4	1,78	1,76	1,67	1,46
Julio	38,5	7,0	1,0	1,96	1,93	1,84	1,61
Agosto	37,1	7,0	1,0	1,88	1,85	1,77	1,55
Septiembre	5,9	7,0	1,0	0,3	0,29	0,28	0,24
Octubre	13,3	5,0	1,4	0,94	0,93	0,88	0,77
Noviembre	0,0	2,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Diciembre	3,0	2,0	3,5	0,54	0,53	0,5	0,44

Finalmente, la opción adoptada es el emisor de 3.5 l/h, integrado en tubería y autocompensante de pared gruesa de última generación, modelo UniRAM® 16/120 de la marca comercial Regaber u otro de características técnicas similares. Posee un gran filtro en cada emisor con un mecanismo antisifón, laberinto de amplia sección de paso de agua que permite una máxima uniformidad de riego. Cumpliendo este con la normativa ISO 9261.



Figura 7. Tubería riego por goteo autocompensante (web)

Una vez adoptada la solución se procederá a una primera aproximación de la sectorización de la instalación de riego localizado de alta frecuencia, puesto que resulta menos costoso que regar la explotación simultáneamente.

#### 4.10. SECTORIZACIÓN

Para determinar el número mínimo de sectores por cuestiones de disponibilidad de recursos y otras cuestiones como podría ser la económica y funcionalidad, así como de ser necesario un grupo de bombeo accionado por un motor eléctrico, habrá que organizar la superficie regable de tal forma de que el tiempo total de riego se realizase en las franjas horarias de menor coste. Por otro lado, al aumentar el número de sectores, las conducciones de la red de distribución serían de menor diámetro y la potencia del grupo de bombeo también, todo ello a costa de incrementar el funcionamiento anual de la instalación.

La expresión vendría dada por:

$$\text{Número mínimo de sectores} \geq \frac{Q_{\text{requerido total}}}{Q_{\text{disponible}}}$$

Tabla 8. Tabla resumen de sectorización (DisAgro)

Caudal emisor seleccionado	3,5
Tiempo de riego máximas necesidades	1,84
Caudal ficticio continuo (l/s/ha)	0,3
Caudal por unidad de superficie (l/s/ha)	3,89
Caudal por unidad superficie (m3/h/ha)	14,0
Volumen anual por ha (m3)	3143,6
Número mínimo de sectores	3
Número de sectores adoptados	4

En la explotación en cuestión, dichos sectores se han realizado de tal manera que el caudal disponible sea similar para cada uno de ellos, quedando de esta forma:

Tabla 9. Sectores de riego

Sector	Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie total sector (m <sup>2</sup> )	Caudal (l/h)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
1	427	3077	12277	17187,8	17,19
	351	3000			
	352	3828			
	353	2372			
2	372	11959	14843	20780,2	20,78
	343	2884			
3	345	17650	17650	24710	24,71
4	190	23494	23494	32891,6	32,89



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# ANEJO III

## DISEÑO Y DIMENSIONADO DE SUBUNIDADES



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Autora: Laura Giménez Gimeno

Tutora: Virginia Palau Estevan

Valencia, septiembre 2022

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	DATOS DE PARTIDA .....	1
2.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA Y CULTIVO.....	1
2.2.	CARACTERÍSTICAS DEL EMISOR, DEL LATERAL Y TERCARIAS.....	2
2.3.	ABASTECIMIENTO DE LAS SUBUNIDADES.....	3
3.	METODOLOGÍA DEL DIMENSIONADO DE SUBUNIDADES .....	3
3.1.	MÁXIMA VARIACIÓN DE CAUDALES ADMISIBLE.....	3
3.2.	MÁXIMA VARIACIÓN DE PRESIÓN .....	4
3.3.	PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS.....	4
3.3.1.	Método de las longitudes equivalentes (le) .....	4
3.3.2.	Método del coeficiente mayorante (Km) .....	5
3.4.	PERDIDAS DE CARGA CONTINUAS .....	5
3.5.	PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES .....	6
3.6.	PRESIÓN REQUERIDA AL INICIO DEL LATERAL Y LA TERCARIA .....	6
4.	CÁLCULO Y RESUMEN DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO .....	7
4.1.	SUBUNIDAD 1.1 .....	7
4.2.	RESUMEN DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO .....	11
4.2.1.	Subunidad 1.1 .....	11
4.2.2.	Subunidad 1.2 .....	12
4.2.3.	Subunidad 2.1 .....	13
4.2.4.	Subunidad 2.2 .....	14
4.2.5.	Subunidad 3.1 .....	15
4.2.6.	Subunidad 3.2 .....	16
4.2.7.	Subunidad 4.1 .....	17
4.2.8.	Subunidad 4.2 .....	18
4.2.9.	Subunidad 4.3 .....	19
4.3.	RESUMEN RESULTADOS .....	20

## 1. INTRODUCCIÓN

En este tercer anejo se abordará el diseño y dimensionado de las subunidades de riego. Una subunidad de riego es el conjunto de tuberías formado por una serie de laterales conectados a una tubería terciaria con un elemento de regulación de la presión al inicio de esta. Tal y como se ha citado anteriormente, en nuestro caso los emisores estarán insertados en la tubería emisora que irán conectados a las terciarias de riego.

El objetivo del diseño es alcanzar una alta uniformidad de distribución en toda la superficie regable.

La superficie regable debe ser cubierta por subunidades de una geometría dada, definida por la longitud de laterales y de terciarias, de tal forma que la UE sea lo más alta posible, por otra parte, las dimensiones de estas deben ser adecuadas para un manejo y mantenimiento idóneo. Para ello es necesario conocer las longitudes de laterales y de las terciarias realizando un diseño de las mismas adecuado, con la ayuda de la aplicación DimSub (J. Arviza).

Una vez obtenido el diseño de las subunidades, se determinan los diámetros de los laterales y terciarias para garantizar una buena uniformidad de emisión (UE), así como el cálculo de los caudales y presión requeridos en el origen.

El objetivo del dimensionado de subunidades es alcanzar la mayor uniformidad de riego posible, aprovechando eficientemente los recursos naturales y energéticos.

## 2. DATOS DE PARTIDA

A continuación, se expondrán los datos de partida para la ejecución de los cálculos pertinentes del diseño y dimensionado de las subunidades de riego.

### 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA Y CULTIVO

La explotación en cuestión está situada en el término municipal de Montroy, dentro de la provincia de Valencia, con unas dimensiones de 6.8 hectáreas de superficie. Se dispone de un marco de plantación de 5 metros entre filas y 3 metros entre árboles de la misma fila.

La finca se ha dividido en 4 sectores de riego (tabla 1) por motivos de eficiencia, y por si fuera necesario realizar alguna reparación se ha dividido estos en diferentes subunidades que se detallarán a continuación en este mismo anejo. Del mismo modo, se llevará a cabo el estudio para determinar la mejor alternativa en la que situar la red terciaria de cada subunidad y el número de laterales que la componen.

La finca se abastece desde una toma de un hidrante de una red colectiva mencionada anteriormente, la cual garantiza un caudal de 35 m<sup>3</sup>/h y una presión mínima de 30 mca.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DEL EMISOR, DEL LATERAL Y TERCIARIAS

Los emisores de riego son dispositivos a través de los cuales arrojan agua al exterior en un tiempo determinado desde la tubería en que se integran o conectan. En función de su comportamiento hidráulico se catalogan en emisores no compensantes o emisores autocompensantes.

En nuestro caso y según los cálculos realizados en el anejo II se seleccionó un emisor autocompensante integrado en tubería emisora, debido a los desniveles que presentan algunos puntos de la explotación. El emisor tiene las siguientes características técnicas o cualquier otro de características similares:

Tabla 1. Características del emisor

Marca comercial	Netafim (Regaber)
Modelo	UniRAM® 16/120
Tipo	Autocompensante de pared
Caudal nominal	3.5 l/h
Rango efectivo de presión	0.5 – 4 bar
Coeficiente de variación	< 7%
Presión a la entrada	3 bar
Presión al final del lateral	5 m.c.a.
Longitud máxima recomendada por el fabricante para suelo llano	229 metros

Al tratarse de emisores autocompensantes, para el rango de presiones que proporciona el fabricante, el exponente de descarga resulta  $x=0$  y  $K=3.5$ , por lo que resulta un caudal constante de 3.5 l/h.

Tal como se ha citado anteriormente el lateral de riego es una tubería con emisores integrados con una separación entre emisores dentro de la misma fila de 1 metro, con doble lateral por fila de plantas. La separación de los laterales en la misma fila de plantas es de 1 metro y la separación entre laterales contiguos es de 4 metros. El material empleado para los laterales una tubería integral DN 16 PE32 UNE 53367.

Los laterales de riego poseen las siguientes características:

Tabla 2. Características de los laterales

Material	Polietileno para microirrigación
Diámetro nominal	16.6 mm

Diámetro interior	14.2 mm
Espesor	1.2 mm
Presión máxima de trabajo	4 bar

Finalmente se ha optado por dichos materiales, para las tuberías portaemisores y emisores, debido a que están diseñados especialmente para aguas de baja calidad y su mecanismo antisifón, que evita que se introduzca arena en el emisor, diafragma de silicona inyectada. Posee alta resistencia a la obturación con un área máxima de filtrado, su laberinto turbonet está diseñado con una sección de paso del agua amplia y su capacidad antivacío evita la succión de los elementos.

### 2.3. ABASTECIMIENTO DE LAS SUBUNIDADES

Atendiendo a la topografía de la zona de estudio se ha determinado que las subunidades se van a alimentar desde el punto extremo, puesto que además supone una ventaja al disminuir el presupuesto, realizando menos zanjas y economizando el trazado. Por otro lado, los laterales serán de mayor longitud y por ello no supondrá inconveniente puesto que los emisores de riego serán autocompensantes y el trazado será descendente tanto en terciarias como en laterales (*Plano 5. Distribución de las subunidades y cotas topográficas*).

El material empleado para las terciarias será de PVC UNE EN 1452 (con una PN = 6 bar), y para evitar roturas serán enterradas.

## 3. METODOLOGÍA DEL DIMENSIONADO DE SUBUNIDADES

En el anterior anejo se obtuvo un dimensionado de 4 sectores (*Plano 4. Sectorización*) para evitar que la suma de caudales requeridos supere al caudal disponible en el hidrante, así como para economizar los recursos y facilitar, de ser necesario, la reparación de cualquier avería, estos a su vez serán redistribuidos en diferentes subunidades.

Primeramente, se detallará la metodología empleada para el dimensionado en un caso concreto, para seguidamente calcular el resto de las subunidades mediante la aplicación Dimsub (J. Arviza), puesto que es un cálculo repetitivo y nos facilita del tal modo su dimensionado.

### 3.1. MÁXIMA VARIACIÓN DE CAUDALES ADMISIBLE

Puesto que se desconoce el valor exacto del coeficiente de variación del emisor empleado, se aceptará la utilización de emisores de buena calidad con un coeficiente de variación inferior al 7% según la norma UNE ISO 9162, que asume que la máxima variación relativa de caudales en una subunidad sea inferior a 10%, lo que supone en la práctica una uniformidad de emisión superiores al 90%.

### 3.2. MÁXIMA VARIACIÓN DE PRESIÓN

Todos los emisores autocompensantes lo son dentro de un rango efectivo de presiones, puesto que el exponente de descarga en emisores autocompensantes es cercano a cero. Aceptando que el emisor funciona correctamente en todo su intervalo, la máxima diferencia de presión admisible en la subunidad vendrá dada por la siguiente expresión:

$$\Delta H_s = H_{m\acute{a}x} - H_{m\acute{i}n} = 40 - 5 = 35 \text{ m}$$

donde:

- $\Delta H_s$ : variación máxima de presión en la subunidad (mca)
- $H_{m\acute{a}x}$ : máxima presión de funcionamiento del emisor (mca)
- $H_{m\acute{i}n}$ : mínima presión de funcionamiento del emisor (mca)

En la mayoría de los casos, para obviar la seguridad del dimensionado con emisores autocompensantes se fijará una presión mínima de funcionamiento entre 8-10 mca y una variación máxima de presiones entre 4-20 mca. Ello garantizará que la presión mínima que se verifique sea mayor que la mínima admisible para un correcto funcionamiento de todos los emisores. Para el dimensionado de las subunidades, se ha utilizado el criterio técnico de una presión máxima de funcionamiento del emisor de 12 a 14 mca y una presión mínima de 8 mca, por lo que se conseguirán pequeñas variaciones de presión permitiendo un dimensionado mejor ajustado.

El intervalo práctico de funcionamiento dependerá del intervalo de compensación del emisor, de la topografía de las subunidades y de las dimensiones de laterales y terciarias.

### 3.3. PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS

En una subunidad, las pérdidas de carga localizadas son aquellas que son causa por la conexión de los emisores de riego en los laterales y de estos conectados a las tuberías terciarias, por lo que se pueden determinar por los métodos que se citan a continuación.

#### 3.3.1. Método de las longitudes equivalentes ( $l_e$ )

Consiste en suponer una longitud ficticia de tubería ( $l_e$ ), en la que se produzca una pérdida de carga por rozamiento igual la pérdida de carga localizada en la singularidad considerada.

La longitud equivalente depende, para cada emisor, del número que se conecta de estos en el lateral, del caudal medio arrojado por el emisor y de la relación de geometrías entre la sección útil de la tubería y la sección de la perturbación creada por la conexión del emisor. Este dato debería ser suministrado por el fabricante, pero esto no ocurre y debe ser estimado.

Watters y Keller (1978) propusieron ciertos valores para obtener la longitud equivalente según el tipo de emisor. Para el tipo de emisor utilizado en el presente proyecto se adopta una longitud equivalente de 0,23 metros.

### 3.3.2. Método del coeficiente mayorante (Km)

Consiste en aplicar un coeficiente mayorante  $K_m > 1$ , de tal forma las pérdidas de carga localizadas se suponen como un porcentaje de las pérdidas continuas. En el caso de las tuberías terciarias los valores pueden estar comprendidos entre 1,1-1,4, en tal caso se tomará un valor de 1,2.

El coeficiente mayorante en el lateral se basa en la longitud equivalente y la separación entre emisores, calculándose mediante la siguiente expresión:

$$K_{m_{lat}} = \frac{s + L_e}{s} = \frac{1 + 0,23}{1} = 1,23$$

### 3.4. PERDIDAS DE CARGA CONTINUAS

Las pérdidas de carga continuas son aquellas provocadas por el rozamiento del fluido con las paredes de la tubería en toda su longitud, por lo que dependen de parámetros tales como la longitud, diámetro y rugosidad de la tubería, así como de la velocidad, densidad y viscosidad del fluido que circula por las mismas.

En el caso de las tuberías terciarias y laterales, cuando espaciamiento entre laterales o emisores es constante, el caudal derivado en cada conexión se puede considerar constante y por lo tanto circula un caudal decreciente en la tubería. El caudal se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$Q = n \times q$$

siendo:

- n: número de derivaciones (emisores o laterales)
- q: caudal derivado (l/h)

En el caso particular de este proyecto, cuando se dispone de doble lateral por fila de plantas, la distancia entre laterales no es uniforme puesto que la separación entre laterales que alimentan a una misma fila de plantas (L1) es distinta a la separación entre laterales contiguos que abastecen a distintas filas (L2) y siendo la distancia entre el primer lateral y el inicio de la terciaria variable (Lo).

Por ello las pérdidas de carga presentan una distribución discreta y se calculará mediante la ecuación de *Blasius* de la siguiente manera:

$$h_r = F \cdot M \cdot L \cdot Q^m$$

$$M = \frac{C}{D^{4.75}}$$

donde:

- L: longitud de la tubería (m)
- m: exponente al que se deriva el caudal, para el caso toma el valor de 1,75
- D: diámetro de la tubería (mm)
- C: coeficiente que depende de la temperatura, para el caso toma el valor de 0,466
- F: coeficiente de Christiansen generalizado.

En el caso de laterales, la distancia entre derivaciones es la misma con lo que se utilizará F de Christiansen generalizado y en el caso de terciarias al ser derivaciones agrupadas, DimSub estima un coeficiente  $F_g$  que considera los diferentes espaciamentos entre salidas de agua. No obstante, este coeficiente reductor oscilará entre 0,35 y 0,45.

Temperatura (°C)	C	Temperatura (°C)	C
5	0,516	30	0,441
10	0,497	35	0,430
15	0,480	40	0,420
20	0,466	45	0,411
25	0,453	50	0,402

Figura 1. Coeficiente C en función de la temperatura

n	F	n	F	n	F
1	1	12	0.406	26	0.383
2	0.650	13	0.403	28	0.382
3	0.546	14	0.400	30	0.380
4	0.497	15	0.397	32	0.379
5	0.469	16	0.395	35	0.378
6	0.451	17	0.393	40	0.376
7	0.438	18	0.392	50	0.374
8	0.428	19	0.390	60	0.372
9	0.421	20	0.389	80	0.370
10	0.415	22	0.387	100	0.367
11	0.410	24	0.385	∞	0.367

Figura 2. Coeficiente F de Christiansen generalizado en función del número de derivaciones

### 3.5. PÉRDIDAS DE CARGA TOTALES

Una vez se han cuantificado las pérdidas de carga continuas y localizadas se obtienen las pérdidas de carga totales, que son la suma de estas.

$$h_t = h_r + \sum h_{st}$$

### 3.6. PRESIÓN REQUERIDA AL INICIO DEL LATERAL Y LA TERCIARIA

Las tuberías tanto laterales como terciarias son conducciones que derivan un caudal de forma uniforme a lo largo de su longitud. A consecuencia, la línea de cotas piezométricas (cota

geométrica + altura de presión) es una línea poligonal que va reduciendo la pendiente paulatinamente en el sentido de la circulación del agua.

Para conseguir una buena uniformidad de emisión, la presión en los laterales y terciaria debe ser mayor que el valor mínimo del rango efectivo de presiones del emisor, detallado por el fabricante. Por ello, la presión requerida al inicio de ambas tuberías es función de la presión mínima admisible.

Para una tubería con distribución discreta con servicio en ruta, la presión necesaria al inicio viene dada por:

$$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P}{\gamma} + \beta \cdot h_r + \alpha \cdot \Delta Z$$

donde:

- $\frac{P_o}{\gamma}$ : presión inicial necesaria en la tubería (mca)
- $\frac{P}{\gamma}$ : presión media de la tubería (mca)
- $h_r$ : pérdida de carga (m)
- $\Delta Z$ : desnivel de la tubería considerada (m)

Al ser un emisor autocompensante los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  toman valores igual a 1.

## 4. CÁLCULO Y RESUMEN DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

A continuación, se detallará el procedimiento de los cálculos necesarios para la subunidad 1 del sector 1. Seguidamente, mediante la aplicación DimSub (J. Arviza), se calcularán el resto de las subunidades.

### 4.1. SUBUNIDAD 1.1

#### Datos de partida

- Marco de plantación: 5 x 3 m
- Doble lateral por fila de plantas
- Número de emisores por planta: 4
- Tipo de emisor: autocompensante e integrado en tubería
- Caudal emisor: 3.5 l/h
- Diámetro interior: 14,2 mm
- Rango de compensación: 0.5 – 4 bar
- Coeficiente de variación: < 7%
- Presión mínima de trabajo: 8 mca
- Presión máxima de trabajo: 12 mca
- Separación entre emisores: 1 metro
- Longitud equivalente: 0.23 metros

- Número de laterales: 32
- Longitud lateral: 72.9 metros
- Separación de laterales dentro de la misma fila: 1 metro
- Separación de laterales entre filas adyacentes: 4 metros
- Pendiente del lateral: -2.06%
- Pendiente de la terciaria: - 2.42%
- Cota de inicio de la terciaria: 237 m.s.n.m

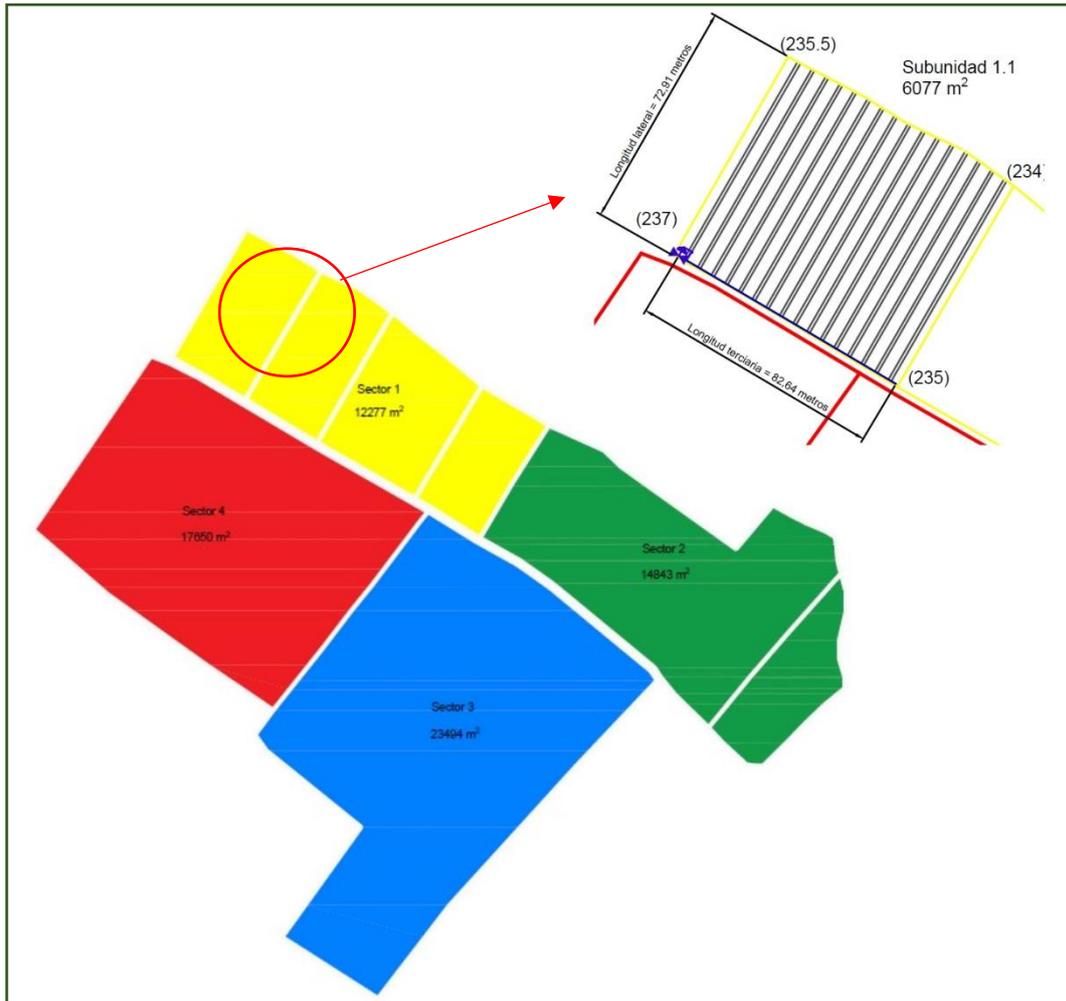


Figura 3. Situación subunidad 1.1

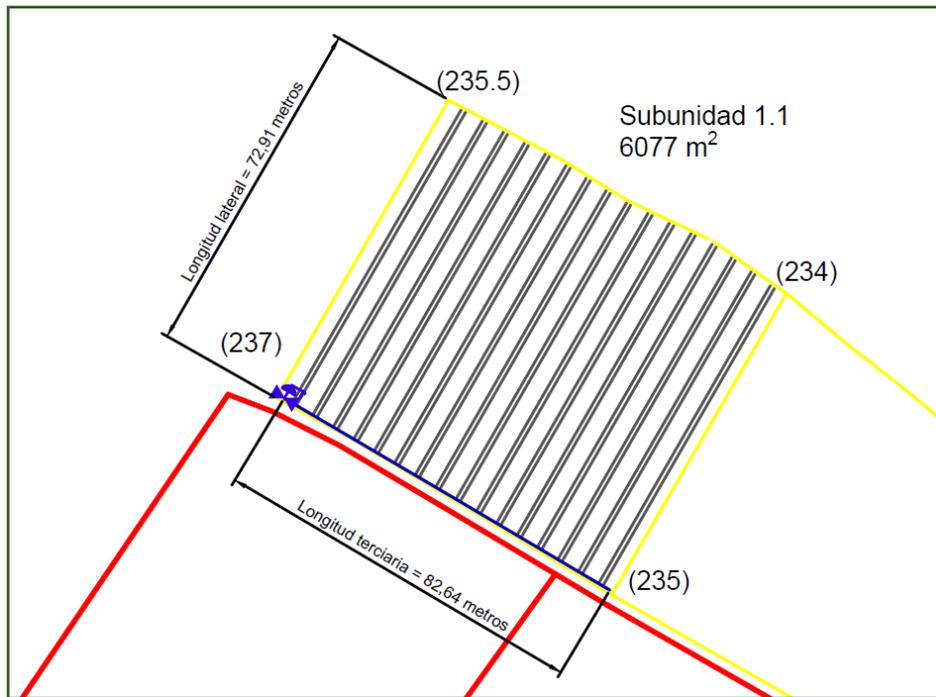


Figura 4. Subunidad 1.1

### Metodología del cálculo

Primeramente, se calculará el caudal del lateral para con ello poder calcular las pérdidas de carga.

$$Q_{lateral} = n \times q = 73 \times 3,5 = 255,5 \text{ l/h}$$

$$n = \frac{L_{lateral}}{se} = \frac{72,9}{1} = 73 \text{ emisores en cada lateral}$$

donde:

- n: número de emisores del lateral
- q: caudal del emisor (l/h)

A continuación, se calcularán las pérdidas de carga en el lateral mediante la ecuación de *Blasius*, para ello se utiliza el coeficiente de Christiansen (F) proporcionado por la aplicación, aunque existen unos valores tabulados en tablas. Del mismo modo se ha de añadir a la longitud del lateral la longitud equivalente por la inserción de los emisores.

$$h_{rlat} = F \cdot M \cdot L \cdot Q^m = 0,370 \cdot \frac{0,466}{14,2^{4,75}} \cdot (72,9 + 73 \cdot 0,23) \cdot 255,5^{1,75} = 0,85 \text{ mca}$$

$$M = \frac{C}{D_{int}^{4,75}}$$

Seguidamente se calculará las presiones requeridas en el lateral descendente:

$$\frac{P_{min}}{\gamma} = 8 \text{ mca}$$

$$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P_{min}}{\gamma} + \beta \cdot h_r = 8 + 0,85 = 8,85 \text{ mca}$$

$$\Delta H_{lat} = 0,85 + (-1.5) = -0,65 \text{ mca}$$

$$\frac{P_{final}}{\gamma} = \frac{P_o}{\gamma} - \beta \cdot h_r + \alpha \cdot \Delta Z = 8,85 - 0,85 + 1,5 = 9,85 \text{ mca}$$

Con la siguiente variación de presión en el lateral se calcula la variación de presión en la terciaria admisible en la terciaria:

$$\Delta H_t = \Delta H_s - \Delta H_{lat} = 4 - (-0,65) = 4,65 \text{ mca}$$

El caudal requerido al inicio de la terciaria será el siguiente:

$$Q_{Terciaria} = n_L \cdot Q_L = 32 \cdot 255,5 = 8176 \text{ l/h}$$

A continuación, se calculan las pérdidas de carga en la terciaria máxima admisibles:

$$\Delta h_T = \Delta Z_T + h_T \quad h_{T \text{ adm max}} = \Delta H_T - \Delta Z_T = 4,65 - (-2) = 6,6 \text{ mca}$$

Por último, para calcular el diámetro mínimo de la tubería terciaria se realizará despejando de la fórmula de *Blasius*:

$$D_{iT} \geq \left( \frac{F_T \cdot L_T \cdot C \cdot K_{mr} \cdot Q_T^{1,75}}{\Delta h_T} \right)^{\frac{1}{4,75}} = \left( \frac{0,370 \cdot 82,57 \cdot 0,466 \cdot 1,2 \cdot 8176^{1,75}}{6,6} \right)^{\frac{1}{4,75}} = 33,76 \text{ mm}$$

Por lo que se optará al inmediato comercial superior de DN 40 mm (D int= 37 mm)

Una vez obtenido el diámetro de la tubería terciaria se calcularán las pérdidas de carga reales en la terciaria:

$$h_T = F \cdot K_{mr} \cdot \frac{C}{D_{int}^{4,75}} \cdot L \cdot Q^{1,75} = 0,370 \cdot 1,2 \cdot \frac{0,466}{37^{4,75}} \cdot 82,56 \cdot 8176^{1,75} = 4,27 \text{ mca}$$

La presión al inicio de la subunidad se calculará de la siguiente manera:

$$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P_{oL}}{\gamma} + h_T + \Delta Z_T = 8,85 + 4,27 + (-2) = 11,12 \text{ mca}$$

## 4.2. RESUMEN DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

En la zona regable de 6.8 ha, se han diseñado un total de 9 subunidades alimentadas por el extremo de la terciaria, y ubicadas cerca de los lindes de las parcelas, con fácil acceso a la válvula de corte y maniobra.

### 4.2.1. Subunidad 1.1

Subunidad 1.1		Superficie Regular	
DN 16 PE32 UNE 53367		PVC UNE EN 1452	
Alimentación del lateral	Extremo	Alimentación de la terciaria	Extremo
Distancia inicial Lo (m)	0,9	Distancia primer lateral Lo (m)	1
Separación emisores (m)	1	Número filas de plantas	16
Longitud de lateral (m)	72,9	Separación laterales misma fila (L1)	1
Diámetro interior (mm)	14,2	Separación laterales filas adyacentes (L2)	4
Pendiente del lateral (%)	-2,06	Pendiente (%)	-2,4
Parámetros del dimensionado		Parámetros del dimensionado	
Variación máxima presión (mca)	4	Variación de presión máxima (mca)	4,66
Número de emisores	73	Caudal por derivación (l/h)	255,5
Pérdida de carga admisible (mca)	5,5	Longitud terciaria (m)	81,6
Desnivel (m)	-1,5	Pérdida de carga admisible (mca)	6,61
Resultados		Desnivel (m)	-2
Caudal inicio (l/h)	256	Resultados	
Pérdida de carga (mca)	0,85	Caudal inicio (l/h)	8176
Variación presión (mca)	-0,66	Diámetro interior (mm)	37
Presión al inicio (mca)	8,83	Diámetro Nominal (mm)	40
Presión al final (mca)	9,5	Pérdida de carga (mca)	4,58
Presión mínima (mca)	8	Variación de presión (mca)	2,75
		Presión al inicio (mca)	11,9
		Presión al final terciaria (mca)	9,3

Subunidad 1.1	
Tipo de emisor	Autocompensante
Tipo lateral	Alimentado por el extremo
Material terciaria	PVC UNE EN 1452
Disposición de laterales	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Alimentada por el extremo
Tubería terciaria	Característica única
Caudal inicio terciaria	8176 l/h
Presión inicio subunidad	11,9 mca
Presión mínima subunidad	8 mca
Variación presión subunidad	2,1 mca
Número total de emisores	2336
Longitud total laterales	2333 m
Longitud terciaria	82,6 m

Número total de laterales	32
Coste emisores y laterales	1280.82 €
Coste terciaria	132.19 €
Coste subunidad	1413.01 €

#### 4.2.2. Subunidad 1.2

Subunidad 1.2		Superficie Regular	
DN 16 PE32 UNE 53367		PVC UNE EN 1452	
Alimentación del lateral	Extremo	Alimentación de la terciaria	Extremo
Distancia inicial Lo (m)	0,6	Distancia primer lateral Lo (m)	1
Separación emisores (m)	1	Número filas de plantas	18
Longitud de lateral (m)	73,6	Separación laterales misma fila (L1)	1
Diámetro interior (mm)	14,2	Separación laterales filas adyacentes (L2)	4
Pendiente del lateral (%)	-1,36	Pendiente (%)	-2,2
Parámetros del dimensionado		Parámetros del dimensionado	
Variación máxima presión (mca)	4	Variación de presión máxima (mca)	2,1
Número de emisores	74	Caudal por derivación (l/h)	259
Pérdida de carga admisible (mca)	3	Longitud terciaria (m)	87
Desnivel (m)	-1	Pérdida de carga admisible (mca)	4
Resultados		Desnivel (m)	-1,9
Caudal inicio (l/h)	259	Resultados	
Pérdida de carga (mca)	0,9	Caudal inicio (l/h)	9324
Variación presión (mca)	1,9	Diámetro interior (mm)	46,8
Presión al inicio (mca)	9,9	Diámetro Nominal (mm)	50
Presión al final (mca)	8	Pérdida de carga (mca)	1,8
Presión mínima (mca)	8	Variación de presión (mca)	-0,7
		Presión al inicio (mca)	10,5
		Presión al final terciaria (mca)	10,6

Subunidad 1.2	
Tipo de emisor	Autocompensante
Tipo lateral	Alimentado por el extremo
Material terciaria	PVC UNE EN 1452
Disposición de laterales	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Alimentada por el extremo
Tubería terciaria	Característica única
Caudal inicio terciaria	9324 l/h
Presión inicio subunidad	10.52 mca
Presión mínima subunidad	8 mca
Variación presión subunidad	1.16 mca
Número total de emisores	2664
Longitud total laterales	2650 m
Longitud terciaria	87 m
Número total de laterales	36

Coste emisores y laterales	1454.85 €
Coste terciaria	154.86 €
Coste subunidad	1609.71 €

#### 4.2.3. Subunidad 2.1

Subunidad 2.1		Superficie Regular	
DN 16 PE32 UNE 53367		PVC UNE EN 1452	
Alimentación del lateral	Extremo	Alimentación de la terciaria	Extremo
Distancia inicial Lo (m)	0,5	Distancia primer lateral Lo (m)	1
Separación emisores (m)	1	Número filas de plantas	20
Longitud de lateral (m)	64,5	Separación laterales misma fila (L1)	1
Diámetro interior (mm)	14,2	Separación laterales filas adyacentes (L2)	4
Pendiente del lateral (%)	-1,5	Pendiente (%)	-0,4
Parámetros del dimensionado		Parámetros del dimensionado	
Variación máxima presión (mca)	4	Variación de presión máxima (mca)	4,4
Número de emisores	65	Caudal por derivación (l/h)	227,5
Pérdida de carga admisible (mca)	4,9	Longitud terciaria (m)	97
Desnivel (m)	-1	Pérdida de carga admisible (mca)	4,7
Resultados		Desnivel (m)	-0,4
Caudal inicio (l/h)	228	Resultados	
Pérdida de carga (mca)	0,6	Caudal inicio (l/h)	9100
Variación presión (mca)	-0,3	Diámetro interior (mm)	46,8
Presión al inicio (mca)	8,6	Diámetro Nominal (mm)	50
Presión al final (mca)	8,9	Pérdida de carga (mca)	2
Presión mínima (mca)	8	Variación de presión (mca)	1,6
		Presión al inicio (mca)	10,3
		Presión al final terciaria (mca)	8,7

Subunidad 2.1	
Tipo de emisor	Autocompensante
Tipo lateral	Alimentado por el extremo
Material terciaria	PVC UNE EN 1452
Disposición de laterales	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Alimentada por el extremo
Tubería terciaria	Característica única
Caudal inicio terciaria	9100 l/h
Presión inicio subunidad	10.27 mca
Presión mínima subunidad	8 mca
Variación presión subunidad	1.27 mca
Número total de emisores	2600
Longitud total laterales	2581 m
Longitud terciaria	97 m
Número total de laterales	40

Coste emisores y laterales	1416.97 €
Coste terciaria	172.66 €
Coste subunidad	1589.63 €

#### 4.2.4. Subunidad 2.2

Subunidad 2.2		Superficie Irregular	
DN 16 PE32 UNE 53367		PVC UNE EN 1452	
Alimentación del lateral	Extremo	Alimentación de la terciaria	Extremo
Distancia inicial Lo (m)	0	Distancia primer lateral Lo (m)	4,5
Separación emisores (m)	1	Número filas de plantas	15
Longitud de lateral (m)	97,1	Separación laterales misma fila (L1)	1
Diámetro interior (mm)	14,2	Separación laterales filas adyacentes (L2)	4
Pendiente del lateral (%)	-2,6	Pendiente (%)	-2,1
Parámetros del dimensionado		Parámetros del dimensionado	
Variación máxima presión (mca)	4	Variación de presión máxima (mca)	4,7
Número de emisores	98	Caudal por derivación (l/h)	284,4
Pérdida de carga admisible (mca)	6,5	Longitud terciaria (m)	75,6
Desnivel (m)	-2,6	Pérdida de carga admisible (mca)	6,3
Resultados		Desnivel (m)	-1,6
Caudal inicio (l/h)	343	Resultados	
Pérdida de carga (mca)	1,8	Caudal inicio (l/h)	8531,5
Variación presión (mca)	-0,7	Diámetro interior (mm)	37
Presión al inicio (mca)	9,8	Diámetro Nominal (mm)	40
Presión al final (mca)	10,5	Pérdida de carga (mca)	4,5
Presión mínima (mca)	8	Variación de presión (mca)	3,1
		Presión al inicio (mca)	13
		Presión al final terciaria (mca)	10,2

Subunidad 2.2	
Tipo de emisor	Autocompensante
Tipo lateral	Alimentado por el extremo
Material terciaria	PVC UNE EN 1452
Disposición de laterales	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Alimentada por el extremo
Tubería terciaria	Característica única
Caudal inicio terciaria	8531.5 l/h
Presión inicio subunidad	13.12 mca
Presión mínima subunidad	8 mca
Variación presión subunidad	2.38
Número total de emisores	2438
Longitud total laterales	2415 m
Longitud terciaria	76 m
Número total de laterales	30

Coste emisores y laterales	1325.84 €
Coste terciaria	122.47 €
Coste subunidad	1448.3 €

#### 4.2.5. Subunidad 3.1

Subunidad 3.1		Superficie Regular	
DN 16 PE32 UNE 53367		PVC UNE EN 1452	
Alimentación del lateral	Extremo	Alimentación de la terciaria	Extremo
Distancia inicial Lo (m)	0,7	Distancia primer lateral Lo (m)	1
Separación emisores (m)	1	Número filas de plantas	15
Longitud de lateral (m)	102,7	Separación laterales misma fila (L1)	1
Diámetro interior (mm)	14,2	Separación laterales filas adyacentes (L2)	4
Pendiente del lateral (%)	-3,4	Pendiente (%)	-2
Parámetros del dimensionado		Parámetros del dimensionado	
Variación máxima presión (mca)	4	Variación de presión máxima (mca)	5,3
Número de emisores	103	Caudal por derivación (l/h)	360,5
Pérdida de carga admisible (mca)	7,49	Longitud terciaria (m)	72
Desnivel (m)	-3,5	Pérdida de carga admisible (mca)	6,8
Resultados		Desnivel (m)	-1,5
Caudal inicio (l/h)	361	Resultados	
Pérdida de carga (mca)	2,2	Caudal inicio (l/h)	10815
Variación presión (mca)	-1,3	Diámetro interior (mm)	37
Presión al inicio (mca)	10	Diámetro Nominal (mm)	40
Presión al final (mca)	11,5	Pérdida de carga (mca)	6
Presión mínima (mca)	8	Variación de presión (mca)	4,8
		Presión al inicio (mca)	15
		Presión al final terciaria (mca)	10,5

Subunidad 3.1	
Tipo de emisor	Autocompensante
Tipo lateral	Alimentado por el extremo
Material terciaria	PVC UNE EN 1452
Disposición de laterales	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Alimentada por el extremo
Tubería terciaria	Característica única
Caudal inicio terciaria	10815 l/h
Presión inicio subunidad	15.11 mca
Presión mínima subunidad	8 mca
Variación presión subunidad	3.4 mca
Número total de emisores	3090
Longitud total laterales	3081 m
Longitud terciaria	72 m
Número total de laterales	30

Coste emisores y laterales	1691.47€
Coste terciaria	116.64 €
Coste subunidad	1808.11 €

#### 4.2.6. Subunidad 3.2

Subunidad 3.2		Superficie Regular	
DN 16 PE32 UNE 53367		PVC UNE EN 1452	
Alimentación del lateral	Extremo	Alimentación de la terciaria	Extremo
Distancia inicial Lo (m)	1,5	Distancia primer lateral Lo (m)	1
Separación emisores (m)	1	Número filas de plantas	14
Longitud de lateral (m)	116,5	Separación laterales misma fila (L1)	1
Diámetro interior (mm)	14,2	Separación laterales filas adyacentes (L2)	4
Pendiente del lateral (%)	-2,4	Pendiente (%)	-1,4
Parámetros del dimensionado		Parámetros del dimensionado	
Variación máxima presión (mca)	4	Variación de presión máxima (mca)	2,8
Número de emisores	116	Caudal por derivación (l/h)	406
Pérdida de carga admisible (mca)	6,8	Longitud terciaria (m)	67
Desnivel (m)	-2,8	Pérdida de carga admisible (mca)	3,7
Resultados		Desnivel (m)	-1
Caudal inicio (l/h)	406	Resultados	
Pérdida de carga (mca)	3	Caudal inicio (l/h)	11368
Variación presión (mca)	1,2	Diámetro interior (mm)	46,8
Presión al inicio (mca)	11	Diámetro Nominal (mm)	50
Presión al final (mca)	10,7	Pérdida de carga (mca)	2
Presión mínima (mca)	8	Variación de presión (mca)	1
		Presión al inicio (mca)	12,3
		Presión al final terciaria (mca)	11,3

Subunidad 3.2	
Tipo de emisor	Autocompensante
Tipo lateral	Alimentado por el extremo
Material terciaria	PVC UNE EN 1452
Disposición de laterales	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Alimentada por el extremo
Tubería terciaria	Característica única
Caudal inicio terciaria	11368 l/h
Presión inicio subunidad	12.31 mca
Presión mínima subunidad	8 mca
Variación presión subunidad	2.35 mca
Número total de emisores	3248
Longitud total laterales	3262 m
Longitud terciaria	67 m
Número total de laterales	28

Coste emisores y laterales	1790.84 €
Coste terciaria	119.26 €
Coste subunidad	1910.1 €

#### 4.2.7. Subunidad 4.1

Subunidad 4.1		Superficie Regular	
DN 16 PE32 UNE 53367		PVC UNE EN 1452	
Alimentación del lateral	Extremo	Alimentación de la terciaria	Extremo
Distancia inicial Lo (m)	1,5	Distancia primer lateral Lo (m)	1
Separación emisores (m)	1	Número filas de plantas	12
Longitud de lateral (m)	132,5	Separación laterales misma fila (L1)	1
Diámetro interior (mm)	14,2	Separación laterales filas adyacentes (L2)	4
Pendiente del lateral (%)	-0,23	Pendiente (%)	-2,2
Parámetros del dimensionado		Parámetros del dimensionado	
Variación máxima presión (mca)	8	Variación de presión máxima (mca)	4
Número de emisores	132	Caudal por derivación (l/h)	462
Pérdida de carga admisible (mca)	8,3	Longitud terciaria (m)	57
Desnivel (m)	-0,3	Pérdida de carga admisible (mca)	5,2
Resultados		Desnivel (m)	-1,3
Caudal inicio (l/h)	462	Resultados	
Pérdida de carga (mca)	4,35	Caudal inicio (l/h)	11088
Variación presión (mca)	4,1	Diámetro interior (mm)	37
Presión al inicio (mca)	12,4	Diámetro Nominal (mm)	40
Presión al final (mca)	8,3	Pérdida de carga (mca)	5
Presión mínima (mca)	8	Variación de presión (mca)	4
		Presión al inicio (mca)	16,3
		Presión al final terciaria (mca)	12,6

Subunidad 4.1	
Tipo de emisor	Autocompensante
Tipo lateral	Alimentado por el extremo
Material terciaria	PVC UNE EN 1452
Disposición de laterales	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Alimentada por el extremo
Tubería terciaria	Característica única
Caudal inicio terciaria	11088 l/h
Presión inicio subunidad	16,32 mca
Presión mínima subunidad	8 mca
Variación presión subunidad	8,06 mca
Número total de emisores	3168
Longitud total laterales	3180 m
Longitud terciaria	57 m
Número total de laterales	24

Coste emisores y laterales	1745.82 €
Coste terciaria	92.34 €
Coste subunidad	1838.16 €

#### 4.2.8. Subunidad 4.2

Subunidad 4.2		Superficie Regular	
DN 16 PE32 UNE 53367		PVC UNE EN 1452	
Alimentación del lateral	Extremo	Alimentación de la terciaria	Extremo
Distancia inicial Lo (m)	0,3	Distancia primer lateral Lo (m)	1
Separación emisores (m)	1	Número filas de plantas	15
Longitud de lateral (m)	126,3	Separación laterales misma fila (L1)	1
Diámetro interior (mm)	14,2	Separación laterales filas adyacentes (L2)	4
Pendiente del lateral (%)	0	Pendiente (%)	-0,26
Parámetros del dimensionado		Parámetros del dimensionado	
Variación máxima presión (mca)	4	Variación de presión máxima (mca)	0,2
Número de emisores	127	Caudal por derivación (l/h)	444,5
Pérdida de carga admisible (mca)	4	Longitud terciaria (m)	72
Desnivel (m)	0	Pérdida de carga admisible (mca)	0,4
Resultados		Desnivel (m)	-0,2
Caudal inicio (l/h)	445	Resultados	
Pérdida de carga (mca)	3,8	Caudal inicio (l/h)	13335
Variación presión (mca)	3,8	Diámetro interior tramo I (mm)	84,4
Presión al inicio (mca)	11,8	Diámetro Nominal tramo I (mm)	90
Presión al final (mca)	8	Diámetro interior tramo II (mm)	70,4
Presión mínima (mca)	8	Diámetro Nominal tramo II (mm)	75
		Longitud tramo I (m)	6
		Longitud tramo II (m)	66
		Pérdida de carga (mca)	0,36
		Variación de presión (mca)	0,2
		Presión al inicio (mca)	12
		Presión al final terciaria (mca)	11,8

Subunidad 4.2	
Tipo de emisor	Autocompensante
Tipo lateral	Alimentado por el extremo
Material terciaria	PVC UNE EN 1452
Disposición de laterales	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Alimentada por el extremo
Tubería terciaria	Tubería telescópica
Caudal inicio terciaria	13335 l/h
Presión inicio subunidad	11,96 mca
Presión mínima subunidad	8 mca
Variación presión subunidad	3.96 mca
Número total de emisores	3810
Longitud total laterales	3789 m

Longitud terciaria	72 m
Número total de laterales	30
Coste emisores y laterales	2080.16 €
Coste terciaria	198.84 €
Coste subunidad	2279 €

#### 4.2.9. Subunidad 4.3

Subunidad 4.3 Superficie Regular			
DN 16 PE32 UNE 53367		PVC UNE EN 1452	
Alimentación del lateral	Extremo	Alimentación de la terciaria	Extremo
Distancia inicial Lo (m)	0,5	Distancia primer lateral Lo (m)	1
Separación emisores (m)	1	Número filas de plantas	13
Longitud de lateral (m)	55,5	Separación laterales misma fila (L1)	1
Diámetro interior (mm)	14,2	Separación laterales filas adyacentes (L2)	4
Pendiente del lateral (%)	0	Pendiente (%)	-0,75
Parámetros del dimensionado		Parámetros del dimensionado	
Variación máxima presión (mca)	4	Variación de presión máxima (mca)	3,6
Número de emisores	56	Caudal por derivación (l/h)	196
Pérdida de carga admisible (mca)	4	Longitud terciaria (m)	62
Desnivel (m)	0	Pérdida de carga admisible (mca)	4
Resultados		Desnivel (m)	-0,5
Caudal inicio (l/h)	196	Resultados	
Pérdida de carga (mca)	0,4	Caudal inicio (l/h)	5096
Variación presión (mca)	0,4	Diámetro interior (mm)	37
Presión al inicio (mca)	8,4	Diámetro Nominal (mm)	40
Presión al final (mca)	8	Pérdida de carga (mca)	1,4
Presión mínima (mca)	8	Variación de presión (mca)	1
		Presión al inicio (mca)	9,5
		Presión al final terciaria (mca)	8,5

Subunidad 4.3	
Tipo de emisor	Autocompensante
Tipo lateral	Alimentado por el extremo
Material terciaria	PVC UNE EN 1452
Disposición de laterales	Doble lateral por fila de plantas
Tipo de terciaria	Alimentada por el extremo
Tubería terciaria	Característica única
Caudal inicio terciaria	5096 l/h
Presión inicio subunidad	9.42 mca
Presión mínima subunidad	8 mca
Variación presión subunidad	1.39 mca
Número total de emisores	1456
Longitud total laterales	1443 m
Longitud terciaria	62 m
Número total de laterales	26

Coste emisores y laterales	792.21 €
Coste terciaria	100.44 €
Coste subunidad	892.65 €

### 4.3. RESUMEN RESULTADOS

Tabla 4. Resumen de resultados de las subunidades

Sector	Subunidad	Caudal sector (m <sup>3</sup> /h)	Caudal subunidad (m <sup>3</sup> /h)	Presión inicio subunidad (mca)
1	1	17,5	8,176	11,9
	2		9,324	10,52
2	1	17,63	9,1	10,27
	2		8,5315	13,12
3	1	22,18	10,815	15,11
	2		11,368	12,31
4	1	29,51	11,088	12,28
	2		13,335	11,98
	3		5,096	9,42

Tabla 5. Resumen de mediciones de las subunidades de riego

Subunidad	PVC PN6 UNE EN 1452				PE 32 UNE 53367			Caudal subunidad (m <sup>3</sup> /h)	Presión inicio (mca)
	DN Terciaria (mm)	Longitud total terciaria (m)	DN Terciaria tramo II (m)	Longitud total terciaria tramo II (m)	DN Lateral (mm)	Longitud total lateral (m)	Número de emisores		
1.1	40	81,6			16,6	2333	2336	8,17	11,9
1.2	50	87			16,6	2650	2664	9,32	10,5
2.1	50	97			16,6	2581	2600	9,1	10,3
2.2	40	75,6			16,6	2415	2438	8,53	13
3.1	40	72			16,6	3081	3090	10,81	15
3.2	50	67			16,6	3262	3248	11,36	12,3
4.1	40	57			16,6	3180	3168	11,08	16,32
4.2	90	6	75	66	16,6	3789	3810	13,33	12
4.3	40	62			16,6	1443	1456	5,09	9,5

Tabla 5.1. Resumen mediciones 2

	DN (mm)	Longitud (m)	Emisores
Terciaria	40	348,2	_____
	50	251	_____
	75	66	_____
	90	6	_____
Lateral	16	24734	24810



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# ANEJO IV

## DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Autora: Laura Giménez Gimeno

Tutora: Virginia Palau Estevan

Valencia, septiembre 2022

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DATOS DE PARTIDA.....	1
3. CÁLCULO DE LOS CAUDALES CIRCULANTES.....	3
4. DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE.....	4
4.1. METODOLOGÍA.....	5
5. RESULTADOS DEL DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE .....	7

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo, una vez abordado el diseño y dimensionado de las subunidades de riego de la finca, se procederá al diseño y dimensionado de la red de transporte desde hidrante hasta los puntos de abastecimiento de las subunidades.

Se define como red de transporte al conjunto de elementos (bombas, tuberías, elementos de filtrado, etc.) cuyo objetivo es el tratamiento, transporte y distribución del agua de riego desde el punto de alimentación hasta cada uno de los inicios de las subunidades, garantizando en estas unos requerimientos de caudal y presión para que el riego en la parcela sea uniforme y eficiente.

El trazado de la red está condicionado por un conjunto de criterios tales como reducir las longitudes de los tramos y aprovechar los márgenes de caminos o lindes de la parcela para el trazado de las tuberías.

El funcionamiento de la red se organiza en sectores independientes, asegurando la disponibilidad de caudal en el punto de alimentación y reduciendo la superficie que se riega de forma simultánea para un funcionamiento eficiente tanto en costes como en energía.

Una vez trazada la red de transporte se definirá la topología de la red y se calcularán los caudales circulantes para cada sector y los caudales de diseño por línea, para finalizar se dimensionará la red de transporte.

## 2. DATOS DE PARTIDA

En el presente proyecto la red se abastece desde un hidrante perteneciente a la comunidad de regantes de Montroy, el cual está ubicado a una cota de 246 metros, garantizando una presión mínima de 30 mca y un caudal de 35 m<sup>3</sup>/h. En primer lugar, este enviará el agua al cabezal de riego del cual partirán las cuatro líneas que abastecerán a los correspondientes sectores.

El cabezal de riego se localiza en la parcela 345 tal como se citó en el anejo I y situado a una cota de 240,5 metros. En él se albergan los elementos de filtración entre otros elementos que se citarán en el correspondiente anejo. La pérdida de carga considerada para el diseño de la red se fijará entre 5 y 8 mca, en tal caso se toma el valor de 8 mca.

La Tabla 1 muestra los resultados hidráulicos obtenidos para las subunidades de riego. También las 9 subunidades proyectadas y a los sectores a los que pertenecen.

Tabla 1. Resumen del dimensionado de las subunidades

Subunidad	Caudal requerido (l/h)	Cota de inicio (m)	Presión requerida (mca)	Sector	Descripción
1	8176	237	11,9	1	S 1.1
2	9324	235	10,5		S 1.2
1	9100	233	10,3	2	S 2.1
2	8531,5	232,6	13		S 2.2
1	10815	240,5	15	3	S 3.1
2	11368	239	12,3		S 3.2
1	11088	236,8	16,32	4	S 4.1
2	13335	237	12		S 4.2
3	5096	239	9,5		S 4.3

El trazado y topología de la red de transporte se numera en función ascendente desde la línea inicial a la línea final. Se cumple la condición topológica de que el número de líneas es igual al número de nudos menos uno. El trazado quedará de la siguiente manera:

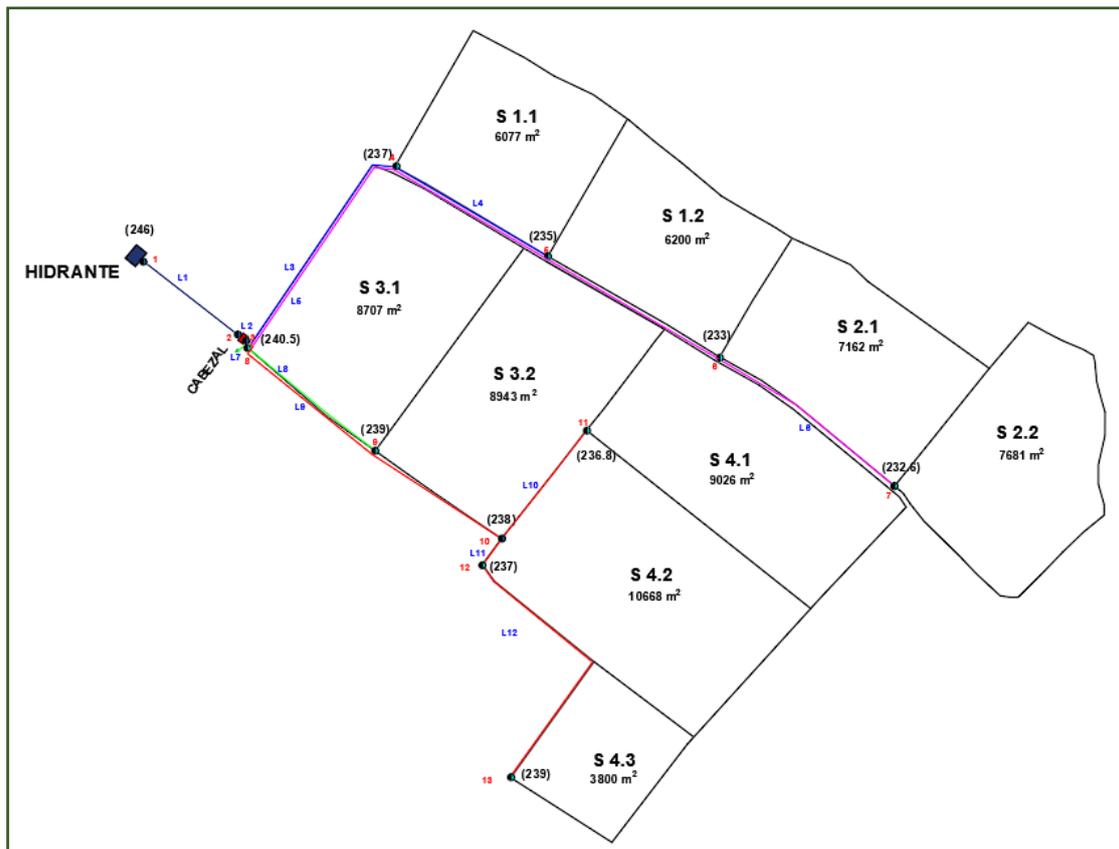


Figura 1. Trazado y topología de la red de transporte

### 3. CÁLCULO DE LOS CAUDALES CIRCULANTES

Una vez definida la red y los nudos de consumo se deben calcular los caudales circulantes y los caudales máximos que circulan por cada tramo de la red, puesto que estos serán los que determinen el diámetro de cada uno de los tramos.

Para ello, se aplica la ecuación de continuidad en los nudos de la red empezando por los nudos extremos y siguiendo en sentido inverso al de la circulación del agua hasta llegar al punto de alimentación, para cada uno de los sectores de riego. La ecuación de continuidad dice que, para cada nudo genérico de la red, el caudal es el sumatorio de los caudales entrantes debe ser igual al sumatorio de los caudales salientes.

$$\sum_{k=1}^n Q_{LK} + q_j = 0 \quad \forall k \in j$$

Como ejemplo se calculará el sector 1, y a continuación se detallarán el resto de los sectores recogidos en una tabla resumen con los caudales circulantes para cada uno de los sectores, hallados estos mediante la aplicación RGWin (J. Arviza).

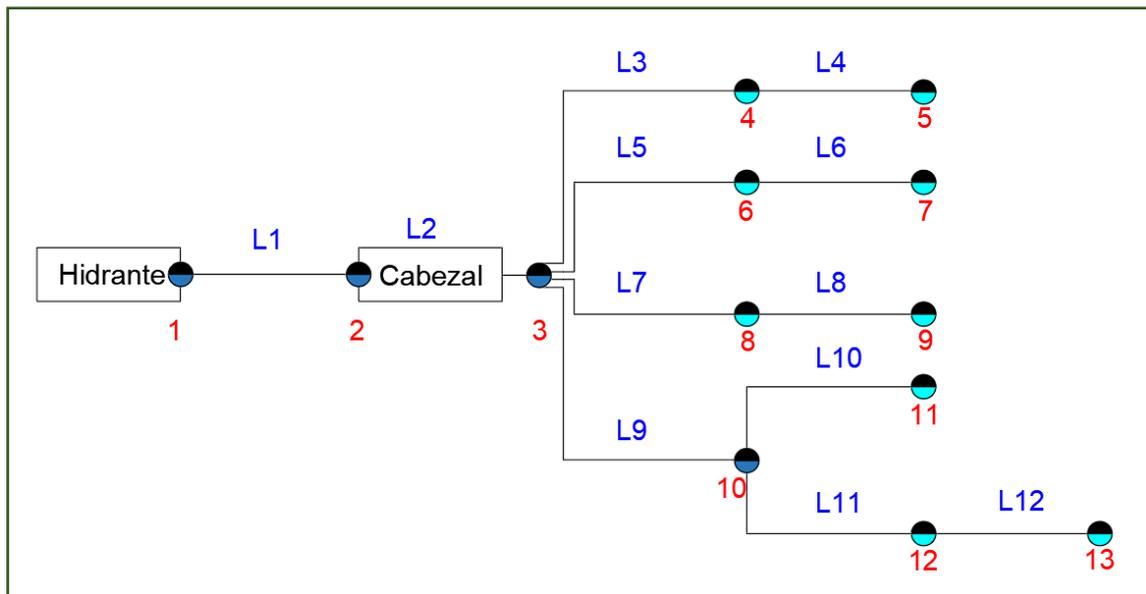


Figura 2. Esquema general de la red de transporte

Primeramente, se calcula la línea 4 que une el nudo 4 y el nudo 5, el cual alimenta la subunidad 1.2.

$$Q_{L_4} = q_5 = 9324 \text{ l/h}$$

Aguas arriba, el siguiente nudo es el 4, el cual alimenta la subunidad 1.1 a través de la línea 3 que parte del cabezal de riego.

$$Q_{L_3} = q_4 + q_5 = 8176 + 9324 = 17500 \text{ l/h}$$

El caudal de la línea 3 será el mismo que circule por la línea 2 y por la línea 1 para el sector 1.

$$Q_{L_3} = Q_{L_2} = Q_{L_1} = 17500 \text{ l/h}$$

Tabla 2. Caudales circulantes por línea calculados por RGW2022

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo de línea	Sector	Id. subunidad	Consumo (l/h)	Caudal circulante (l/h)
1	1	2	1	0	Hidrante		
2	2	3	3	0	Filtrado		
3	3	4	1	1	S 1.1	8176	17500
4	4	5	1	1	S 1.2	9324	9324
5	3	6	1	2	S 2.1	9100	17231,5
6	6	7	1	2	S 2.2	8531,5	8531,5
7	3	8	1	3	S 3.1	10815	22183
8	8	9	1	3	S 3.2	11368	11368
9	3	10	1	0	Bifurcación		
10	10	11	1	4	S 4.1	11088	11088
11	10	12	1	4	S 4.2	13335	18431
12	12	13	1	4	S 4.3	5096	5096

Para determinar los caudales de diseño por línea cuando la red abastece a varios sectores de funcionamiento independiente, se debe establecer el caudal por línea del mayor de los calculados para cada sector de dicha línea.

#### 4. DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

En el presente proyecto la red se abastece desde un hidrante, por ello la cota piezométrica es conocida, es decir, la cota piezométrica en el origen es suficiente para garantizar los requerimientos de caudal y presión.

Por ello, se repartirá la pérdida de carga disponible en las líneas que unen el origen de la red con cada uno de los nudos garantizando en estos los requerimientos de caudal y presión para el correcto funcionamiento de las subunidades de riego.

Inicialmente se calculará como ejemplo el sector 1 para continuar con el resto de los sectores mediante la aplicación RGWin (J. Arviza).

#### 4.1. METODOLOGÍA

##### Datos de partida

Tal como puede observarse, la red de riego se compone de 12 líneas que abastecen a 9 subunidades. El hidrante se sitúa a una cota de 246 m y garantiza un caudal de 35 m<sup>3</sup>/h y una presión mínima de funcionamiento de 35 mca.

Las pérdidas de carga estimadas en el cabezal de riego corresponden a un valor de 8 mca, para el coeficiente mayorante de pérdidas de carga localizadas se toma el valor de 1,05.

El material para emplear en las tuberías es de PVC UNE EN 1452.

En primer lugar, se procede al cálculo de las diferencias de cotas piezométricas entre el origen de la red y cada uno de los nudos de consumo, mediante la ecuación de Bernoulli.

$$Ah_{1-i} = \left( \frac{P_{disponible}}{\gamma} \right)_1 + Z_1 - Z_i - \left( \frac{P_{requerida}}{\gamma} \right) - \Delta H_{filtrado}$$

$$AH_{1-5} = 30 + 246 - 235 - 10,5 - 8 = 22,5 \text{ mca}$$

$$AH_{1-4} = 30 + 246 - 237 - 11,9 - 8 = 19,1 \text{ mca}$$

Estas serían las pérdidas de carga que pueden permitirse entre el hidrante y cada uno de los nudos del sector 1. El valor mínimo de la diferencia de cotas piezométricas estima la pérdida de carga máxima admisible, y el menor valor corresponderá al nudo más desfavorable, en este caso el nudo 4. Por lo tanto, es el que condicionará el dimensionado de ese sector.

Para el dimensionado de las líneas se inicia con la línea 1 y continúa siguiendo el sentido de circulación del agua hasta el nudo más desfavorable. En función de la diferencia de cotas piezométricas entre el origen y los nudos de consumo, ésta se organizará en series de tuberías a efectos de cálculo. Por lo que la ordenación de nudos del más desfavorable al menos sería: nudo 4 y nudo 5. Las líneas que unen el origen con el nudo 4 son la línea 1 y la línea 3, puesto que la línea 2 es el filtrado y ya tiene asignado el valor de la pérdida de carga.

Como la pérdida total en la serie debe ser  $h_{adm \max N3-N5} \leq 19,1 \text{ mca}$ , en una primera aproximación, la pérdida de cada admisible en cada línea será:

$$h_i \leq \frac{\Delta H_{3-4}}{2} = \frac{19,1}{2} = 9,55 \text{ mca}$$

Mediante la fórmula de pérdidas de carga de Veronesse Datei adaptada a Q (m<sup>3</sup>/h), D (mm) y L (m), se calculará el diámetro interior mínimo que debe tener la primera línea:

$$h_{Li} = 91716 \cdot L \cdot Km \cdot \frac{Q^{1,8}}{D_{int}^{4,8}}$$

$$D_{interior L1} = \left( \frac{91716 \cdot 58 \cdot 1,05 \cdot 17,5^{1,8}}{9,55} \right)^{\frac{1}{4,8}} = 46,51 \text{ mm}$$

De las tablas comerciales de PVC se escoge el inmediato superior, por lo que se adopta un  $D_{\text{interior}}$  de 46,8 mm con un DN de 50 mm.

Seguidamente se calcula la pérdida de carga para el diámetro adoptado:

$$\Delta h_{L1} = 91716 \cdot L \cdot Km \cdot \frac{Q^{1,8}}{D_{\text{int}}^{4,8}} = 91716 \cdot 58 \cdot 1,05 \cdot \frac{17,5^{1,8}}{46,8^{4,8}} = 9,27 \text{ mca}$$

La velocidad de circulación con este diámetro corresponde a:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot \left(\frac{17,5}{3600}\right)}{(\pi \cdot 0,0468^2)} = 2,82 \text{ m/s}$$

Una vez obtenida la pérdida de carga real y el DN de la tubería de la línea 1 se calculará la presión resultante en el nudo final de la línea 1 mediante la ecuación de *Bernoulli*:

$$\left(\frac{P_{\text{req}}}{\gamma}\right)_2 = \left(\frac{P_{\text{disp}}}{\gamma}\right)_1 + Z_1 - Z_2 - h_1 = 30 + 246 - 240,5 - 9,27 = 26,23 \text{ mca}$$

La velocidad es relativamente alta, es interesante que las velocidades oscilen entre 1 y 2 m/s con lo que se considera más adecuado realizar el dimensionado limitando la velocidad de circulación del agua.

Por ello se procederá al cálculo mediante un criterio clásico de velocidad utilizando la aplicación RGWin (J. Arviza), esta es una aplicación informática desarrollada para el diseño y dimensionado de las redes de riego a presión.

El criterio clásico de velocidad consiste en fijar unas velocidades máximas de circulación, que dependen del material de las tuberías, del diámetro interior y de los caudales circulantes de cada línea.

Una vez fijada la velocidad máxima, que en tal caso se ha seleccionado una velocidad de 1,5 m/s, el procedimiento a seguir es el mismo. Es decir, se aplica la ecuación de continuidad, se normalizan los diámetros, se aplica la fórmula de *Darcy Weisbach* para el cálculo de las pérdidas de carga y se obtienen las presiones resultantes.

El déficit de presión en un nudo de consumo se calcula como la diferencia entre la presión requerida y la resultante. Para el nudo más desfavorable se obtiene el siguiente valor:

$$\text{Déficit} \left(\frac{P}{\gamma}\right)_{13} = \frac{P_{13}}{\gamma} - \frac{P_{r13}}{\gamma} = 9,5 - 13,6 = -4,1 \text{ mca}$$

Un déficit negativo indica que la instalación tiene la suficiente presión para garantizar un correcto funcionamiento y no es necesaria la instalación de una bomba.

Los resultados obtenidos se observan en el siguiente apartado.

## 5. RESULTADOS DEL DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE

Tabla 3. Definición topológica de la red

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo de línea	Longitud (m)	Cota nudo (-)	Sector	Etiqueta nudo (-)	Consumo nudo(-)	Presión requerida (mca)	Caudal de línea (l/h)
1	1	2	1	58	246	0	Hidrante			29519
2	2	3	3	0	240,5	0	Filtrado			29519
3	3	4	1	113	237	1	S 1.1	8176	11,9	17500
4	4	5	1	81	235	1	S 1.2	9324	10,5	9324
5	3	6	1	283	233	2	S 2.1	9100	10,3	17231,5
6	6	7	1	97,5	232,6	2	S 2.2	8531,5	13	8531,5
7	3	8	1	5,5	240,5	3	S 3.1	10815	15	22183
8	8	9	1	76	239	3	S 3.2	11368	12,3	11368
9	3	10	1	153	238	0	Bifurcación	29519		
10	10	11	1	63,3	236,8	4	S 4.1	11088	16,32	11088
11	10	12	1	15,5	237	4	S 4.2	13335	12	18431
12	12	13	1	133,5	239	4	S 4.3	5096	9,5	5096

Tabla 4. Resultados del dimensionado de la red

Linea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo línea	Sector Riego	Etiqueta	Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (mca)	Pérdida acumulada (mca)	Presión estática (mca)	Presión resultante (mca)	Déficit de presión en nudo (mca)
1	1	2	1	0	Hidrante	84,8	90	0,60	1,45	1,43	1,43	30	28,6	-28,6
2	2	3	3	0	Filtrado				0	8	9,43	35,5	26,1	-26,1
3	3	4	1	1	S 1.1	70,4	75	0,60	1,25	2,65	12,09	39	26,9	-15
4	4	5	1	1	S 1.2	59	63	0,60	0,95	1,46	13,55	41	27,4	-16,9
5	3	6	1	2	S 2.1	70,4	75	0,60	1,26	6,74	16,17	43	26,8	-16,5
6	6	7	1	2	S 2.2	46,8	50	0,60	1,38	4,53	20,7	43,4	22,7	-9,7
7	3	8	1	3	S 3.1	59	63	0,60	1,10	0,13	9,56	35,5	25,9	-10,9
8	3	9	1	3	S 3.2	59	63	0,60	1,16	1,92	11,35	37	25,6	-13,3
9	3	10	1	0	Nudo bifurcación	84,8	90	0,60	1,45	3,78	13,21	38	24,8	-24,8
10	10	11	1	4	S 4.1	59	63	0,60	1,13	1,53	14,74	39,2	24,5	-8,1
11	10	12	1	4	S 4.2	70,4	75	0,60	1,32	0,4	13,61	39	25,4	-13,4
12	12	13	1	4	S 4.3	35,2	40	1,00	1,45	9,75	23,36	37	13,6	-4,1

A la vista de los resultados se observa que el nudo más desfavorable en toda la instalación es el nudo 13, del mismo modo se observa que las presiones resultantes son mayores que las presiones requeridas. Así mismo los déficits de presión en toda la instalación resultan negativos y por ello se concluye que no es necesaria la instalación de una bomba, puesto que existe una presión adecuada para el correcto funcionamiento de la instalación.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# ANEJO V

## CABEZAL DE RIEGO



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Autora: Laura Giménez Gimeno

Tutora: Virginia Palau Estevan

Valencia, septiembre 2022

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	DIMENSIONADO Y TIMBRADO DE LA RED DEL CABEZAL .....	1
2.1.	TUBERÍA PRINCIPAL .....	1
2.2.	TUBERÍAS DE CONEXIÓN A ELEMENTOS DE FILTRADO .....	2
3.	SISTEMA DE FILTRACIÓN .....	2
3.1.	GRADO DE FILTRACIÓN .....	3
3.2.	VELOCIDAD DE FILTRACIÓN .....	3
3.3.	FILTRO DE ANILLAS .....	3
4.	SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN .....	6
4.1.	DEPÓSITOS FERTILIZANTES.....	6
4.2.	SISTEMA DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTES .....	6
5.	SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.....	7
5.1.	CONTADOR VOLUMÉTRICO .....	7
5.2.	VÁLVULA MARIPOSA.....	7
5.3.	ELECTROVÁLVULA.....	7
5.4.	VÁLVULA DE RETENCIÓN.....	8
5.5.	MANÓMETROS .....	8
5.6.	VENTOSAS .....	8
5.7.	SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN .....	8
5.8.	RESUMEN DE LOS SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN .....	9
6.	ESTRUCTURA DEL CABEZAL.....	9

## 1. INTRODUCCIÓN

Una vez definida y dimensionada la red de transporte, se definirán los equipos que permitirán controlar el funcionamiento correcto de la instalación desde el hidrante-cabezal de riego ubicado en la parcela 345, siendo este una caseta prefabricada de hormigón de las dimensiones de 2,5 x 4 x 2,20 metros. Para ello, se instalarán los sistemas de filtrado que garanticen una adecuada calidad del agua, los sistemas de fertirrigación que suministren las necesidades de nutrición del cultivo y los sistemas de control y protección, así como de automatización.

El agua de riego proviene de un hidrante de la comunidad de regantes del Pla de Filaner, el cual aplica previamente un filtrado para separar la materia orgánica e inorgánica del agua de riego. Por ello, el agua llega con una calidad buena a los hidrantes, y simplemente requerirá de un filtrado mínimo como medida de protección de la instalación.

## 2. DIMENSIONADO Y TIMBRADO DE LA RED DEL CABEZAL

La red del cabezal está compuesta por una tubería de PVC UNE EN 1452 con una presión nominal de 1.0 MPa, para prevenir roturas en las maniobras de arranque y parada del sistema. En la tubería se acoplan los elementos de filtrado, válvulas y demás elementos. Al conectarse un alto número de elementos que producen pérdidas de carga, las tuberías se dimensionan por criterio de velocidad, de forma que sean velocidades discretas se tomarán los valores entre 1,5-2 m/s.

### 2.1. TUBERÍA PRINCIPAL

Para el dimensionado de la tubería principal se ha de tener en cuenta el caudal máximo que circulará en la instalación, siendo en tal caso un caudal de 22183 (l/h) que circulará en el sector 3 , y se calcula mediante la siguiente expresión suponiendo una velocidad de 1.5 m/s.

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

donde:

- Q: caudal máximo a la entrada del filtro (m<sup>3</sup>/s)
- V: velocidad de circulación (m/s)

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \times 0,00616}{\pi \times 1,5}} = 0,0723 \text{ m} = 72,3 \text{ mm}$$

Por lo que se tomará un DN de 90 mm con un diámetro interior de 81,4 mm.

La velocidad a la que circulará con este diámetro será de 1,18 m/s.

Las pérdidas de carga continuas se calculan mediante la ecuación de *Venoness-Datei* (con unidades del sistema internacional), y tomando una longitud de 10 metros de forma generalizada.

$$h_r = \frac{0,00092 \times L \times Q^{1,8}}{D^{4,8}} = \frac{0,00092 \times 10 \times 0,00616^{1,8}}{0,0814^{4,8}} = 0,163 \text{ mca}$$

Las pérdidas de carga localizadas se consideran un 20% de las continuas, por lo que las pérdidas de carga totales en las tuberías del cabezal serán de:

$$h_{\text{totales}} = h_r + h_s \quad h_{\text{totales}} = 0,163 \times 1,2 = 0,195 \text{ mca}$$

Por lo que las pérdidas de carga son prácticamente despreciables.

## 2.2. TUBERÍAS DE CONEXIÓN A ELEMENTOS DE FILTRADO

Para el dimensionado de las tuberías de conexión se tomará el mismo procedimiento que en el apartado anterior, por lo que las pérdidas de carga serán en este caso también despreciables. En este caso hay que considerar una única tubería puesto que se va a instalar un filtro de anillas detallado en apartados posteriores.

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

donde:

- Q: caudal máximo a la entrada del filtro (m<sup>3</sup>/s)
- V: velocidad de circulación (m/s)

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \times 0,00616}{\pi \times 1,5}} = 0,0723 \text{ m} = 72,3 \text{ mm}$$

En ambos casos obtenemos las mismas dimensiones puesto que el caudal que circula por la tubería es el mismo. Por ello, se tomará un DN de 90 mm con un diámetro interior de 81,4 mm, y la velocidad a la que circulará con este diámetro será de 1,18 m/s.

## 3. SISTEMA DE FILTRACIÓN

En un sistema de riego localizado se exige una instalación de elementos de filtrado que retenga cualquier partícula que pueda contener el agua de riego. En la presente parcela se instalarán, a nivel del cabezal de riego, filtros de anillas puesto que estos permiten una alta eficiencia de filtración y con ello se garantiza una mayor vida útil de la instalación de riego. Este tipo de filtrado actúa no dejando pasar las partículas más gruesas hacia el interior del filtro y aquellas finas que se introducen quedan retenidas en las anillas. El número de filtros y dimensiones dependerá del

caudal máximo de riego y el grado de filtración estará condicionado por la sensibilidad del emisor de riego a las obturaciones.

### 3.1. GRADO DE FILTRACIÓN

El grado de filtración es el tamaño de los poros en el medio de filtración y se mide en micras. Se obtiene considerando la geometría interna del laberinto del emisor de riego elegido que viene dado por el fabricante, y según la siguiente expresión se obtiene el coeficiente de seguridad:

$$GF = \frac{d}{10} \text{ ó } \frac{d}{8}$$

Caudal (l/h)	Rango presión trabajo (bar)	Dimensiones paso de agua ancho-profundidad-largo (mm)	Área filtración (mm²)	Constante K	Exponente X
1.0	0.5 - 4.0	0.83 x 0.74 x 40	130	1.0	0
1.6	0.5 - 4.0	1.26 x 0.70 x 40	130	1.6	0
2.3	0.5 - 4.0	1.26 x 1.00 x 40	130	2.3	0
3.5	0.5 - 4.0	1.59 x 1.15 x 40	150	3.5	0

Figura 1. Datos técnicos del emisor

Las dimensiones del laberinto del emisor son 1.59 x 1.15 x 40 (mm), por lo que la dimensión más pequeña del emisor es de 1.15 mm.

$$GF = \frac{d}{10} = \frac{1,15}{10} = 0,115 \text{ mm} = 115 \mu\text{m}$$

$$GF = \frac{d}{8} = \frac{1,15}{8} = 0,143 \text{ mm} = 143 \mu\text{m}$$

Se elegirán en tal caso unos filtros con un grado de filtración entre 115 y 143 micras.

### 3.2. VELOCIDAD DE FILTRACIÓN

La velocidad de filtración es otro parámetro por considerar en la elección de los filtros, en general, cuanto menor es la velocidad, mayor capacidad de retención tendrán los filtros. Para calcular la velocidad de filtración se debe conocer la superficie de filtración y el caudal máximo que va a circular por cada filtro y viene dado por la siguiente expresión:

$$\text{Velocidad de filtración (m/h)} = \frac{\text{Caudal } \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)}{\text{Área de filtración efectiva (m}^2\text{)}}$$

### 3.3. FILTRO DE ANILLAS

Los filtros están compuestos de unas anillas ranuradas donde se retienen las partículas que contiene el agua de riego, filtran tanto en volumen como en superficie. En el caso del filtro seleccionado las anillas son de material plástico, donde las partículas más gruesas no logran pasar hacia el interior y las más finas se introducen a través de las anillas y quedan retenidas entre ellas. A continuación, se muestra el filtro manual seleccionado y sus características técnicas.



Figura 2. Filtro de anillas Dual Arkal modelo FM-F7-149 ( Regaber)

Características	Descripción
Conexión	2" Rosca Macho BSP
Presión máxima	10 bar
Qmáx. 400-130μ	25 m³/h
Qmáx. 55μ	17.5 m³/h
Qmáx. 20μ	12,5 m³/h
Área de filtrado	950 cm²
Volumen de filtrado	1225 cm³
Temperatura máxima	70°C

Figura 3. Características técnicas del filtro

Se ha de tener en cuenta los parámetros que se citan a continuación para conocer el número de filtros necesarios.

- Caudal máximo de riego 22,18 m³/h
- Grado de filtración de 130 μm
- Calidad del agua media

El filtro seleccionado permite un caudal de 25 m³/h en estas condiciones, por lo que el número de filtros vendrá dado por:

$$N^{\circ} \text{ filtros} = \frac{22,18}{25} = 0,88 \text{ filtros}$$

Con dicha expresión se comprueba que con un elemento de filtrado es suficiente.

Las pérdidas de carga producidas por el filtro se muestran en la gráfica siguiente, resultando unas pérdidas de carga entre 1 y 1,5 mca a filtro limpio, para un caudal máximo de filtrado de 22,18 m³/h y un grado de filtración de 130 μm

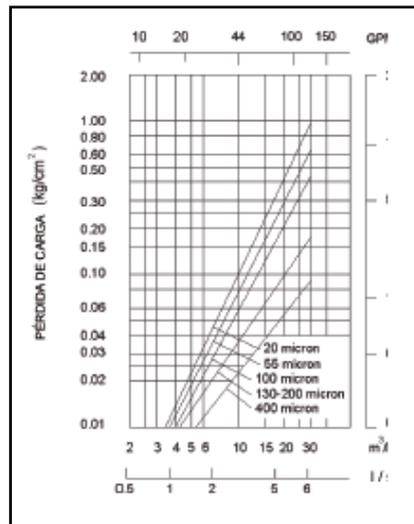


Figura 4. Gráfica comercial de pérdidas de carga (Regaber)

La velocidad del elemento de filtración resulta de:

$$V_{filtración} \frac{Q_{filtro}}{S_{filtración}} = \frac{22,18}{0,0950} = 233,5 \text{ m/h} = 0,065 \text{ m/s}$$

Mediante la ecuación anterior se comprueba que es suficiente la instalación del filtro con las características seleccionadas.

Las anillas de los filtros serán de 130 micras, y los materiales del filtro serán los siguientes:

Nº Figura	Descripción	Material
1	R F ARKAL – Tuerca toma presión	Polipropileno reforzado
2	R F ARKAL – Junta toma presión	EPDM
3	R F ARKAL – Tapón 2" RH	Poliamida reforzada
4	R F ARKAL – Cuerpo	Polipropileno
5	R F ARKAL – Junta brazo	EPDM
6	R F ARKAL – Carcasa brazo	Polipropileno
7	R F ARKAL – Anillas 40 MESH	Polipropileno
8	R F ARKAL – Extensión brazo	Polipropileno
9	R F ARKAL – Tuerca anillas	Polipropileno reforzado
10	R F ARKAL – Abrazadera	Acero inoxidable
11	R F ARKAL – Junta tapa	EPDM
12	R F ARKAL – TAPA	Poliamida reforzada

Figura 5. Materiales filtro (Regaber)

Cabe destacar que en este tipo de filtros se debe realizar una limpieza periódica, se podrá observar en los manómetros cuando es el momento oportuno para ello.

## 4. SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN

### 4.1. DEPÓSITOS FERTILIZANTES

En el cabezal de riego se van a instalar dos depósitos fertilizantes, uno de ellos para la disolución de elementos fertilizantes con una capacidad de 1000L, y otro de ellos para la fertilización en continuo de materia orgánica líquida de 500L, puesto que se dispone de un suelo franco arenoso. Del mismo modo se instalará un depósito de 125L para una solución ácida que permitirá la limpieza de las tuberías y evitar así posibles obturaciones. Cada depósito contará con un agitador de accionamiento eléctrico mediante una electroválvula y una toma de agua accionada por una válvula de bola.

### 4.2. SISTEMA DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTES

Se instalará una bomba de inyección de tipo volumétrico que aportan la energía en forma de presión, puesto que son las más precisas a la hora de inyectar los fertilizantes. Dispone de un cilindro en cuyo interior se desplaza un pistón con movimiento alternativo, la cámara dispone de una entrada y una salida con una válvula antirretorno. El caudal inyectado es discontinuo, puesto que depende del volumen de la cámara y del número de ciclos por minuto. Al ser la presión de inyección mayor crea cierta perturbación que permite comprobar su correcto funcionamiento instalando un manómetro aguas debajo de la bomba, sus oscilaciones no superan pérdidas mayores a 1 mca.



Figura 6. Bomba dosificadora ST-P GAER DA-D1-001 (Regaber)

Modelo	Alcance (l/h (Gal/h))		Presión bar (psi)				Golpes/min		Carrera mm	Pistón ø mm	Potencia kW	Válvula
			AISI		PVC							
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz				
225	225 (59,5)		7 (102)				120		17	48	0,25	1,2" RM

Figura 7. Características técnicas de la bomba (Regaber)

## 5. SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

### 5.1. CONTADOR VOLUMÉTRICO

El contador volumétrico de tipo Woltman mide el volumen de agua de riego a su paso, por ello y para tener control sobre el consumo de agua se instalará después del filtro de anillas. Para ello se ha seleccionado un contador Woltman Gaer WP de 2" (DN50).

Diámetro		Q4	Q3	Q2	Q1	Lectura máxima registro	Lectura mínima registro	Precisión entre Q4 y Q2
mm	pulg	m³/h	m³/h	m³/h	m³/h	m³	litros	
40	1 1/2	31,325	25	0,8	0,5	999999,999	0,0005	
50	2	50	40	0,8	0,5			
65	2 1/2	78,75	63	1,26	0,7875			
80	3	78,75	63	1,26	0,7875			
100	4	125	100	2	1,25			
125	5	200	160	3,2	2,0			

Figura . Características técnicas del contador (Regaber)

### 5.2. VÁLVULA MARIPOSA

Este tipo de válvulas permiten regular el flujo de agua en las tuberías o el corte de suministro en el caso de avería o limpieza. Poseerá un DN80 y una PN10. Se instalarán válvulas de mariposa accionadas mediante gatillo, al inicio y final del filtro de anillas, y al inicio del cabezal para permitir la entrada de agua o en caso de ser necesario el corte del suministro de esta.

### 5.3. ELECTROVÁLVULA

Las electroválvulas controlan el paso del agua por la tubería mediante un solenoide. Posee un DN80 y una PN10. Se colocan al inicio de la bomba inyectora para accionar el momento de succión y al inicio de cada depósito de fertilización para que accione la succión requerida en cada momento. Del mismo modo se deben instalar al inicio de cada sector de riego para que accionen la entrada o corte del suministro en cada momento dado con los DN correspondientes a cada toma o salida de agua.



Figura 8. Electroválvula GALSOL Serie 75 de 3" (Regaber)

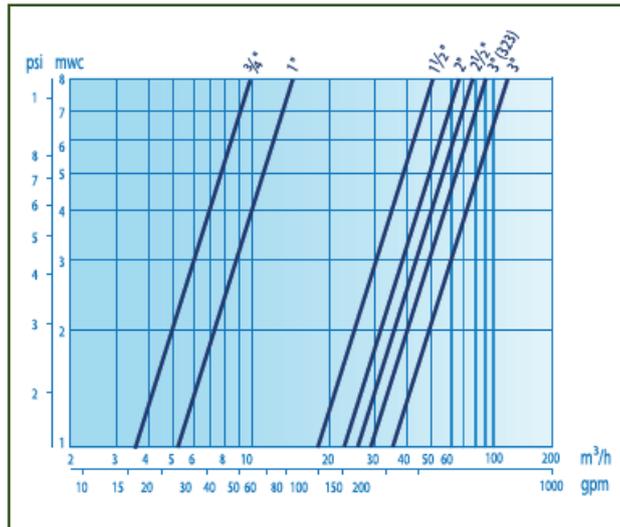


Figura 9. Características de la electroválvula (Regaber)

#### 5.4. VÁLVULA DE RETENCIÓN

La válvula se instalará a la salida de la bomba inyectora para evitar el retorno de dichos elementos. Fabricada en PVC, con un DN80 y una PN10.

#### 5.5. MANÓMETROS

Los manómetros nos permiten medir las presiones en las conducciones, por ello se instalarán manómetros con una medición máxima de 6 bar, al inicio del cabezal de riego, en la entrada y salida de la bomba inyectora, al inicio y final del filtro de anillas y después de la electroválvula de cada sector.

#### 5.6. VENTOSAS

Las ventosas tienen la función de expulsar el aire que queda en la tubería cuando esta se llena, y permite la entrada de aire cuando estas se vacían. Las ventosas se instalan después de los manómetros de cada sector, después del filtrado y antes y después de la bomba inyectora. Se selecciona la ventosa de 3/4" debido al diámetro de la tubería, de material plástico y de efecto automático.

#### 5.7. SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN

Para una correcta automatización se instalará un programador riego por tiempos con las suficientes estaciones que permitan controlar las electroválvulas como cualquier elemento eléctrico. En él se pueden fijar las horas de inicio y fin de riego, así como los días de la semana que se regará.



Figura 10. Programador de parcela DC 12 Est. / 11 Est. + Fert. (Regaber)

## 5.8. RESUMEN DE LOS SISTEMA DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

Elemento	DN (mm)	PN (bar)	Cantidad
Contador Woltman	50	16	1
Válvula de mariposa	80	16	3
Electroválvula	80	10	8
Válvula de retención	80	16	1
Ventosa	3/4"	16	7

## 6. ESTRUCTURA DEL CABEZAL

La estructura del cabezal será una caseta de hormigón armado prefabricada con unas dimensiones de 2,5 x 4 x 2,20 metros. Esta dispondrá de suministro eléctrico con conexión a red cercana, el cual permitirá el accionamiento de la bomba inyectora y demás elementos.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# DOCUMENTO Nº2

## PLANOS



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Autora: Laura Giménez Gimeno

Tutora: Virginia Palau Estevan

Valencia, septiembre 2022

# ÍNDICE

**PLANO Nº 1. SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN**

**PLANO Nº 2. EMPLAZAMIENTO**

**PLANO Nº 3. ZONA REGABLE**

**PLANO Nº 4. SECTORIZACIÓN**

**PLANO Nº 5. DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBUNIDADES Y COTAS TOPOGRÁFICAS**

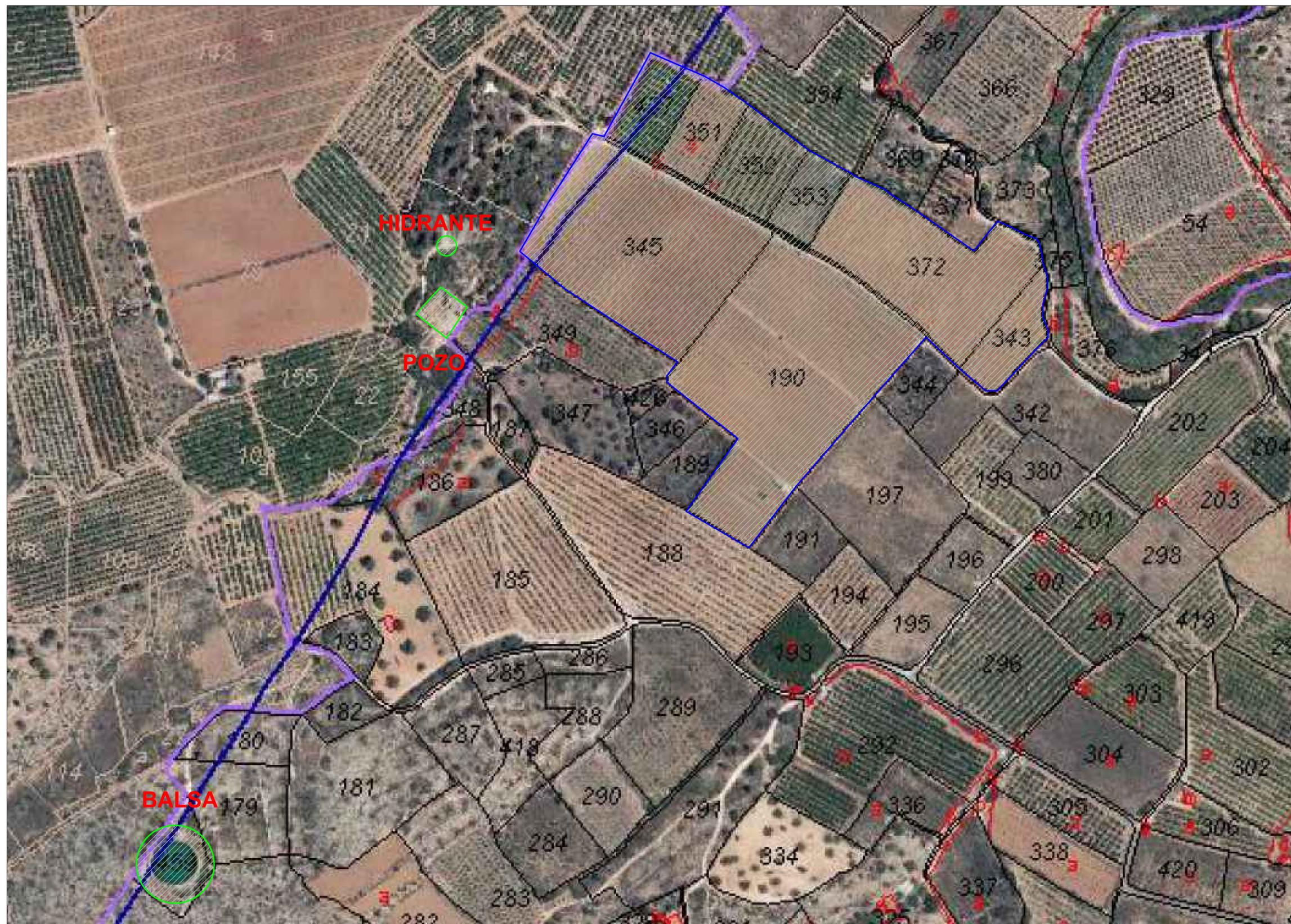
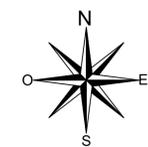
**PLANO Nº 6. DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO**

**PLANO Nº 7. TRAZADO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE**

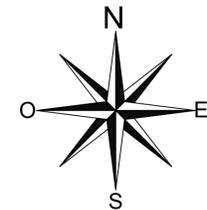
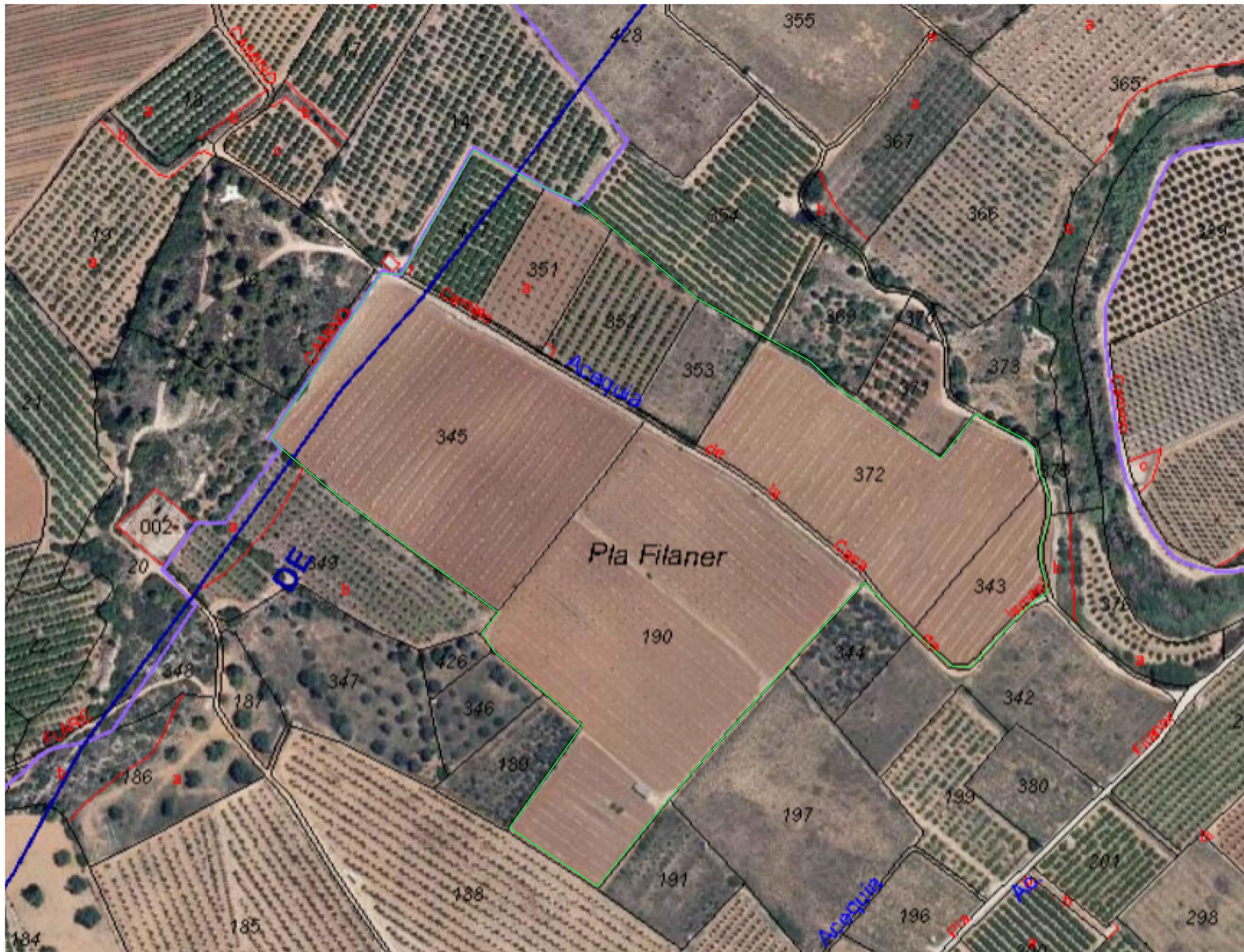
**PLANO Nº 8. ESQUEMA DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE TRANSPORTE**

**PLANO Nº 9. ESQUEMA GENERAL DEL CABEZAL DE RIEGO**

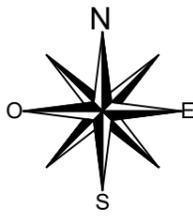




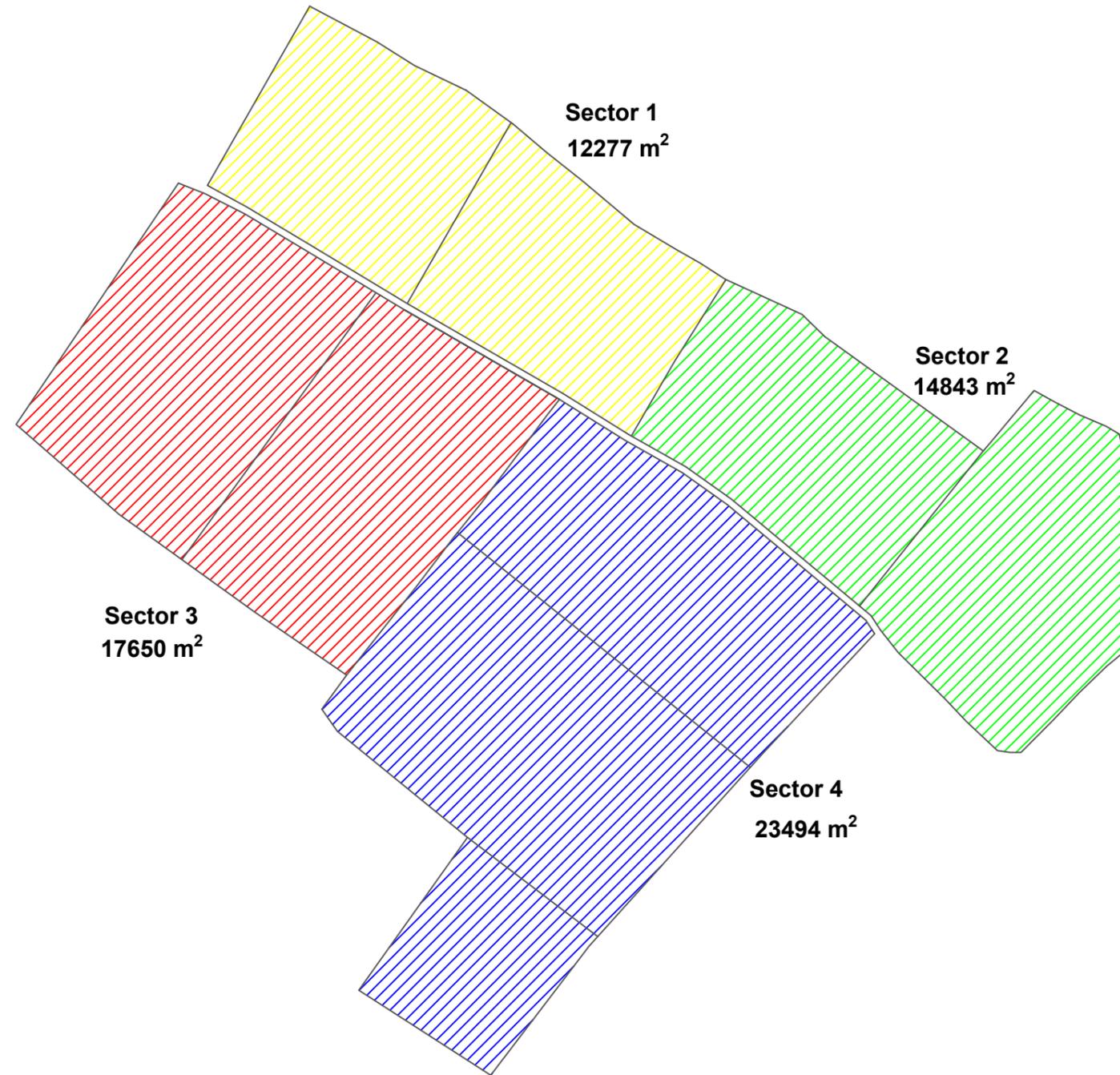
TÍTULO: PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTROY (VALENCIA)			
PETICIONARIO: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN)			FIRMADO: 
NOMBRE: LAURA GIMÉNEZ GIMENO	FECHA: 15/07/2022	ESCALA: 1:1000	PLANO: EMPLAZAMIENTO
Nº PLANO: PLANO Nº 2			



TÍTULO: PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTROY (VALENCIA)			
PETICIONARIO: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN)			FIRMADO: 
NOMBRE: LAURA GIMÉNEZ GIMENO	ESCALA: 1:1000	PLANO: ZONA REGABLE	
FECHA: 15/07/2022			
Nº PLANO: PLANO Nº 3			

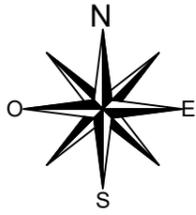


■  
HIDRANTE

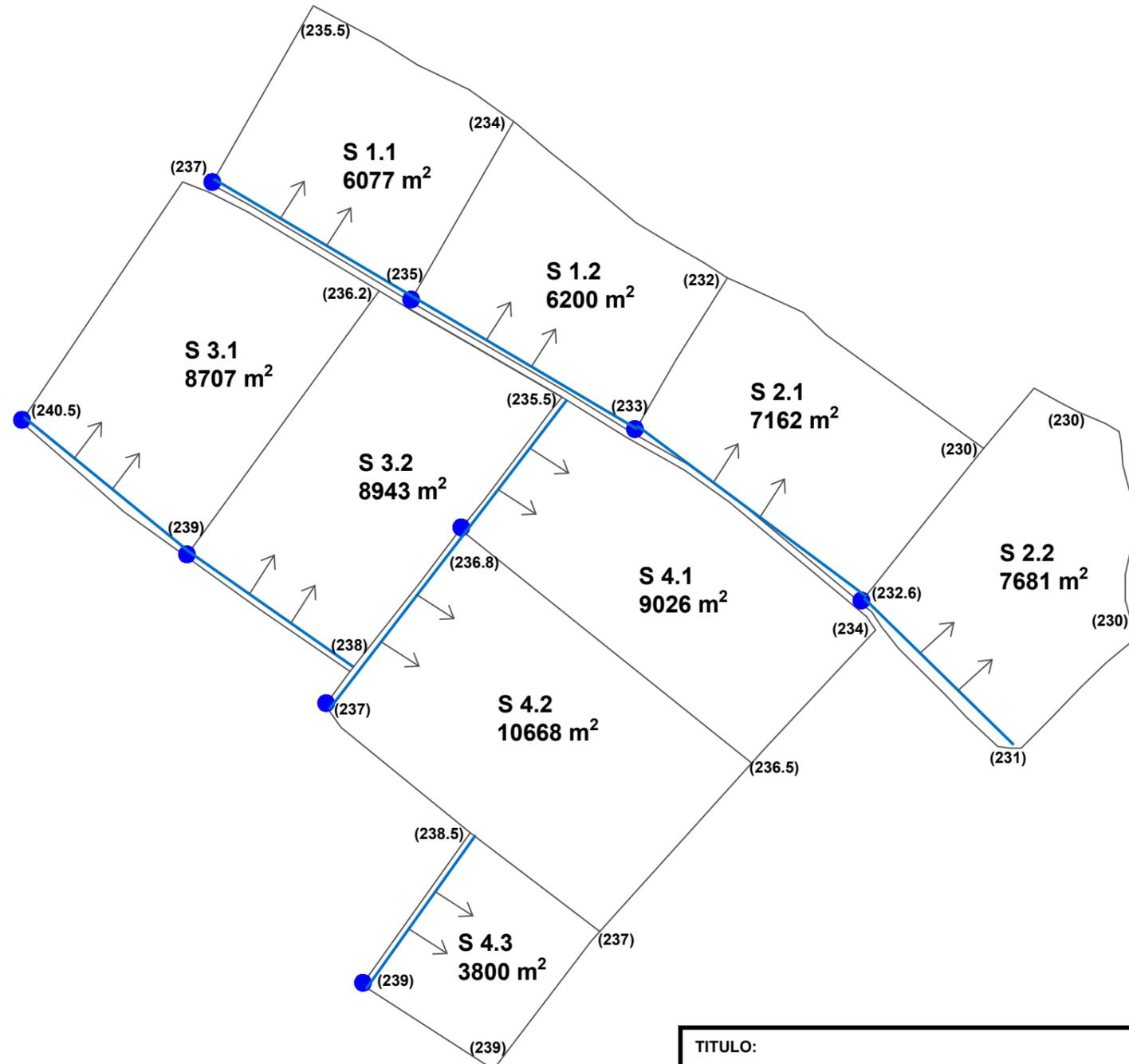


Sector	Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie total sector (m <sup>2</sup> )	Caudal (l/h)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
1	427	3077	12277	17187,8	17,19
	351	3000			
	352	3828			
	353	2372			
2	372	11959	14843	20780,2	20,78
	343	2884			
3	345	17650	17650	24710	24,71
4	190	23494	23494	32891,6	32,89

<b>TITULO:</b>			
PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTROY (VALENCIA)			
<b>PETICIONARIO:</b> Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN)			FIRMADO 
NOMBRE:	LAURA GIMÉNEZ GIMENO	ESCALA:	PLANO :  SECTORIZACIÓN
FECHA:	15/07/2022	1:2000	
Nº DEL PLANO :	PLANO Nº 4		

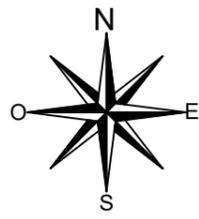


(246)  
  
**HIDRANTE**

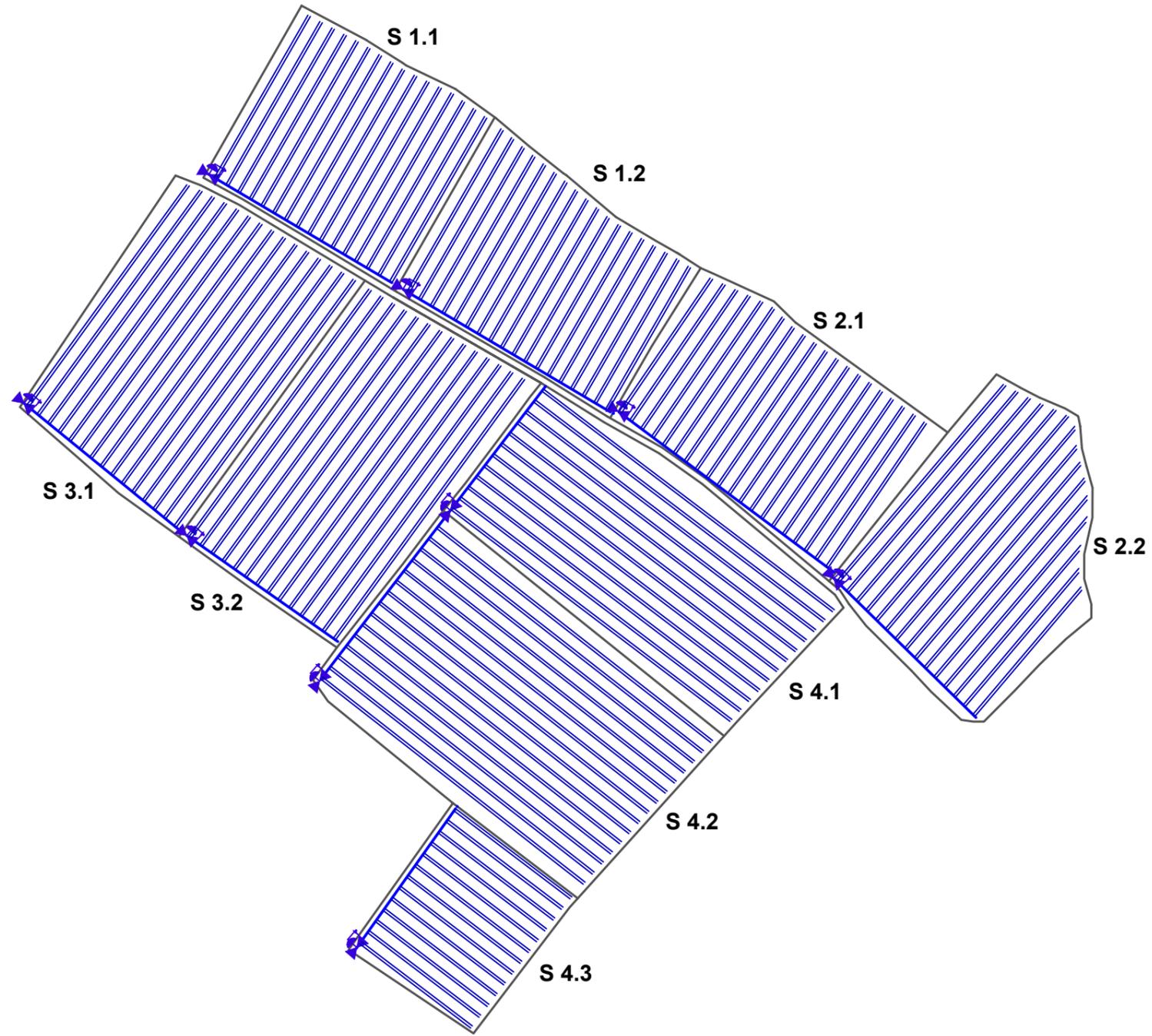


LEYENDA	
COTAS	(246)
DENOMINACIÓN SUBUNIDAD	S 1.1
INICIO TERCIARIA	●
DISPOSICIÓN TERCIARIA	—
DIRECCIÓN LATERAL	⇒

<b>TITULO:</b>			
PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTROY (VALENCIA)			
<b>PETICIONARIO:</b>			<b>FIRMADO</b>
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN)			
<b>NOMBRE:</b>	LAURA GIMÉNEZ GIMENO	<b>ESCALA:</b>	PLANO : DISTRIBUCIÓN DE LAS SUBUNIDADES Y COTAS TOPOGRÁFICAS
<b>FECHA:</b>	15/07/2022	1:2000	
<b>Nº DEL PLANO :</b>	PLANO Nº 5		

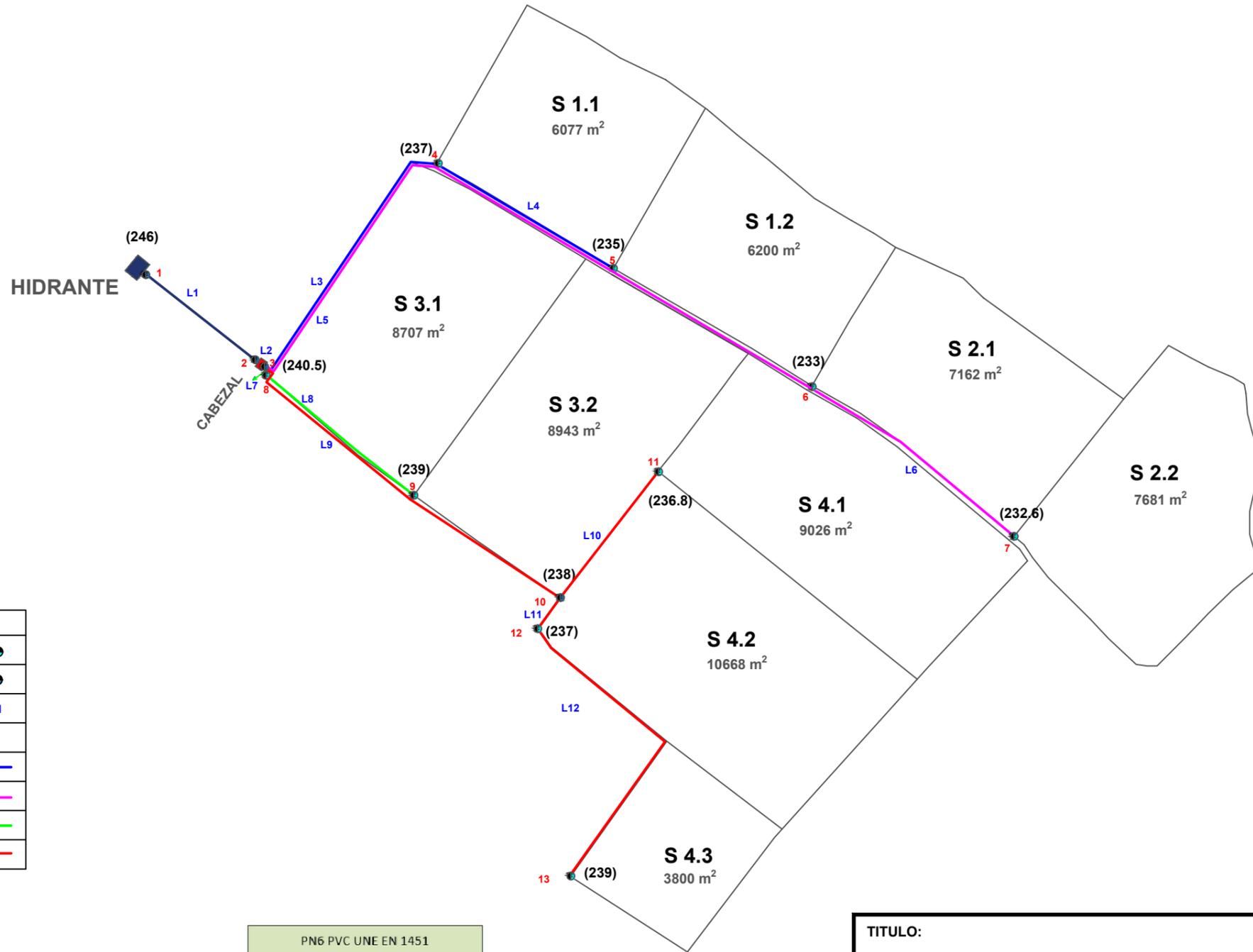
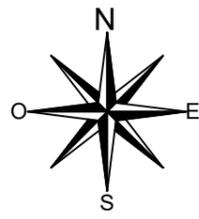


**HIDRANTE**



Subunidad	PVC PN6 UNE EN 1452				PE 32 UNE 53367			Caudal subunidad (m <sup>3</sup> /h)	Presión inicio (mca)
	DN Terciaria (mm)	Longitud total terciaria (m)	DN Terciaria tramo II (m)	Longitud total terciaria tramo II (m)	DN Lateral (mm)	Longitud total lateral (m)	Número de emisores		
1.1	40	81,6			16,6	2333	2336	8,17	11,9
1.2	50	87			16,6	2650	2664	9,32	10,5
2.1	50	97			16,6	2581	2600	9,1	10,3
2.2	40	75,6			16,6	2415	2438	8,53	13
3.1	40	72			16,6	3081	3090	10,81	15
3.2	50	67			16,6	3262	3248	11,36	12,3
4.1	40	57			16,6	3180	3168	11,08	16,32
4.2	90	6	75	66	16,6	3789	3810	13,33	12
4.3	40	62			16,6	1443	1456	5,09	9,5

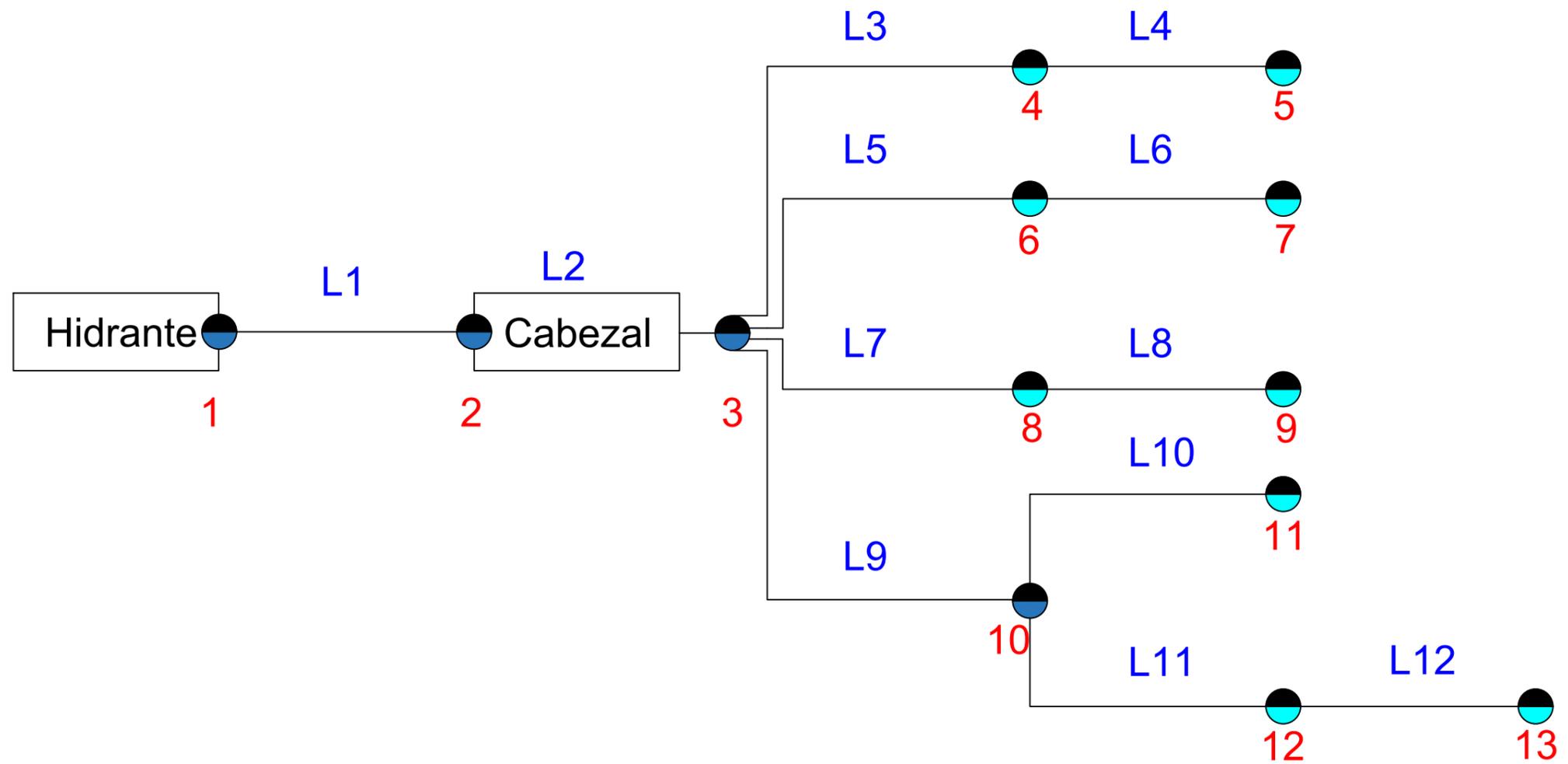
<b>TITULO:</b>			
PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTROY (VALENCIA)			
<b>PETICIONARIO:</b>			FIRMADO
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN)			
<b>NOMBRE:</b>	LAURA GIMÉNEZ GIMENO	<b>ESCALA:</b>	PLANO :  DISEÑO Y DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO
<b>FECHA:</b>	15/07/2022	1:2000	
<b>Nº DEL PLANO :</b>	PLANO Nº 6		



LEYENDA	
Nudo de consumo	
Nudo de bifurcación	
Nº de línea	L1
Nº de nudo	1
Sector 1	
Sector 2	
Sector 3	
Sector 4	

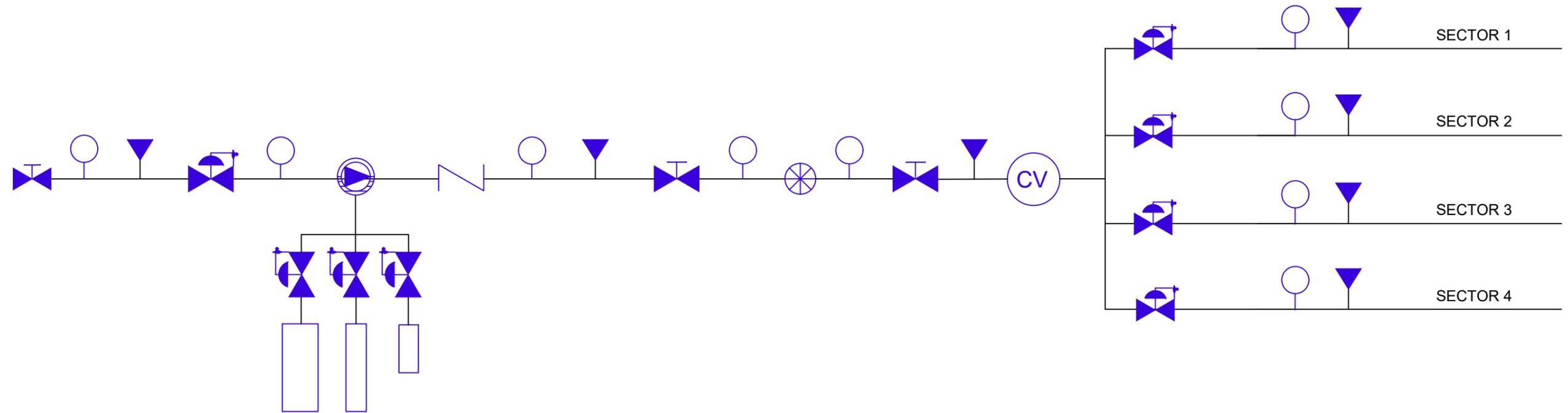
Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Tipo línea	Sector Riego	Etiqueta	PN6 PVC UNE EN 1451	
						Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)
1	1	2	1	0	Hidrante	84,8	90
2	2	3	3	0	Filtrado		
3	3	4	1	1	S 1.1	70,4	75
4	4	5	1	1	S 1.2	59,0	63
5	3	6	1	2	S 2.1	70,4	75
6	6	7	1	2	S 2.2	46,8	50
7	3	8	1	3	S 3.1	59,0	63
8	3	9	1	3	S 3.1	59,0	63
9	3	10	1	0	Nudo bifurcación	84,8	90
10	10	11	1	4	S 4.1	59,0	63
11	10	12	1	4	S 4.2	70,4	75
12	12	13	1	4	S 4.3	35,2	40

<b>TITULO:</b>			
PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTROY (VALENCIA)			
<b>PETICIONARIO:</b>			FIRMADO
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN)			
NOMBRE:	LAURA GIMÉNEZ GIMENO	ESCALA:	PLANO :
FECHA:	15/07/2022		
Nº DEL PLANO :	PLANO Nº 7	TRAZADO Y DIMENSIONADO DE LA RED DE TRANSPORTE	



LEYENDA	
Nudo de consumo	
Nudo de bifurcación	
Nº de línea	L1
Nº de nudo	1

<b>TITULO:</b>		
PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTROY (VALENCIA)		
<b>PETICIONARIO:</b> Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN)		<b>FIRMADO</b> 
<b>NOMBRE:</b>	LAURA GIMÉNEZ GIMENO	<b>PLANO :</b> ESQUEMA DE LA TOPOLOGÍA DE LA RED DE TRANSPORTE
<b>FECHA:</b>	15/07/2022	
<b>Nº DEL PLANO :</b>	PLANO Nº 8	



### LEYENDA

	CONTADOR VOLUMÉTRICO		VENTOSA
	ELECTROVÁLVULA		FILTRO DE ANILLAS
	VÁLVULA DE MARIPOSA		BOMBA INYECTORA
	VÁLVULA DE RETENCIÓN		MANÓMETRO
	DEPÓSITO 1000L		DEPÓSITO 500L
			DEPÓSITO 125L

#### TITULO:

PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIVO DE CÍTRICOS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MONTROY (VALENCIA)

#### PETICIONARIO:

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural (ETSIAMN)

FIRMADO



NOMBRE: LAURA GIMÉNEZ GIMENO

PLANO:

FECHA: 25/07/2022

ESQUEMA GENERAL DEL CABEZAL DE RIEGO

Nº DEL PLANO: PLANO Nº 9



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# DOCUMENTO Nº 3

## PLIEGO DE CONDICIONES



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Autora: Laura Giménez Gimeno

Tutora: Virginia Palau Estevan

Valencia, septiembre 2022

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

## **INDICE**

## **Páginas**

<b>CAPITULO 1.- CONDICIONES GENERALES.</b>	<b>1</b>
1.1.- Objeto del Presente Pliego.	1
1.2.- Prescripciones Complementarias.	1
1.3.- Permisos, licencia y precauciones.	2
1.4.- Inspección de las Obras.	2
1.5.- Relaciones legales y responsabilidad con el público.	3
1.6.- Subcontratos o destajos.	3
1.7.- Conservación del paisaje.	3
<b>CAPITULO 2.- DESCRIPCION DE LAS OBRAS.</b>	<b>4</b>
2.1.- Obras comprendidas en el Proyecto.	4
2.2.- Contraindicaciones y omisiones de la documentación.	4
2.3.- Confrontación de planos y medidas.	4
2.4.- Principio de los trabajos.	4
2.5.- Orden de plazo de ejecución de los trabajos.	4
2.6.- Modificaciones del Proyecto.	5
<b>CAPITULO 3.- CONDICIONES DE LOS MATERIALES.</b>	<b>7</b>
3.1.- Procedencia de los materiales.	7
3.2.- Arenas para hormigón y asiento de tubería.	7
3.3.- Áridos para hormigones.	7
3.4.- Agua.	8
3.5.- Cementos.	8
3.6.- Hormigones.	8
3.7.- Aceros para armar.	9
3.8.- Tubos para impulsiones y redes de distribución.	10
3.9.- Tuberías de PVC. y P.R.V.	10
3.10.- Elementos singulares de la red de riego.	10
3.11.- Tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRV).	16
3.12.- Tubería de PVC.	35
3.13.- Grupos motobomba.	45
3.14.- Tuberías metálicas.	47
3.15.- Válvulas de retención.	50
3.16.- Válvulas de mariposa.	51
3.17.- Válvulas hidrantes.	51
3.18.- Sistemas de control.	51
3.19.- Equipos de Filtrado.	52
3.20.- Pinturas.	52
3.21.- Impermeabilización de balsas.	52
3.22.- Materiales no incluidos en el presente Pliego.	52
3.23.- Ensayos y pruebas de los materiales.	52
<b>CAPITULO 4.- CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.</b>	<b>56</b>
4.1.- Replanteo.	56
4.2.- Maquinaria.	57
4.3.- Inspección y vigilancia de las obras.	57

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

4.4.- Ejecución de las obras. _____	57
4.5.- Acceso a las obras. _____	64
4.6.- Armaduras. _____	64
4.7.- Instalaciones electricas. _____	66

**CAPITULO 5.- NORMAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS. \_\_\_\_\_ 77**

5.1.- Condiciones Generales. _____	77
5.2.- Ensayos. _____	77
5.3.- Significación de los ensayos y reconocimiento durante la ejecución de las obras. _____	77
5.4.- Materiales, elementos de instalaciones y aparatos que reúnan las condiciones necesarias. _____	77
5.5.- Pruebas. _____	78
5.6.- Recepción de las Obras. _____	78
5.7.- Liquidación. _____	79
5.8.- Rescisión. _____	79

**CAPITULO 6.- MEDICION DE LAS UNIDADES DE OBRA Y ABONO DE LAS MISMAS. \_\_\_ 80**

6.1.- Precios a que se abonarán las unidades de obra. _____	80
6.2.- Gastos por cuenta de Contratista. _____	80
6.3.- Excavación en zanjas. _____	80
6.4.- Refino de la zanja. _____	81
6.5.- Recatado de la tubería en zanja. _____	81
6.6.- Relleno a máquina de la zanja. _____	81
6.7.- Mezclas Hidráulicas. _____	81
6.8.- Juntas. _____	82
6.9.- Conductos. _____	82
6.10.- Válvulas de mariposa, desagüe, ventosas, válvulas hidráulicas y acometidas de parcela, filtros y equipos electromecánicos. _____	82
6.11.- Obras de hormigón de cualquier tipo o dosificación. _____	82
6.12.- Acero en armaduras. _____	83
6.13.- Maquinaria. _____	83
6.14.- Medición y abono de palastro en tuberías y piezas especiales. _____	83
6.15.- Acopios. _____	84
6.16.- Conducciones eléctricas. _____	84
6.17.- Obras incompletas. _____	84
6.18.- Partidas alzadas. _____	85
6.19.- Construcciones auxiliares y provisionales. _____	85
6.20.- Medios Auxiliares. _____	85

## **CAPITULO 1.- CONDICIONES GENERALES.**

### **1.1.- Objeto del Presente Pliego.**

El presente Pliego de Condiciones Económico-Facultativas, comprende las preceptivas para la ejecución de las obras del **“PROYECTO DE TRANSFORMACIÓN Y DISEÑO DE UNA RED DE RIEGO LOCALIZADO EN UNA FINCA DE 20,40 ha EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MOIXENT (VALENCIA)”**.

### **1.2.- Prescripciones Complementarias.**

En todo aquello en que no se encuentren modificadas por el contenido del presente Pliego, en cuyo caso prevalecerá éste, son de aplicación a las obras de este Proyecto las siguientes disposiciones oficiales:

- 1.- Pliego de Condiciones Técnico Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales.
- 2.- Ley de Contratos de Estado y Reglamento para su aplicación.
- 3.- Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de hormigón.
- 4.- Normas de Ensayo del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo del Centro de Experimentación de Obras Públicas.
- 5.- Pliego del Prescripciones Técnicas Generales de Tubería de Abastecimiento de Agua, del M.O.P.U.
- 6.- Instrucción Mv-103/1972 para cálculo de las estructuras de acero laminado.
- 7.- Reglamento electrónico para Baja Tensión vigente y sus instrucciones complementarias.
- 8.- Normas “UNE” del Instituto de Racionalización en ausencia las normas “DIN” alemanas. En los casos que se citan, las A.S.T.M.

El contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y cuantas disposiciones legales de carácter laboral, social, seguros y de protección a la Industria Nacional rijan en la fecha en que se ejecutan las obras.

## PLIEGO DE CONDICIONES

---

Está obligado también al cumplimiento de cuanto la Dirección de las obras le dicte, encaminado a garantizar la seguridad de los obreros y buena marcha de las obras, bien entendido que en ningún caso será eximido de la responsabilidad.

En caso de discrepancias entre normas, disposiciones, etc, y este Pliego, la decisión del Ingeniero Director será inapelable.

### **1.3.- Permisos, licencia y precauciones.**

Se define la gestión de permisos, licencias y precauciones pertinentes

El contratista deberá obtener por gestión suya, los permisos y licencias necesarias para la ejecución de las obras con la excepción de las correspondientes a la expropiación de las zonas afectadas por las mismas y las de modificación de líneas eléctricas, telefónicas y telegráficas y servidumbres establecidas y aquellas otras que a la Administración Pública le interese conservar en el futuro a juicio del Ingeniero Director y deberá abonar todas las cargas, tasas e impuestos derivados de la obtención de aquellos permisos, asimismo abonará a su costa todos los cánones para la ocupación temporal o definitiva de terrenos para instalación, explotación de canteras y vertederos de productos sobrantes, obtención de materiales, etc, estén incluidos específicamente estos gastos en la descomposición de precios o no lo estén. El contratista solo tendrá derecho, en todo caso, a la puesta en práctica de los derechos que referentes a estas cuestiones da la Administración Pública la Ley de Expropiación Forzosa.

El contratista tomará cuantas medidas de precaución sean precisas durante la ejecución de las obras, para proteger al público y facilitar el tráfico.

Mientras dure la ejecución de las obras, se establecerán en todos los puntos donde sea necesarios, y a fin de mantener la debida seguridad del tráfico ajeno a aquella las señales de balizamiento preceptivas de acuerdo con la O.M. de 14 de Marzo de 1.960 y las aclaraciones complementarias del 23 de Marzo de 1980 de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, la permanencia de estas señales deberá estar garantizada por los vigilantes que fueran necesarias. Tanto las señales como los jornales de estos últimos serán de cuenta del contratista.

En cualquier caso, la responsabilidad de los accidentes de tráfico, motivados por la ejecución de las obras será integra del contratista.

### **1.4.- Inspección de las Obras.**

El personal de la Administración, así como el Ingeniero Director de las obras o a sus delegados, tendrá acceso libre y en cualquier momento a cualquier parte de las obras y a las instalaciones de suministro o auxiliares motivadas por aquella.

El Ingeniero Director resolverá cualquier cuestión que surja en lo referente a la calidad de los materiales empleados, ejecución de las distintas unidades de obra contratada, interpretación de planos y especificaciones y, en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos encomendados.

#### **1.5.- Relaciones legales y responsabilidad con el público.**

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio, públicos o privados, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras. Los servicios públicos serán reparados de forma inmediata, a costa del Contratista.

Asimismo, el Contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director de las mismas y colocarlos bajo su custodia.

#### **1.6.- Subcontratos o destajos.**

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo del Ingeniero Director de las mismas.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato, deberán formularse por escrito, con suficiente antelación, aportando los datos sobre este subcontrato así como sobre la organización que ha de realizarlo. La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual.

La Dirección de Obra está facultada para decidir la exclusión de un destajista por ser éste incompetente o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión el Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas para la rescisión.

#### **1.7.- Conservación del paisaje.**

El Contratista prestará atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesita realizar para la consecución del contrato sobre la estética y el paisaje de las zonas en que se hallen ubicadas las obras.

En tal sentido, cuidará de los árboles, hitos, vallas, pretilos y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, sean debidamente protegidos, en evitación de posibles destrozos, que de producirse serán restaurados a su cuenta.

## **CAPITULO 2.- DESCRIPCION DE LAS OBRAS.**

### **2.1.- Obras comprendidas en el Proyecto.**

El presente Proyecto contiene las Obras de **(OBRAS A REALIZAR Y UBICACIÓN)** y que se sucintamente corresponden a los siguientes Capítulos: (NÚMERO Y DESCRIPCIÓN).

### **2.2.- Contraindicaciones y omisiones de la documentación.**

Las omisiones que los documentos del presente Proyecto o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu del Proyecto, o que por uso o costumbre deban ser realizadas , no eximen al Contratista de la obligatoriedad de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en la documentación del Proyecto.

### **2.3.- Confrontación de planos y medidas.**

El contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente a la Dirección de la Obra sobre cualquier contradicción. Las cotas de los planos deberán, en general, ser referidos a los de menor escala. El Contratista deberá confrontar los planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable de cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

### **2.4.- Principio de los trabajos.**

Será condición indispensable para el inicio de los trabajos la firma del acta de replanteo.

La ejecución de las obras deberá comenzar en un plazo máximo de treinta (30) días naturales contados a partir de la fecha del acta de replanteo.

#### **2.5.- Orden de plazo de ejecución de los trabajos.**

El orden de ejecución de los trabajos y su distribución en parte y en el tiempo será el que oportunamente determine la Dirección de las Obras, a la vista de las necesidades y recursos disponibles.

El plazo de ejecución de la totalidad de la obra será el que se fije en las condiciones del Consumo o Subasta, que se celebre para la contratación de las obras, o el que se fije en la escritura del contrato de aquellas.

El contratista presentará para cada una de las obras un plan completo, detallado y razonado, para el desarrollo de las mismas a partir de su replanteo.

Este plan, que incluirá necesidades de materiales ha de estar de acuerdo con los plazos fijados en cada proyecto; una vez aprobado por la Administración quedará vigente para el desarrollo de cada obra o grupos de obra, debiendo solicitarse expresamente toda la modificación al plan previsto y aprobado. En este plan indicará los medios auxiliares que ofrece emplear en el desarrollo de las obras. Estos medios quedarán afectos a ellas y en ningún caso podrá el Contratista retirarlos sin autorización escrita de la Dirección de las mismas.

El plan de construcción debe presentarse antes de transcurrido un (1) mes después de su replanteo, y los medios auxiliares relacionados con él han de ser como mínimo los ofrecidos en la propuesta inicial, salvo que la Dirección de la Obra estime otra cosa a la vista del plan propuesto.

La aceptación del plan y relación de medios auxiliares propuestos por Contratista no implica exención alguna de responsabilidad para el mismo, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

El Contratista aumentará los medios e instalaciones auxiliares, almacenes y personal técnico siempre que la Dirección de la Obra compruebe que es necesario para el desarrollo de las obras en el plazo ofrecido por el Contratista. Estos aumentos no podrán ser retirados sin autorización escrita de la Dirección de Obra.

Se levantará un acta en la que consten los medios auxiliares y técnicos que queden adscritos a la obra.

#### **2.6.- Modificaciones del Proyecto.**

El Director de Obra podrá introducir en el Proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las obras aunque no se hayan previsto en el Proyecto y siempre que lo sean sin separarse de sus espíritus y recta interpretación.

También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las cantidades de obras marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica por otra, que ésta sea de las comprendidas en el Contrato.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el contratista siempre que, a los precios del contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el presupuesto de adjudicación en más de lo que dispone el Reglamento de Contratos del Estado.

En todo caso, el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ningún género, por supuestos perjuicios que le pueda ocasionar la modificación en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución

### **CAPITULO 3.- CONDICIONES DE LOS MATERIALES.**

#### **3.1.- Procedencia de los materiales.**

En los siguientes artículos en los que se indica la procedencia de los materiales, es a título de orientación para el Contratista, quien no está obligado a utilizarla.

La procedencia de los materiales no liberarán en ningún caso al Contratista de la obligación de que estos cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, condiciones que habrán de comprobarse siempre mediante los ensayos correspondientes.

La Dirección no asume la responsabilidad que el Contratista encuentre en el lugar de las obras los materiales adecuados en cantidad suficiente para las mismas, en el momento de su ejecución.

Los materiales procederán exclusivamente de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y, que hayan sido previamente aprobados por el Ingeniero Director de las Obras.

#### **3.2.- Arenas para hormigón y asiento de tubería.**

Las arenas a utilizar deberán proceder (**CARACTERISTICAS Y ORIGEN**) y deberán cumplir estrictamente las prescripciones de la vigente Instrucción para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón.

En todo caso, las arenas deberán ser presentadas oportunamente a la aprobación de la Dirección de la Obra.

### **3.3.- Áridos para hormigones.**

Se empleará **(CARACTERISTICAS Y ORIGEN)**.

Deberá asimismo cumplirse estrictamente lo preceptuado en la vigente Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón.

### **3.4.- Agua.**

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones y en general en todos los aglomerantes, deberán reunir las condiciones que prescribe la vigente Instrucción para el Proyecto y ejecución de obras de hormigón.

Las aguas selenitosas podrán emplearse previa autorización de la Dirección de Obra, únicamente en la confección de morteros de yeso.

### **3.5.- Cementos.**

Cumplirá el Pliego de Condiciones Generales para la recepción de conglomerantes hidráulicos vigente.

En el momento de su empleo deberá cumplir además las recomendaciones y prescripciones contenidas en la vigente Instrucción para el Proyecto y ejecución de obras de hormigón EHE.

Se almacenará en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de humedad, tanto del suelo como de las paredes.

### **3.6.- Hormigones.**

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la “Instrucción para el Proyecto de Obras de Hormigón Vigente”.

Siempre que en una misma obra se utilicen cemento de distinto tipo, será necesario tener presente cuanto se indica en las Instrucciones y Pliego de Condiciones vigentes sobre incompatibilidad de hormigones fabricados con distintos tipos de conglomerantes.

La dosificación, resistencia y empleo de los diversos tipos de hormigón será la establecida en el cuadro adjunto.

<b>Tipo</b>	<b>Dosificación de Cemento normal (P-350)</b>	<b>Resistencia características en (kg/cm<sup>2</sup> a 28 días)</b>	<b>Lugares empleo</b>
H-100	200	100	Anclajes y Rellenos
H-125	250	125	Pequeñas cimentaciones
H-175	350	175	Estructuras

**Tabla 1. Tipo, dosificación, resistencia y lugares de empleo.**

La dosificación de los diferentes materiales destinados a la fabricación del hormigón se hará siempre en peso, con la única excepción del agua, cuya dosificación se hará en volumen.

### **3.7.- Aceros para armar.**

Se empleará exclusivamente el acero especial en barras corrugadas con resaltes superficiales, de acero laminado de dureza natural o endurecido por deformación en frío. Llevarán grabada marca de fábrica y poseerán aspecto definido por los que se reconozca su tipo.

Tendrán garantizadas por su fabricante las siguientes características, determinadas según las normas UNE 7010 y 7051.

- a) Límite elástico aparente o convencional de deformación remanente 0,2 %, no inferior al establecido por el fabricante, que será no menor que 4.200 kg/cm<sup>2</sup> ni mayor que 5.000 kg/cm<sup>2</sup>.
- b) Resistencia a tracción, alargamiento de rotura y doblado no inferiores a los especificados en la norma UNE 36.088.

#### **Recepción de los aceros para armar.**

Los rollos, madejas o las armaduras elaboradas, se entregarán en obra con un documentos del suministrador, fábrica o almacenista que especifique el nombre del fabricante, el tipo de acero y el peso.

Cuando el Ingeniero Director de las Obras lo juzgue preciso se realizarán ensayos de recepción, realizando la toma de muestras en presencia de un representante del suministrador y enviando las muestras a un laboratorio para determinar sus características.

Se exigirá: Marca, en la recepción de cada partida.

Tolerancia en peso: Conviene cortar muestras en diferentes lugares para comprobar que se cumple lo especificado en la norma UNE36.088.

La partida se rechazará si no cumple la tolerancia en el peso por defecto o por exceso.

Los ensayos de recepción, se realizarán con arreglo a lo prescrito en la norma UNE.36.088.

#### **3.8.- Tubos para impulsiones y redes de distribución.**

Para todo lo relacionado con los tubos para la red de distribución de agua se estará a lo que dispone el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua, del Ministerio de Obras Públicas (BOE de 2 y 3 de Octubre de 1.964). Las tuberías utilizadas para estos fines son de Policloruro de Vinilo (P.V.C.) y de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

#### **3.9.- Tuberías de PVC. y P.R.V.**

### **3.9.1.- Tubos de PVC. Y de P.R.V.**

#### **a) Transporte y manipulación de los tubos.**

En la carga, transporte y descarga de los tubos se evitarán los choques, se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal forma que no sufran golpes de importancia.

Una vez acoplados los tubos en el borde de las zanjas y dispuestos ya para el montaje, deben ser examinados por un representante de la Administración, debiendo rechazarse aquellos que presenten algún deterioro.

La administración no pagará ningún tubo que se rechace por haberse deteriorado en el transporte, cualquiera que sea la causa.

#### **b) Montaje de los tubos.**

Los tubos se bajarán al fondo de la zanja con precaución empleando los medios adecuados según su peso y longitud.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán éstos para cerciorarse que el interior está libre de tierra, piedras, útiles de trabajo, prendas de vestir, etc, y se realizará su centrado y perfecta alineación, con un poco de material de relleno para impedir su movimiento.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes; en el caso de zanjas con inclinaciones superiores al diez por ciento, la tubería se colocará en sentido adyacente. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como su primera colocación.

Por encima de la generatriz superior de la tubería habrá siempre por lo menos un metro hasta la rasante del terreno.

Cuando se interrumpa la colocación de la tubería, se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, procediendo no obstante esta precaución a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haber introducido algún cuerpo extraño de la misma.

## PLIEGO DE CONDICIONES

---

Las tuberías y zanjas, se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación en caso necesario.

Generalmente no se colocarán más de cien metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlo en lo posible de golpes.

Antes de proceder a la colocación de los tubos, se echarán diez centímetros de espesor de arena en solera y después se colocarán los tubos con las precauciones indicadas, procediéndose al relleno con arena de toda la zanja hasta diez centímetros por encima de la generatriz superior, retacándose ambos laterales de la conducción.

A continuación se efectuará el relleno de las zanjas por tongadas sucesivas; la primera alrededor de 30 cms se hará manualmente evitando colocar piedra o gravas con diámetros superiores a los 20 cms.

Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas, o consolidar rellenos de forma que no produzcan movimientos en la tubería.

Donde los asientos tengan poca importancia a juicio del Director de Obra, el Contratista podrá rellenar (a partir de los 30 cms sobre la arista superior la tubería) sin precauciones especiales, pero recargando el terraplén sobre la zanja, lo suficiente para compensar los asientos que se produzcan.

Los extremos de los tubos no quedarán a tope, sino con un pequeño hueco de 1,5 cm. Todas las piezas deberán quedar perfectamente centradas en relación con el final de los tubos.

### **c) Sujeción y apoyo contra la reacciones en codos, derivaciones y otras piezas.**

Una vez sentados los tubos y las piezas especiales se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación, etc.

Según la importancia de los empujes, estos apoyos o sujeciones serán de hormigón ó metálicos, establecidos sobre terrenos de resistencia suficientes y con el desarrollo preciso para evitar que puedan ser movidos por los esfuerzos que comporten.

Los apoyos, salvo prescripción taxativa contraria, deberán ser colocados en forma que las puntas de las tuberías y de los accesorios sean accesibles para su reparación.

Las barras de acero o abrazaderas metálicas, deberán ser galvanizadas o tratadas de otro modo contra la oxidación incluso partidas adecuadamente o embebidas en hormigón.

Se prohíbe el empleo de cuñas de piedra o madera, que puedan desplazarse.

### **3.9.2.- Pruebas de la tubería instalada.**

Con carácter general se realizarán las pruebas con presión de los grupos de bombeo una vez completa la instalación.

En los casos en los que bien por montajes defectuosos, o por movimientos de la tubería en la zanja, la Dirección Facultativa estime que puedan existir riesgos de mal funcionamiento, y sin cargo para la propiedad, se realizarán las siguientes pruebas:

#### **a) Prueba de presión interior.**

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a hacer pruebas parciales a presión interna, por tramos de longitud fijada por la Dirección de la Obra. Como norma se recomienda que estos trozos tengan la longitud aproximada de 500 m, pero en el tramo elegido la diferencia de cotas entre el punto de rasante más bajo y el de rasante más alto no excederá del 10% de la presión de prueba.

Antes de comenzar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la canalización; la zanja puede estar parcialmente rellena, dejando al menos descubiertas las juntas.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo a arriba, una vez que se haya comprobado que no existe aire por la conducción.

En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramos a probar se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica, podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión con toda lentitud. Se dispondrá en el punto más bajo de toda la tubería a

ensayar y estará provisto de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Administración o previamente comprobado por la misma.

Los puntos extremos del trozo a probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales, que se apuntalarán para evitar desplazamiento de las mismas o fugas de agua y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería.

Se comprobará que las llaves intermedias en el tramo, caso de existir, se encuentran bien abiertas.

La presión interior de prueba en zanjas de la conducción será tal que se alcance 1,4 veces la presión máxima de trabajo en este tramo.

La presión durará treinta minutos (30) y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a  $p/5$  siendo (p) la presión de prueba en zanja, en atmósferas.

Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algunos tubos y piezas, de forma que el final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la fijada.

**b) Prueba de estanqueidad.**

Después de haberse realizado satisfactoriamente la prueba de presión, deberá realizarse la estanqueidad.

El Contratista proporcionará todos los elementos precisos para realizar esta prueba, así como el personal necesario. La Administración podrá suministrarse los manómetros o equipos medidores, si lo estima conveniente o comprobar los aportados por el Contratista.

La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en la tubería a la cual pertenece el tramo de prueba.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse con un bombín tarado, dentro de la tubería de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad, después de haber llenado la tubería de agua y de haberse expulsado aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas y la pérdida de este tiempo será inferior a:

$$V = K.L.F.$$

Siendo:

- V= pérdida total de la prueba de litro.  
L = longitud del tramos de prueba en metro.  
D= diámetro interior en metro.  
K = coeficiente igual a 0,350.

De todas formas, si las pérdidas fijadas son sobrepasadas, el Contratista, a sus expensas, reparará todas las juntas y tubos defectuosos, asimismo viene obligado a reparar aquellas juntas que acusen pérdidas apreciables, aún cuando el total sea inferior a la admisible.

### **3.10.- Elementos singulares de la red de riego.**

#### **3.10.1.- Definición.**

A los efectos de este Pliego , reciben la denominación de elementos singulares de la Red aquellos que figuran intercalados en la misma, aisladamente, aunque con posible repetición, instalados con fines específicos de maniobra, entrega de agua a fincas , protección de las redes, o bien piezas especiales para cambio de sección, derivación, etc.

Las piezas especiales referidas están construidas con chapa de palastro, con un espesor mínimo de 8-6 mm según especificaciones y convenientemente protegidas contra la oxidación, tanto interior como exteriormente, mediante pintura aplicada de acuerdo con el procedimiento descrito en el epígrafe acoplamiento normales de los tubos adyacentes.

Terminado el montaje de la tubería, las piezas especiales descritas se anclaran con hormigón en masa pero sin perder la flexibilidad que proporcionan las juntas elásticas que las unen a la tubería.

Las piezas que vayan unidas mediante pletinas a otros elementos singulares incorporarán juntas de material elastómero especial para tal fin con un espesor mínimo de ocho milímetros (8 mm).

#### **3.10.2.- Piezas para cambio de sección.**

Deben tener tanto interior como exteriormente forma tronco-cónica, de modo que el paso de un diámetro a otro se realice sin brusquedades, con el fin de evitar fenómenos de cavitación y pérdidas de carga excesivas.

Por ello, la longitud del tronco de cono será igual a diez veces la diferencia de diámetros.

$$L = (D - d) \times 10$$

### **3.10.3.- Uniones en T.**

Se llama así a la derivación en ángulo recto, las cuales deben de presentar una superficie sin aristas, verificándose el paso de uno a otro con las menores pérdidas de carga posible.

Para ello se exige que en el plano de la sección por los ejes de la tubería, el radio de acuerdo sea la mitad (1/2) de radio de la tubería que se deriva, abocinándose el resto de modo que la superficie de transición sea siempre tangente a éste, a lo largo de la misma directriz.

### **3.10.4.- Derivaciones en cruz.**

Tienen por objeto obtener de una tubería dos derivaciones en dirección perpendicular a la misma y cuyos ejes son coincidentes.

La superficie de unión de las dos derivaciones que así se forman con el tubo principal cumplirán una y otra las condiciones exigidas en el epígrafe 3.10.3. para las piezas en T, y si hubiese reducción de diámetro a partir del punto de derivación se hará dicha reducción con las prescripciones contenidas en el epígrafe 3.10.2.

### **3.10.5.- Codos.**

El replanteo definitivo fijará los ángulos de las alineaciones a las que han de ajustarse exactamente los codos.

Los codos no tendrán, bajo ningún concepto, aristas, debiendo efectuarse el cambio de dirección del agua mediante una superficie curva cuya sección por el plano que contiene los ejes de los tubos adyacentes, deberá tener un radio interior no menor del doble del diámetro nominal de la conducción.

### **3.10.6.- Acometidas a parcelas.**

La conexión a cada unidad hidráulica independiente , recibe el nombre de acometida o toma de parcela.

Dichas acometidas o tomas de parcela constan de : (DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN)

### **3.10.7.- Tratamientos anticorrosivos (pintura de elementos metálicos).**

Los elementos metálicos que se empleen en la obra habrán de ser tratados para evitar su corrosión de la siguiente forma:

- En primer lugar se someterán en toda su superficie a un chorreado de arena hasta alcanzar el SA-2 ½ según la norma SVENKS STANDARD SIS – 05.59.00.1967.

-

- Posteriormente, si la pieza va a estar en contacto con el agua o con la tierra, se aplicarán tres (3) capas de pintura Epoxi- Bituminosa (Alquitrán Epoxi), con un espesor mínimo por capa de treinta micras.

### **3.11.- Tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRV).**

#### **3.11.1.- Disposiciones Generales**

Los materiales empleados en los tubos y en las piezas especiales serán básicamente una resina de poliéster no saturado, fibra de vidrio y cargas estructurales, según lo indicado en el epígrafe 3.

Los tubos se fabricarán mediante el proceso de centrifugación, construyendo la estructura de la pared a partir de su superficie externa.

El tubo consistirá en una única pieza estructural constituida por capas perfectamente adheridas entre sí y que definiremos como:

#### **a) Revestimiento interior.**

Debe garantizar las características hidráulicas, químicas y la resistencia a la abrasión del tubo. Debe ser un revestimiento a base de una resina termoestable pura o filerizada, sin adición de áridos y/o fibra de vidrio

**b) Cuerpo.**

Estará constituido básicamente por resina termoestable, fibra de vidrio y carga estructural de arena silíceo y filler (polvo de mármol cristalino). Todo ello en las proporciones adecuadas para poder soportar los esfuerzos mecánicos a los que la conducción vaya a estar sometida.

Además, la composición de esta capa podrá ser variable a lo largo de la sección o estar constituida, a su vez, por varias capas.

**c) Revestimiento exterior.**

Debe garantizar la protección exterior del tubo. Estará constituido básicamente por resina termoestable, y, en su caso, cargas o aditivos que garanticen sus propiedades.

**3.11.2.- Definiciones y clasificación.**

**3.11.2.1. Definiciones.**

De carácter general:

- Tubo.

Es el elemento cuya sección transversal es una corona circular y que en sentido longitudinal es recto, y de espesor uniforme.

- Piezas especiales o accesorios.

Son los elementos que, intercalados entre los tubos, permiten cambios de dirección o de diámetro, derivaciones, empalmes, obturaciones, etc.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

- Valvulería.

Son los elementos hidromecánicos que, instalados entre los tubos, permiten cortar el paso del agua, evitar su retroceso, reducir su presión, posibilitar la salida o entrada de aire, medir caudales y volúmenes, dar seguridad a la red, etc.

- Junta o unión.

Es el dispositivo que hace posible enlazar de forma estanca dos elementos consecutivos de la tubería. Pueden ser flexibles o rígidas según que permitan o no pequeños movimientos entre los elementos que unen.

- Presiones.

(Presión estática, PE). Es la presión en una sección de la tubería cuando ésta no está en funcionamiento y, por lo tanto, el agua se encuentra en reposo.

(Presión de trabajo, PT). Es la presión máxima que puede alcanzarse en una sección de la tubería en funcionamiento, considerando las fluctuaciones producidas por un posible golpe de ariete.

(Presión nominal, PN). Es el valor numérico convencional que se adopta para caracterizar a los tubos en relación con la presión hidráulica interior. En ningún caso será inferior a la presión máxima de trabajo PT del tubo.

(Presión de rotura, PR). Es la presión hidrostática interior que, en ausencia de cargas externas, produce la rotura del tubo.

$$PR = \sigma_t PN = \frac{2 e \sigma_t}{DM} = \frac{2 e \sigma_t E_h}{DM} \quad (1)$$

Siendo:

- PR Presión de rotura, en N/mm<sup>2</sup>.
- e Espesor del tubo, en mm.
- DM Diámetro medio, en mm.
- $\sigma_t$  Tensión mínima de rotura por presión interior, en N/mm<sup>2</sup>.
- $\epsilon_t$  Deformación mínima de rotura por presión interior, en mm/mm.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

- $E_h$  Modulo de elasticidad de presión interior, en N/mm<sup>2</sup>.
- $\square_t$  Coeficiente de seguridad a rotura por presión interior en ausencia de esfuerzos de flexión. Será de valor mínimo a corto plazo de 4 a 4,5 y de 1,8 a 2 a largo plazo ( 50 años ).

De carácter específico:

- Diámetro Nominal (DN). Es el diámetro por el que se clasifican los tubos y piezas.
  
- Diámetro Exterior (DE). Es mayor que el diámetro nominal y a partir del cual se forma el tubo. Todos los tubos tienen el mismo DE para un DN determinado. Determina, en general, el diámetro de las piezas que deban conectar con los tubos, los fabricantes tienen que facilitar las tolerancias admisibles de sus productos.
  
- Diámetro Interior (DI). Es igual al DE menos dos veces el espesor del tubo.
  
- Diámetro Medio (DM). Es igual al de menos una vez el espesor del tubo.
  
- Rigidez circunferencial específica (RCE). Característica mecánica del tubo que representa su rigidez a flexión transversal por unidad de longitud del mismo a corto y largo plazo. Se define mediante la expresión:

$$RCE = \frac{E_c \cdot I}{DM^3} \quad (2)$$

en donde:

- RCE: Rigidez circunferencial específica, en N/mm<sup>2</sup>.
- $E_c$ : Módulo de elasticidad a flexión circunferencial, en N/mm<sup>2</sup>.
- I: Momento de Inercia de la pared del tubo por unidad de longitud ( $I = e^3/12$ ), en mm<sup>3</sup>.
- e: Espesor nominal de la pared del tubo, en mm.
- $E_c \cdot I$ : Factor de rigidez transversal, en N x mm.
- DM: Diámetro medio teórico del tubo ( $D_m = DI + e$  ó  $DE - e$ ), en mm.

- Rigidez nominal (SN). Es la Rigidez circunferencial específica a corto plazo, obtenida según lo indicado en el epígrafe 7.

- Coeficiente de fluencia. Es el parámetro adimensional obtenido dividiendo la deformación prevista del diámetro del tubo a largo plazo (50 años) por la deformación inicial. Se determinan los valores mínimos siguientes:

Por Flexión Transversal  $\geq 0,4$

Por Tensión Circunferencial  $\geq 0,6$

### **3.11.2.2. Clasificación.**

La clasificación de los tubos y de las piezas especiales se realizará en base a su diámetro nominal (DN), a la presión nominal (PN) y a la rigidez nominal (SN).

La serie de presiones nominales (PN) normalizadas, en Bares (atmósferas), de los tubos y de las piezas especiales podrá ser, en general, la siguiente:

1,0 - 2,5 - 4,0 - 6,0 - 10,0 - 12,5 - 16,0 - 20,0 - 25,0 - 50,0 - 63,0.

Las rigideces nominales normalizadas (SN) serán las indicadas en la tabla 3.3.

Los diámetros nominales normalizados (DN) serán los indicados en el apartado 4.2.

### **3.11.3.- Características del material.**

#### **3.11.3.1. Condiciones generales.**

Los materiales básicos constitutivos de los tubos y de las piezas especiales serán los siguientes:

- Resina de poliéster. Actúa como ligante y está compuesta por una resina de poliéster no saturado y un disolvente. Tendrá una temperatura de distorsión térmica de al menos 70 °C.

- Fibra de vidrio. Será del tipo "E" o "C", según lo especificado en la Norma UNE 43.503/79 y podrá ser utilizada en cualquiera de las siguientes formas: mecha, filtro, hilo continuo, hilo cortado, tejido, etc.

- Carga estructural. Se utiliza cuarzo lavado y secado a alta temperatura, de granulometría no superior a 0,8 mm.. El filler, se mezcla con la resina mejorando la carga estructural. Se obtiene a partir de mármol cristalino, teniendo como tamaño de grano entre 10 y 12 micras.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

Complementariamente a estos materiales podrán utilizarse aditivos, agentes de reticulación y otros que mejoren la calidad del producto.

Ninguno de los aditivos se utilizarán, separada o conjuntamente, en cantidades que puedan dar lugar a elementos tóxicos, o que puedan provocar crecimientos microbianos, perjudicar el proceso de fabricación o afectar desfavorablemente a las propiedades físicas, químicas o mecánicas del material, especialmente en lo que se refiere a la resistencia a largo plazo y al impacto, todo ello según lo especificado en la presente Instrucción.

La composición, dosificación y disposición de los materiales será facilitada, cuando así se exija, a la Dirección de Obra.

En ningún caso, una vez producido el curado (polimerización), los materiales que constituyan el tubo tendrán elementos que puedan ser solubles en el agua, ni otros que sean capaces de darle sabor u olor o que puedan modificar sus características. De cualquier manera será de aplicación lo especificado por la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el Abastecimiento y Control de Calidad de las Aguas potables.

### 3.11.3.2. Características físicas.

Las características físicas exigidas a los tubos y a las piezas especiales a corto plazo serán, como mínimo, las indicadas en la tabla 2.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
- Densidad - Contenido en fibra de vidrio - Dureza Barcol - Absorción de agua (a 20°C)	≈ 1,90 kg/dm <sup>3</sup> > 10% en peso > 80% del valor correspondiente a la resina utilizada Incremento de dureza inferior al 15% del valor inicial < 10 gr/m <sup>2</sup>

**Tabla 2. Tubos y piezas especiales de PRV. Características físicas a corto plazo.**

### 3.11.3.3. Características mecánicas

PLIEGO DE  
CONDICIONES

Los tubos de PRV deberán tener la rigidez circunferencial específica a corto plazo (RCE0, min), a 10 horas (RCE10H, min), y a largo plazo (RCE50A, min) (ver apartado 2.1.) que, como mínimo, será la indicada en la tabla 3 Los valores son en N/m<sup>2</sup>.

<b>RIGIDEZ NOMINAL SN (N/m<sup>2</sup>)</b>	<b>RCEo, mín = SN (N/m<sup>2</sup>)</b>	<b>RCE10H, mín = 0.75 SN (N/m<sup>2</sup>)</b>	<b>RCE50A, mín = 0.4 SN (N/m<sup>2</sup>)</b>
2.500	2.500	1.875	1.000
5.000	5.000	3.750	2.000
10.000	10.000	7.500	4.000

**Tabla 3. Tubos de PRV. Valores de la rigidez circunferencial específica mínima.**

Asimismo, estos tubos deberán tener una resistencia mínima a la tracción longitudinal a corto y a largo plazo, la cual será facilitada a la Dirección de Obra cuando así se exija, con indicación de la temperatura correspondiente. A este efecto la disposición de la fibra de vidrio estará orientada en sentido transversal y longitudinal para que el tubo pueda resistir las tracciones a que pueda estar sometido.

### **3.11.4.- Características geométricas.**

#### **3.11.4.1. Preliminar.**

Se exponen en el presente epígrafe las principales características geométricas de los tubos y de las piezas especiales así como sus respectivas tolerancias.

#### **3.11.4.2. Diámetros y tolerancias**

En las tablas 4 Se indican los diámetros nominales y sus tolerancias.

<b>DIÁMETRO NOMINAL DN (mm)</b>	<b>DIÁMETRO EXTERIOR, DE</b>		<b>DIÁMETRO EXTERIOR DE (mm)</b>
	<b>Máximo (mm)</b>	<b>Mínimo (mm)</b>	

PLIEGO DE  
CONDICIONES

200 300	221 325	219 322,5	220 324
400 500	427 531	425,4 528,2	427 530
600 700 800 900	616 719 821 925	613 715,8 817,6 921,4	615 718 820 924
1000 1200 1400 1600	1027 1230 1435 1639	1023,4 1226,2 1431,2 1635,2	1026 1229 1434 1638
1800 2000 2200 2400	1843 2047 2251 2401	1840 2043 2246,8 2396,6	1842 2046 2250 (* )2400

**Tabla 4. Diámetros nominales y tolerancias de los tubos y de las piezas especiales.**

(\*): Excepción DE igual a DN.

**3.11.4.3. Longitud de los tubos.**

Las longitudes nominales de los tubos, en m., serán en general de 6 m.

No obstante, el P.P.T. P. o la Dirección de Obra podrán exigir otras longitudes.

En cada lote de tubos del mismo diámetro, podrá incluir hasta el 5% de longitudes diferentes a la nominal. En tales casos, se deberá marcar en los tubos la longitud real del mismo.

#### **3.11.4.4. Tolerancias en las longitudes de los tubos**

Las tolerancias sobre la longitud nominal del tubo será de +/- 60 mm.

#### **3.11.4.5. Espesores.**

Los espesores nominales de los tubos y de las piezas especiales serán elegidos por el Proyectista para que se cumpla lo especificado en el epígrafe 8.

#### **3.11.5. Juntas**

Los tubos y las piezas especiales podrán estar provistos con diferentes tipos de juntas o uniones, algunas de las cuales se citan a continuación, y según sus características, admiten la siguiente clasificación:

##### **a) Juntas rígidas.**

- Con bridas (fijas o móviles).
- Vendadas a tope (química).

##### **b) Juntas flexibles.**

- Con manguitos y elementos de estanquidad.

Cuando las juntas sean flexibles la desviación angular admisible no será inferior a los valores indicados en la tabla 5.

<b>DN</b>	<b>DESVIACIÓN ANGULAR MÍNIMA</b>
-----------	----------------------------------

PLIEGO DE  
CONDICIONES

DN ≤ 500	3°
600 ≤ DN ≤ 1000	2°
200 ≤ DN ≤ 1800	1°
2000 ≤ DN ≤ 2400	0.5°

**Tabla 5. Juntas flexibles. Desviación angular admisible. Valores mínimos.**

### **3.11.6.- Identificación**

En todos los tubos y las piezas especiales, se indicará, marcándose de forma fácilmente legible y durable, por medio de pintura o conformado directamente, cuidando que no se produzcan grietas u otros fallos, como mínimo lo siguiente:

- Nombre del suministrador, fabricante o razón comercial.
- Fecha de fabricación y nº de registro.
- Diámetro nominal (DN).
- Presión nominal (PN)
- Rigidez nominal (SN)
- Referencia a la Norma de fabricación.
- Marca de calidad, en su caso.

En los codos, derivaciones y conexiones se indicará, además el ángulo de la pieza especial.

### **3.11.7.- Control de calidad**

#### **3.11.7.1. Preliminar.**

Se expone en el presente epígrafe el Control Previo al Suministro al que deberán someterse los tubos y las juntas al objeto de verificar que se cumple lo especificado. Para ello se seguirán los métodos de ensayo, controles, procedimientos y comprobaciones que seguidamente se indican, acreditándose su cumplimiento por el medio que juzgue oportuno la Dirección de Obra.

#### **3.11.7.2. Ensayos de los tubos.**

Los ensayos que deberán de someterse los tubos son los que contempla la Norma Europea(EN) con respecto a la fabricación, por vacío de esta, se aplicará la de mayor

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

reconocimiento europeo en tubos de poliéster, como es la DIN, aplicándose en este caso las DIN-16869 Y DIN-19565. Los tubos cumplirán con los requisitos que se establecen para:

- Apariencia
- Dimensiones y Rectilinealidad
- Resistencia circunferencial a tracción a corto plazo
- Resistencia circunferencial a tracción a largo plazo
- Resistencia al aplastamiento a corto plazo
- Resistencia al aplastamiento a largo plazo
- Comportamiento en el ensayo de presión hidrostática a corto plazo
- Comportamiento en el ensayo de presión hidrostática a largo plazo
- Resistencia a la tracción longitudinal a corto plazo
- Grado de curado

Como mínimo el fabricante deberá realizar los ensayos, contemplados en DIN-53769, siguientes :

- Dimensionado
- Rigidez a corto plazo
- Resistencia a la deflexión en dos niveles
- Resistencia a la aplastamiento(Rotura)
- Tracción axial
- Tracción circunferencial
- Presión interna
- Deflexión a 24 horas(Creep)

En todo caso los ensayos se harán conforme a las indicaciones del P.P.T.P. o la Dirección de Obra.

### **3.11.7.3. Ensayos de las juntas.**

#### **3.11.7.3.1. Generalidades.**

Cada tipo de junta, y a efectos de los ensayos a los que han de someterse, se clasificará en al menos cuatro grupos en función de sus DN.

Sobre al menos uno de los DN representativos de cada grupo se realizarán los ensayos que a continuación se indican. En cualquier caso, estos ensayos no se realizarán más que una vez en tanto en cuanto no cambie la concepción del elemento ensayado.

**a) Juntas flexibles.**

- Estanqueidad a corto plazo con presión hidráulica interior.
- Estanqueidad a corto plazo con depresión interior.
- Estanqueidad a largo plazo con presión hidráulica interior.
- Estanqueidad a presión interior cíclica.

**b) Juntas rígidas.**

- Estanqueidad a presión hidráulica interior.

Se considera que un DN es representativo -"diámetro preferencial"- de un grupo de juntas cuando sus características de diseño son comunes a todas las del grupo. En este sentido, si un grupo incluyera productos de características o diseños diferentes se crearán nuevos grupos según fuera necesario.

**3.11.7.3.2. Juntas flexibles.**

Las condiciones de ejecución de los ensayos serán las siguientes:

a) Juntas dispuestas con el máximo desplazamiento axial y la máxima desviación angular admisibles.

b) Juntas dispuestas con el máximo desplazamiento axial y la máxima desalineación admisible sometida a un esfuerzo cortante de, al menos,  $0.02 \times DN$ , expresado en KN.

En estas condiciones, los ensayos a realizar serán los siguientes:

**Estanqueidad a corto plazo con presión hidráulica interior.**

Se ensayará a una presión de prueba de 1.5 veces la presión nominal de la junta durante 15 min.

**Estanqueidad a corto plazo con depresión interior.**

Se ensayará a una presión de prueba de 0.08 N/mm<sup>2</sup> por debajo de la presión atmosférica, y se mantendrá durante, al menos, una hora.

**Estanqueidad a largo plazo con presión hidráulica interior.**

Se ensayará a una presión de prueba de 2.0 veces la presión nominal de la junta durante 24 horas.

**Estanqueidad a presión interna cíclica.**

Únicamente se realizará este ensayo en la disposición b) de las indicadas anteriormente.

Se someterá la junta a tres ciclos de 3 +/- 1.5 min. cada uno, a una presión de prueba de 1.5 veces la presión nominal de la junta.

**3.11.7.3.3. Juntas rígidas.**

Las juntas rígidas se ensayarán a estanquidad bajo la acción de una presión hidráulica interior igual a su presión nominal y de una carga externa.

Los ensayos se realizarán bajo dos condiciones diferentes:

Con los extremos libres, permitiendo el alargamiento y no generando tracciones en la junta.

Con los extremos fijos, evitando el alargamiento y generando tracciones en la junta.

En cualquier caso durante los ensayos, no deberán de producirse fugas, ni la rotura de las juntas o de algunos de sus componentes.

**3.11.8.- Cálculo mecánico.**

**3.11.8.1. Preliminar.**

Con carácter general deberán realizarse las siguientes comprobaciones:

**a) Tubos no sometidos a carga de aplastamiento (tubos aéreos).**

-Presión interna.

-Flexión longitudinal.

-Tracción longitudinal.

**b) Tubos sometidos a carga de aplastamiento (tubos enterrados).**

-Presión interna.

-Cargas externas. Flexión transversal.

-Comprobación conjunta a presión interna y a cargas externas.

-Pandeo lateral (abolladura).

-Flexión longitudinal.

-Tracción longitudinal.

**3.11.8.2. Tubos no sometidos a cargas de aplastamiento (Tubos Aéreos)**

**3.11.8.2.1. Presión interna**

En la hipótesis de actuación única de la presión interna del agua, se comprobará que la presión máxima de trabajo PT o la estática PE no excedan del valor calculado mediante la siguiente expresión:

$$PT \text{ ó } PE \leq PN \leq \frac{\sigma_{t,50}}{\mu_t} \times \frac{2 e}{DM} \quad (3)$$

en donde:

$\sigma_{t,50}$  : resistencia a tracción circunferencial de la parte del cuerpo del tubo, en N/mm<sup>2</sup>, a una temperatura de 23°C y supuesta actuando un presión constante durante 50 años. Se obtendrá mediante ensayos de resistencia a la tracción circunferencial del tubo según lo indicado en el apartado 7.2.7. y su valor será declarado por el suministrador de los tubos.

$t_{,50}$  : deformación a tracción circunferencial.....(idem párrafo anterior), en mm/mm.

$E_{h,50}$ : módulo de elasticidad hidrostático a 50 años,  $E_{h,50} = \sigma_{t,50} / \Sigma \square \square \square \square$

$\mu_t$ : Coeficiente de seguridad, no inferior a 1,8.

e: Espesor del cuerpo del tubo, en mm.

DM: Diámetro medio teórico del tubo,  $DM = (DE - e)$  en mm.

DE: Diámetro exterior del tubo, en mm.

### 3.11.8.2.2 Flexión longitudinal

En general para la hipótesis de pésima carga, se compondrá que los momentos flectores de cálculo no exceden los indicados en la tabla 6.

DIAMETRO NOMINAL DN(mm)	MOMENTO FLECTOR KN * M
200	3,5
300	7,0
400	11,5
500	18,0
600	22,0
700	34,5
800	45,0
900	57,0
1000	70,0
>1000	$6 * DN * 2 * 10^{-5}$

**Tabla 6. Tubos de PRV. Momentos flectores máximos admisibles.**

Asimismo, se comprobará que en dicha hipótesis de carga, la deformación máxima no supera el valor admisible, considerándose como tal 1/500 de la luz entre apoyos.

### 3.11.8.2.3 Tracción longitudinal.

Cuando a juicio del Proyectista, y como consecuencia de las condiciones de instalación de los tubos, pudieran resultar solicitaciones significativas de tracción longitudinal sobre los mismos, deberá comprobarse que el coeficiente de seguridad es de, al menos 1,50

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{1,adm}} \geq 1,50 \quad (4)$$

en donde:

$\sigma_1$ : resistencia a la tracción longitudinal del tubo, en  $N/mm^2$  según lo indicado en el apartado 3.3.

$\sigma_{1, \text{calculo}}$  esfuerzo de cálculo de tracción longitudinal al que va a estar sometido el tubo, en  $N/mm^2$ .

### 3.11.8.3 Tubos sometidos a carga de aplastamiento (Tubos enterrados).

#### 3.11.8.3.1. Presión interna.

Será de aplicación lo especificado en el apartado 8.2.1.

#### 3.11.8.3.2. Flexión transversal.

En la hipótesis de actuación única de las cargas externas al tubo (terreno, sobrecargas móviles o fijas y otras si existen), supuesto éste sin presión interior, se comprobará que las tensiones y las deformaciones en el tubo no superan los valores admisibles.

Como valor de la tensión y deformación máxima admisible se tomará, en general, los valores de rotura reducidos por un coeficiente de seguridad mínimo de 2,5 a corto plazo y de 1,5 a largo plazo.

<u>SN(N/m<sup>2</sup>)</u>	<u>2500</u>	<u>5000</u>	<u>10000</u>
A	2,870	2,891	2,901
B	14,95	6,856	3,132

$\Delta y/DM$ : Deformación vertical producida por las cargas externas al tubo que, a título orientativo, se recomienda calcular mediante la fórmula de la ATV A-127, ya que las nuevas Normas Europeas ( EN ) están siguiendo su procedimiento al considerarlas de mayor rigor, que el establecido por AWWA C-950.

Se recomienda no pasar en tubos sin presión del 4% a corto plazo y del 6% a largo plazo, y en tubos de presión respectivamente del 3% y el 5%.

Los valores en rotura de  $\Delta y/Dm$  y  $D_F$  se tomarán:

<u>SN(N/m<sup>2</sup>)</u>	<u>2500</u>	<u>5000</u>	<u>10000</u>
% $\Delta y/Dm$	15	12	9 (ATV A-127)

PLIEGO DE  
CONDICIONES

D <sub>F</sub> (rot.)	3,7	3,81	3,92	(ATV A-127, □ 4)
-----------------------	-----	------	------	------------------

**Rigideces.**

Todos los estudios clásicos llegan a una fórmula genérica en la determinación de la deflexión:

$$\Delta y/DM = ( K1 * Qv ) / ( K2 * E' + SN ) \quad (7)$$

K1, K: Parámetros que varían en función de la teoría aplicada de cálculo.

Qv Es la resultante de las acciones verticales sobre el tubo.

E': Es el módulo efectivo de deformación del terreno alrededor del tubo.

SN Es la rigidez nominal del tubo.

Debido a la limitación de la deflexión por motivos de: Estar en relación directa con la deformación y hablar de secciones circulares para tener máximas capacidades hidráulicas, y correcta aplicación de las fórmulas.

Es buena práctica de garantía para tubos enterrados, y teniendo en cuenta la entidad de la obra; proyectar con rigideces mínimas de 5.000 N/m<sup>2</sup> en los tubos de gravedad y mayor en los tubos de presión (10.000 N/m<sup>2</sup> ) se debe comprobar siempre que estos valores son suficientes.

**3.11.8.3.3. Comprobación conjunta a presión interna y cargas externas.**

En la hipótesis de actuación conjunta de las cargas externas al tubo (terreno, sobrecargas móviles o fijas y otras si existen) y de la presión interna, se comprobará que las tensiones y las deformaciones en el tubo no superan los valores admisibles.

**Comprobación.**

a) Coeficiente de seguridad □p:

Es el coeficiente de seguridad a efectos combinados de un tubo sometido a presión interna, que se le aplica un esfuerzo de flexión.

$$\sigma_P = \sigma_t * ( 1 - r / \sigma_f ) \quad (8)$$

**b) Coeficiente de seguridad  $\sigma_F$  :**

Es el coeficiente de seguridad a efectos combinados de un tubo sometido a flexión, que se le aplica un esfuerzo de presión interior.

$$\sigma_F = ( \sigma_f / r ) * ( 1 - 1/\sigma_t ) \quad (9)$$

$\sigma_t$  ,  $\sigma_f$  Son los coeficientes de seguridad contra la rotura pura del tubo por presión y por flexión respectivamente.

r Es el re-redondeo que se produce en los tubos de presión,  $r = 1 - PT / 30$  (10)

PT Es la presión de trabajo en Bars ( atmósferas ).

Los valores de los coeficientes de seguridad a 50 años deben ser de:  $\sigma_P \geq 1,6$  y  $\sigma_F \geq 1,5$

**3.11.8.3.4. Pandeo transversal (Colapso o abolladura).**

Se comprobará que actuando únicamente las cargas exteriores al tubo (terreno, sobrecargas móviles o fijas y otras si existen) el coeficiente de seguridad frente a la carga crítica de pandeo es de, al menos 2,0 a 2,5 para tubos de presión y de 1,6 a 2,0 para tubos de gravedad, estos valores son a largo plazo ( 50 años ).

$$1 / ( ( Q_{real-w} / Q_{crit-w} ) + ( Q_{real-A} / Q_{crit-A} ) ) \geq 2,5$$

en donde :

$Q_{crit-w}$  Carga crítica de pandeo, sin la presión del agua, en  $N/mm^2$ . Se calcula mediante la expresión ( ATV A - 127 ).

$$Q_{crit-w} = 2 * ( SBH * SR )^{1/2} \quad (12)$$

$SBH = 0.6 \sigma E^2$  y  $SR = 8 SN$

SBH Rigidez horizontal del terreno alrededor del tubo.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

- Factor de corrección de Leonhardt varia entre 1,0 a 1,5.
- E2 Módulo de deformación del terreno alrededor del tubo.
- $Q_{crit-A}$  Carga crítica de pandeo por la presión del agua, en  $N/mm^2$ .
- D Factor dependiendo de ( Dext. / 2e ; SR / SBH ) el mas desfavorable y mínimo alcanzable es □D = 3.
- $Q_{real-w}$  Cargas exteriores totales, sin la presión del agua, en  $N/mm^2$ . Se calculan mediante la expresión:

$$Q_{real-w}=f(W_C/DN)+(W_I/DN)+P_v \quad (14)$$

Podrá también obtenerse mediante la teoría de Silo (ATV A-127).

- $Q_{real-A}$  Presión del agua, en  $N/mm^2$ . Se calcula mediante la expresión:

$$Q_{real-A}=\gamma_w(h_w+DE/2) \quad (15)$$

- $\gamma_w$  Peso específico del agua, en  $N/mm^3$ .
- $h_w$  Altura del nivel freático sobre el tubo, en mm.
- f Factor de flotación, de valor  $f = 1 - 0,33 h_w/h$
- h Altura de tierras sobre el tubo, en mm.
- $W_C$  Cargas verticales totales debidas al peso de las tierras en  $N/mm$ .
- $W_I$  Cargas verticales totales debidas a las sobrecargas concentradas, fijas o móviles en  $N/mm$ . En el caso de las móviles se considerará el correspondiente coeficiente de impacto.
- DN Diámetro nominal del tubo, en mm.
- $P_v$  Depresión interna debida a posibles golpes de ariete, succiones, etc., en  $N/mm^2$ .

#### 3.11.8.3.5. Flexión longitudinal.

Cuando a juicio del Proyectista, y como consecuencia de las condiciones de apoyo de los tubos, pudieran resultar solicitaciones significativas de flexión longitudinal sobre los mismos, deberá comprobarse que dichas solicitaciones son admisibles. Esta comprobación tiene mayor interés cuanto menor es el diámetro del tubo.

### 3.11.8.3.6. Tracción longitudinal.

Será de aplicación lo especificado en el apartado 8.2.3.

### 3.11.9.- Actualización de la normativa

Será de aplicación y de actualidad lo aprobado por las NORMAS EUROPEAS (EN) en el TC-155 GW-14(Comité Técnico 155 Grupo de Trabajo 14) relativo a los tubos de PRV y que esté refrendado en nuestro País por UNE, como son hasta Diciembre de 1996:

<b>UNE EN 637:96</b>
CONTENIDO DE CONSTITUYENTES
<b>UNE EN 705:95</b>
ANALISIS DE REGRESION
<b>UNE EN 761:95</b>
FACTOR DE FLUENCIA EN CONDICIONES SECAS
<b>UNE EN 1119:96</b>
ESTANQUEIDAD Y FALLO DE JUNTAS FLEXIBLES
<b>UNE EN 1120:96</b>
RESISTENCIA AL ATAQUE QUIMICO EN DEFLEXION
<b>UNE EN 1225:96</b>
FACTOR DE FLUENCIA EN CONDICIONES HUMEDAS
<b>UNE EN 1226:96</b>
RESISTENCIA INICIAL A LA DEFLEXION
<b>UNE EN 1228:96</b>
RIGIDEZ CIRCUNFERENCIAL ESPECÍFICA INICIAL
<b>UNE EN 1229:96</b>
ESTANQUEIDAD A PRESION INTERNA A CORTO PLAZO
<b>(*) prUNE EN 1447:96</b>
RESISTENCIA A LARGO PLAZO A PRESION INTERIOR
<b>(*) prUNE EN 1229:96</b>
DISEÑO DE UNIONES CON BRIDA ATORNILLADA

**(\*): Se encuentran en el proceso de traducción para su edición como Norma UNE.**

### 3.12.- TUBERIAS DE PVC.

#### 3.12.1.- Características geométricas y funcionales.

Los conceptos de interés para determinar los parámetros funcionales son:

**Diámetro nominal (DN/ID o DN/OD):** Designación numérica del diámetro de un componente mediante un número entero aproximadamente igual a la dimensión real en milímetros. Esto se aplica tanto al diámetro interior (DN/ID) como al diámetro exterior (DN/OD).

**Diámetro exterior medio (OD):** Diámetro exterior medio de la caña de tubo en una sección cualquiera. Para tubos perfilados exteriormente, sobre la caña, se toma como diámetro exterior el diámetro máximo visto en corte.

**Espesor nominal ( $e_n$ ):** Es un número convencional que coincide con la presión máxima de trabajo 20° C.

**Presión de trabajo (Pt):** Es el valor de la presión interna máxima para la que se ha diseñado un tubo, teniendo en cuenta un coeficiente de servicio (C) o de seguridad, que considera las fluctuaciones de los parámetros que puedan producirse normalmente durante su uso continuado de 50 años.

**Presión de apoyo P):** Es la presión a que se someten las probetas para determinar las características funcionales.

**Presión máxima admisible (PMA):** Presión máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio.

**Presión de funcionamiento admisible (PFA):** Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado en obra es capaz de soportar, durante un período de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanqueidad de la conducción.

**Presión de prueba en obra admisible (PEA):** Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado en obra es capaz de soportar, durante un período de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanqueidad de la conducción.

**Presión de diseño (DP):** Presión máxima de funcionamiento (en régimen permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo golpe de ariete.

**Presión máxima de diseño (MDP):** Presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo golpe de ariete, donde:

MDP se designa MDPa, cuando se fije previamente el golpe de ariete admitido.

**Presión de funcionamiento (OP):** Presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua.

**Zonas de presión:** Áreas de rangos de presión en la red de abastecimiento de agua.

**Presión de servicio (SP):** Presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en la acometida.

**Golpe de ariete:** Fluctuaciones rápidas de presión debidas a las variaciones de caudal durante intervalos cortos de tiempo.

**Presión de prueba de la red (STP):** Presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanqueidad.

**Serie de tubos (S):** Es un número para la designación de un tubo de acuerdo con la norma ISO 4065, en base a cuya serie establece los espesores de las tuberías. (Tabla universal de espesores). Su expresión es:

$$S = \frac{\sigma}{P}$$

En la que:

$\sigma$  = Tensión tangencial del material considerado (Tensión de diseño).

P = Presión del fluido a conducir (Presión nominal).

**Relación de dimensiones estándar (SDR):** Es un concepto muy generalizado aplicado a la normalización para definir clases de tuberías. Su expresión es la relación entre el diámetro exterior de un tubo y su espesor.

$$SDR = \frac{De}{e}$$

La relación entre S (Serie) y SDR es la siguiente:

$$S = \frac{SDR - 1}{2} \text{ o bien } SDR = 2S + 1$$

La norma corregida UNE-EN 805 incluye otras definiciones que se relacionan a continuación:

### 3.12.2.- Sección de las tuberías.

Para el cálculo mecánico de tuberías es de interés conocer la sección anular de las mismas. En la siguiente tabla se dan los valores en base a los diámetros nominales  $D_n$  y el espesor también nominal  $e$ , sin tener en cuenta las tolerancias positivas que son permitidas según las normas UNE.

Aplicamos para este cálculo la fórmula:

$$S = \pi \frac{D_n^2 - (D_n - 2e)^2}{4} = \pi \frac{D_n^2 - D_i^2}{4}$$

Para el cálculo hidráulico de las tuberías es necesario conocer la sección interior o sección neta. En la tabla dan los valores de la misma indicando los  $D_i$  considerados. La fórmula de cálculo aplicada es:

$$S_n = \frac{\pi D_i^2}{4}$$

Para tuberías corregidas los valores de RCE y sección interior serán proporcionados por los fabricantes.

### 3.12.3.- Momento de inercia de las tuberías.

Para el cálculo mecánico de las tuberías es necesario conocer el momento de Inercia de las tuberías y también el Módulo Resistente.

Momento de Inercia:

$$I = \frac{\pi}{64} (D_e^4 - D_i^4)$$

Momento Resistente:

$$W = \frac{\pi}{32} \frac{(D_e^4 - D_i^4)}{D_e} = I \frac{2}{D_e}$$

De = Diámetro exterior cm

Di = Diámetro interior cm

W = Momento resistente cm<sup>3</sup>

Estos valores son válidos para tuberías de pared compacta. Para valores de tubería estructurada, se debe consultar con el fabricante.

### 3.12.4.- Rigidez circunferencial específica /RCE.

La rigidez circunferencial específica del tubo se utiliza en el cálculo de tuberías enterradas y será precisa para determinar la rigidez del sistema constituido por la rigidez anular del tubo y la rigidez del lecho.

La rigidez circunferencial específica del tubo está relacionada con el momento de inercia de la sección longitudinal de la pared del tubo por unidad de longitud. El valor de la rigidez circunferencial se calcula por la expresión:

$$R_t = \frac{EI}{r_m^3} \text{ en kg/cm}^2 \text{ o } \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^3} \right)$$

El momento de inercia se determina por la fórmula:

$$I = \frac{e^3}{12} \text{ en cm}^4/\text{cm}$$

El radio medio es:

$$r_m = \frac{1}{2} (D_e - e)$$

El módulo elástico del PVC se elige entre estos valores:

Para cargas de corta duración:

$$E = 36.000 \text{ kg/cm}^3 \approx 3.600 \text{ MPa}$$

Para cargas de larga duración:

$$E = 17.500 \text{ kg/cm}^2 \approx 1.750 \text{ Mpa}$$

### 3.12.5.- Requisitos exigibles a las tuberías de PVC rígido.

Las tuberías de PVC-U, para cumplir con sus requisitos funcionales deben poseer unas características contrastadas.

#### 3.12.5.1.- Resistencia a la presión interna.

El comportamiento del material y su límite de resistencia se valoran en función del tiempo al que se ve sometido a una tensión constante.

Los tubos se diseñan y calculan para una tensión mínima requerida de trabajo (M.R.S) y un coeficiente de seguridad adecuado durante una vida útil bajo presión y a 20°C se analiza la resistencia límite a la presión interna en función del tiempo a temperaturas de ensayo de 20°, 40°, 60° y 80° C.

El valor de tensión que podemos definir como la tensión tangencial de diseño, se basa en las curvas de regresión que son las líneas representadas sobre escala de papel doble logarítmico que relacionan los esfuerzos tangenciales de trabajo a que está sometido el material constitutivo del tubo con el tiempo mínimo en que se produce la fuga o rotura a distintas temperaturas.

Estas líneas extrapoladas nos permiten determinar los valores de la tensión mínima requerida (MRS) para el PVC -U que es el valor de la tensión tangencial a larga duración a 20°C para 50 años y que es 25 Mpa y que aplicando un coeficiente de seguridad de 2,5, nos da una tensión de diseño de  $\sigma = 10$  Mpa para las tuberías de PVC-U hasta diámetro 90 mm . Para diámetro 110 mm o superior ,la tensión de diseño es  $\sigma = 12,5$  Mpa (UNE-EN 1452).

Parámetros de ensayo:

Sistemas de cierre: Tipo A ó B según EN 921.
Temperatura de ensayo: 60° C
Orientación: Libre.
Número de probetas: 3
Esfuerzo circunferencial: 10 Mpa.
Periodo de acondicionamiento: 1h.
Tipo de ensayo: Agua en agua.
Duración del ensayo: 1000 h.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

Los ensayos de presión interna realizados según Norma UNE-EN 1452, que son considerados como características de los tubos, se realizan de la siguiente forma:

Se emplean 3 probetas consistentes en trozos de tubo cuya longitud mínima (L) se obtiene de la fórmula siguiente:

$$L = 3 D_e + x$$

Con un valor mínimo de 250 mm y máximo de 750 mm en donde:

L es la longitud de las probetas en mm.

$D_e$  es el diámetro exterior del tubo en mm.

X es la longitud de la tapones de cierre.

Después de acondicionar las probetas, se montan en cada una de ellas piezas de cierre. Se llenan con agua, que debe estar a la temperatura de ensayo (20° C a 60 ° C). Una vez llenas las probetas se colocan en un baño de agua que estará a la temperatura de ensayo, con una tolerancia de  $\pm 2^\circ$  C y a continuación se aplica al tubo la presión de prueba P obtenida por la fórmula:

$$P = \frac{2\sigma_e \cdot e}{D_e - e}$$

Donde:

P es la presión de prueba, expresada en Mpa.

$\sigma_e$  es el esfuerzo tangencial de ensayo dado en la tabla.

De es el diámetro del tubo expresado en milímetro.

La presión P debe mantenerse con una variación de  $\pm 2,5\%$  durante todo el ensayo.

Se considera que los tubos superan este ensayo si cinco de probetas ensayadas no falla ningún. Si falla una, el ensayo se repite con otra serie de cinco probetas , y en este caso no debe fallar ninguna.

El ensayo está definido en la Norma UNE53.112 y las especificaciones se indican en la tabla.

Temperatura de ensayo °C	Duración del ensayo h	Esfuerzo tangencial de ensayo ( $\sigma_e$ )
--------------------------	-----------------------	--

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

20	1	42
60	1.000	10

### 3.12.5.2.- Resistencia al aplastamiento

En la mayoría de los casos las tuberías de PVC- U se instalan en zanjas para ser definitivamente enterradas y, por tanto, sometidas a cargas sobre generatriz superior, no solamente de las tierras o materiales de relleno sino de las sobrecargas producidas por la acción de vehículos pesados que puedan transitar sobre las tuberías.

Mientras que las tuberías rígidas sufren el efecto de las cargas y sobrecargas directamente en virtud de su propia rigidez inherente pudiendo llegar a romperse, las tuberías y flexibles se comportan de modo totalmente diferente. Las fuerzas o cargas producen un efecto de flexión, que hace que las tuberías pierdan su forma circular alargándose su eje horizontal. El alargamiento del eje horizontal ejerce una fuerza sobre el suelo que rodea la tubería , el cual reacciona a su vez con una fuerza igual y opuesta lográndose una situación de equilibrio.

La norma UNE 53.331-EX basada en la directriz ATV 127 recoge un método de cálculo mecánico de las tuberías de PVC , enterradas, sometidas a cargas externas, de acuerdo con la moderna teoría de Leonhardt.

En el caso de las tuberías de saneamiento sin presión, la capacidad portante de la tubería viene fijada por su rigidez circunferencial específica (RCE). Esta rigidez se denomina en la Norma UNE EN 1401, rigidez anular nominal o S.N. (stifness nominal). Esta norma establece unos valores de RCE de 2, 4 , 7 kn/m<sup>2</sup> en función de las exigencias mecánicas de las instalaciones.

Es preciso destacar que salvo casos de especificación insuficiente , la causa del “fallo” de una tubería enterrada es siempre una sobrecarga. Pueden producirse sobrecargas por una selección incorrecta del material de relleno o por descuidos y falta de vigilancia en la colocación y compactación del terreno. Con las tuberías rígidas , no existe ningún medio práctico y fiable de comprobar su comportamiento hasta que se rompe. Por el contrario, en el caso de las tuberías flexibles, pueden medirse su deflexión inmediatamente después de instaladas y luego con la periodicidad deseada.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

La flexibilidad es ventajosa porque ofrece un medio accesible de comprobar la integridad de la tubería.

Según la tubería de Marston existen las fuerzas de rozamiento de las tierras de relleno sobre las paredes de la zanja que dan un coeficiente de reducción de carga sobre la tubería enterrada, ya que estas fuerzas actúan en sentido contrario que el peso del relleno.

Los valores establecidos en la norma UNE EN 1401 antes mencionados son los siguientes:

Rigidez circunferencial específica a corto plazo:

$$0,02 - 0,04 \text{ y } 0,08 \text{ kp/cm}^2$$

Deformación vertical del tubo:

$$\Delta\gamma \leq 4,77 \frac{P}{L}$$

Donde :

P es la carga aplicada en la generatriz superior, expresada en Newton.

L es la longitud de la probeta ensayada, expresada en mm.

$\Delta\gamma$  es la formación alcanzada, expresada en mm.

Para su determinación se emplean las máquinas de compresión.

El resultado del ensayo se obtiene por la fórmula:

$$\text{RCE} = 0,01863 \frac{1}{L} \frac{P}{\Delta\gamma}$$

Dónde:

RCE es la Rigidez Circunferencial específica a corto plazo expresada en N/m<sup>2</sup>.

L es la longitud media de la probeta ensayada expresada en metros.

P es la carga aplicada expresada en Newton.

$\Delta\gamma$  es la formación alcanzada, expresada en mm.

La rigidez Circunferencial Tangencial Específica a corto plazo tiene otra expresión:

$$RCE = \frac{E_c I}{d_m^3}$$

Donde:

$E_c$  es el módulo de Young en el sentido circunferencial del tubo expresado en N/m<sup>2</sup>.

$I$  es el momento de inercia de la sección por metro línea expresado en m<sup>3</sup>.

$e$  es el espesor del tubo expresado en metros.

### **3.12.5.3.- Resistencia al impacto.**

Otra de las características exigidas a las tuberías de resistencia al impacto.

Los materiales plásticos se han considerado poco frágil comparación con el vidrio y la cerámica. Se puede aumentar resistencia de las tuberías PVC- U al impacto mediante incorporación de aditivos en la formulación o mediante orientación molecular durante el proceso de fabricación.

Los ensayos de impacto son ensayos de fractura de alta velocidad con lo que se determina la energía necesaria para romper muestra. Los ensayos de impacto normalizados se fundamentalmente en dos sistemas: en uno de ellos (Izod, e impacto tracción) un péndulo de energía golpeada muestra de forma y tamaño definidos ,determinando la energía requerida para romper dicha muestra, teniendo en cuenta la pérdida de energía cinética del péndulo. En el otro sistema deja caer un dardo sobre la muestra calculando la energía en función de la masa y altura desde la que cae.

### **3.12.5.5.- Resistencia a la abrasión**

Si se determina la abrasión por rozamiento en seco contra un material granular, por el procedimiento de rueda abrasiva (según nDIn 53754) el PVC-U sin contenido de carga muestra un buen comportamiento a la abrasión.

En conducciones para el transporte de aguas residuales con sólidos en suspensión debe tenerse en cuenta la velocidad de circulación de afluente de manera que la velocidad mínima permita una evacuación sin decantación de sólidos y la máxima no provoque un desgaste excesivo de las paredes de la tubería, las velocidades normalmente utilizadas en el cálculo están comprendidas para régimen permanente ,entre 0,5 y 3 m/s , pudiéndose alcanzar puntualmente sin ningún riesgo para la instalación , velocidades hasta 6 m/s.

Adjuntamos un gráfico obtenido sobre un gran número de valores comparativos por el Instituto Técnico de DARMSTADT que estudió el fenómeno de la abrasión no solamente sobre tubos de PVC- U, sino también sobre otros materiales utilizados en conducciones para saneamiento.

El método utilizado por el mencionado Instituto consiste en una probeta de tubería de un metro de longitud y  $D_n$  300 que está inclinada hacia la derecha o hacia la izquierda con un movimiento de rotación lento con una frecuencia de 0,18 ciclos por segundo.

La velocidad de circulación es de 0,36 m/s . El fluido utilizado es una mezcla de arena, grava, agua conteniendo aproximadamente un 46% en volumen de arena de 0 a 30 mm.

Las partículas abrasivas son reemplazadas cada 100.000 ciclos. La reducción del espesor de la muestra constituye el valor de la abrasión.

#### **3.12.5.6.-Resistencia a los fluidos químicos.**

El PVC resiste a los ácidos y a las bases así como a los aceites , alcoholes y a los hidrocarburos alifáticos. En cambio , es sensible a los hidrocarburos aromáticos y clorados , a los éteres y cetonas. El comportamiento varía también con la temperatura.

El fabricante adjuntará una tabla en que se indicará el comportamiento que ofrecen las tuberías elaboradas con policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) a las temperaturas de 20° y 60°, sin presión interior ni esfuerzos exteriores.

Los datos indicados en la tabla estarán basados en resultados de ensayos realizados en laboratorios, en la experiencia práctica de instalaciones y en informaciones técnicas, tanto de las industrias productoras de resinas como de las normativas de distintos países.

Los comportamientos se han clasificado como:

S:Satisfactorio

L : Limitado

NS: No satisfactorio.

Las soluciones de los productos se indican en la columna de concentración de acuerdo a las siguientes abreviaturas:

So. Ddil: Solución acuosa diluida a una concentración igual lo inferior al 10%.

Sol.: Solución acuosa diluida a una concentración mayor del 10% pero no saturada.

Sol.sat: Solución acuosa saturada a 20°C,

Sol.trab: Solución acuosa a una concentración similar a la utilizada en condiciones de trabajo.

Las soluciones acuosos de productos pocos solubles , se han considerado como soluciones saturadas

### **3.13.- Grupos motobomba.**

El Contratista suministrará a pie de obra y montará los siguientes grupos moto-bomba en las estaciones de bombeo que se definen:

#### **a) Estaciones de Bombeo a balsa:**

##### **BOMBEO LLENADO EMBALSES**

TIPO Y CARACTERISTICAS DE LA/s BOMBA/s.

##### **BOMBA**

CARACTERISITICAS DE LA BOMBA/s e INSTALACIÓN.

##### **MOTOR**

CARACTERISITICAS DEL MOTOR e INSTALACIÓN.

#### **b) Estaciones de Bombeo de puesta en carga de la red de riego:**

##### **ABASTECIMIENTO DE LA RED**

DESCRIPCIÓN DEL ABASTECIMIENTO.

**CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS.**

DE LA/s BOMBA/s  
DE EL MOTOR/es  
PRUEBAS

De forma general y en todo el material descrito en este apartado, se realizarán dos tipos de ensayos, uno individual del motor y de la bomba en las plataformas de pruebas de sus fábricas respectivas, y otras, una vez acoplados, en su ubicación definitiva.

Antes de proceder a los ensayos de los motores en fábrica se deberá llevar a cabo una cuidadosa inspección de los componentes de los mismos y se comprobará:

- a) Sentido de giro.
- b) Conexiones eléctricas
- c) Conexión a los instrumentos de medición
- d) Sistema de lubricación

Se realizarán los ensayos de cortocircuitos, vacío y calentamiento y se determinarán los siguientes valores, representativos del motor:

Rendimiento
Pérdidas globales
Factor potencia
Par máximo
Par inicial
Deslizamiento
Intensidad de aceleración.
Inercia en kg x m <sup>2</sup>

Para la realización de los ensayos se seguirán las recomendaciones de las normas VDE y CEI.

Las pruebas de las bombas en fábrica se harán a su velocidad nominal, si en la misma existe la instalación eléctrica suficiente para arranque de dichos motores; si no fuese posible, se haría con un motor contrastado, a velocidad reducida, obteniéndose luego las diversas curvas características , a la velocidad de régimen del motor definitivo a plena carga.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

Antes de proceder a los ensayos de las bombas en fábrica se deberá llevar a cabo una cuidadosa inspección de los componentes de los mismos y se comprobará:

Alineación de los ejes bomba – motor.
Sentido de giro.
Conexiones eléctricas del motor.
Conexiones eléctricas del motor.
Conexiones de los instrumentos de medición.
Sistema de lubricación.

(TIPO DE MONTAJE), y calculo de su curva características caudal-altura, obteniéndose los cinco puntos siguientes:

Caudal nulo.
60 % caudal nominal.
80% caudal nominal.
100% caudal nominal.
120% caudal nominal.

Con estos valores y los eléctricos se obtendrá la curva de potencia absorbida por la bomba y la de rendimiento.

Los ensayos se regirán por las normas DIN 1.944. La tolerancia en caudal entre las diversas características de las bombas, en la zona comprendida ente el 60% y el 120% del caudal nominal, no será superior al más/mes dos y medio por ciento del mismo.

Instalados en su ubicación definitiva los grupos moto-bomba, se comprobará, con todas las válvulas abiertas del circuito de aspiración e impulsión, que no presentan cavilación ni vibraciones, temperatura de cojinetas, caudal bombeado y potencia absorbida.

### **3.14.- Tuberías metálicas.**

El Contratista deberá suministrar a pié de obra y montar la tuberías de **(MATERIAL SELECCIONADO)** principales que se mencionan en este Pliego y se muestran en los Planos

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

del Proyecto, conjuntamente con todas las tuberías y elementos accesorios para correcta instalación y funcionamiento.

Se pondrá especial cuidado en el diseño hidráulico de las tuberías, con objeto de disminuir las pérdidas de carga, que se traduce en un ahorro de energía, y de evitar pulsaciones de presión en las mismas, principalmente en la aspiración, que favorece el régimen de marcha de los grupos motor-bomba.

En este sentido serán preceptivas las siguientes normas:

- a) El radio de codo de 45° y 90° será, como mínimo, vez y media el radio interior de la tubería cilíndrica.
- b) La longitud de los conos difusores será, como mínimo siete (7) veces la diferencia de los diámetros máximo y mínimo.
- c) El entronque de las tuberías de impulsión con el colector general se hará cono-cono. En ciertos casos se permitirá el entronque cono-cilindro.
- d) Los codos a 45° estarán formados por 6 gajos y los de 90° por 10 gajos, en ambos casos todos iguales. En los puntos débiles, como entronque de tuberías, cordones de soldadura sometidos a solicitaciones anormales, soldadura de bridas, etc, serán preceptivas las siguientes normas:
  - a) En entronque de tuberías de diámetros superiores a 300 mm, se rigidizarán con baberos de refuerzo, cuyo espesor, será como mínimo cuatro (4) veces el de la tubería de mayor espesor.
  - b) El entronque de tuberías de diámetros inferiores a 300 mm o que una de las tuberías sea inferior a 300 mm de diámetro, se rigidizará con refuerzos planos, cuyo espesor será el de la tubería de mayor diámetro.
  - c) No se permitirá soldadura directa de conos, codos, reducciones, etc, o bridas. La unión se hará mediante un carrete cilíndrico, cuya longitud mínima será de 100 mm, que se soldará, por un extremo a la brida y por el otro a la pieza en cuestión.

**Normas para el cálculo de espesores.**

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

Las tuberías deberán calcularse de acuerdo con la Orden del 22 de agosto de 1.963 del M.O.P. excepto en aquellas características que especialmente se determinan en este Pliego.

El acero previsto para la construcción de las tuberías tipo ST-42, tiene las siguientes características:

Tensión de rotura:	42 kg/mm <sup>2</sup>
Límite elástico.	22 kg/mm <sup>2</sup>
Alargamiento	22%
Resistencia	6 kg/mm <sup>2</sup>

La tensión admisible teórica de cálculo deberá ser igual o menor que al límite elástico del acero dividido por dos (2). Se define como tensión admisible teórica para todas las tuberías metálicas, 9 kg/mm<sup>2</sup>, a ésta tensión se le aplicará el coeficiente reductor por soldadura de 0,9 (no se prevé control de cordones de soldadura por radiografía o ultrasonidos), por lo que la tensión admisible real será 9 kg/mm<sup>2</sup> x 0,9 = 8,1 kg/mm<sup>2</sup>.

Al espesor teórico obtenido mediante la fórmula:

$$e = \frac{P \times D}{2 \times t}$$

siendo:

e = espesor

p = presión de cálculo

D= Diámetro del tubo.

t = tensión admisible real

Se le sumará dos (2) milímetros para compensar un posible debilitamiento por corrosión. Para asegurar la rigidez de la tubería se comprobará que la relación diámetro/espesor no sea nunca superior a 150. En ningún caso el espesor de las tuberías será menor de cuatro (4) milímetros.

Las tuberías de conexiones hidráulicas entre filtros serán de chapa y cumplirán igualmente todo lo anterior.

### **Bridas, tornillería y juntas.**

Las bridas del circuito de aspiración e impulsión se construirán según las normas DIN 2533 correspondiente a bridas planas para soldar de presión nominal según cálculos y serán preceptivas en lo referente a espesores, diámetros de círculo de taladros y exterior, número de taladros y diámetro de taladros.

La tornillería a emplear será de presión, galvanizada y correspondería la norma DIN equivalente a las bridas en que se utilicen.

Los espárragos de unión de las válvulas y juntas de desmontaje, irán roscados en toda su longitud.

Las juntas de bridas serán de goma semidura de 5 mm. de espesor, fabricadas de una sola pieza.

### **Anclajes.**

Los grupos de bombeo se anclarán a la base de hormigón de la caseta de bombeo mediante la bancada de perfiles metálicos normalizados en la que van instalados y mediante pernos de anclaje.

Las superficies de las partes metálicas que deban transmitir carga a la obra de hormigón armado, se dimensionarán de manera que las tensiones de compresión sobre la misma no excedan de sesenta kilogramos por centímetro cuadrado (60 kg/cm<sup>2</sup>).

Los colectores irán hormigonados a mitad hasta que se entierren o lleguen al cerramiento (si están dentro de una caseta) uniéndose al hormigón mediante abrazaderas metálicas de un espesor no inferior a 10 mm que irán atornilladas al hormigón.

### **Pintura.**

Las tuberías se limpiarán en taller, interior y exteriormente, mediante rascado profundo o chorro de arena o granalla, hasta obtener una superficie brillante.

Una vez limpias y secas serán tratadas inmediatamente con dos capas de minio de espesor 40 micras , interrumpiendo su aplicación a una distancia apropiada de los extremos a soldar para poder efectuar la soldadura sin afecta la pintura.

## PLIEGO DE CONDICIONES

---

Antes de la aplicación de la pintura exterior plástica, se retocarán aquéllas partes que durante el transporte o el montaje se hubiesen deteriorado.

Una vez terminada la construcción en taller de las tuberías, un 4% de las piezas se someterán a un ensayo de resistencia, en secciones apropiadas delimitadas por válvulas y/o bridas ciegas.

La presión de prueba del circuito de impulsión será de 15 kg/cm<sup>2</sup>.

La prueba consistirá en someter a las piezas elegidas (dos como mínimo) durante media hora a la presión de cálculo y observar que no se registran pérdidas de agua.

A continuación se subirá durante 10 minutos a la presión de prueba, y se comprobará que tampoco se producen pérdidas de agua. Durante la misma se golpearán con un martillo los cordones de soldadura.

### **3.15.- Válvulas de retención.**

Serán válvulas **(CARACTERISTICAS DE LAS VÁLVULA/s).**

Todos los elementos deberán tener la rigidez necesaria para soportar, sin sufrir deformaciones, todos los esfuerzos derivados de la presión ejercida por: acciones hidráulicas, estáticas, esfuerzos hidráulicos dinámicos, transportes y tensiones accidentales de montaje.

Los ensayos que se someterán en la plataforma de pruebas del fabricante serán:

-Prueba de seguridad y hermeticidad del cuerpo. Se hará mediante ensayos de presión interior, durante 10 minutos, a la presión de prueba.

-Prueba de hermeticidad del cierre hidráulico. Se hará mediante ensayo de presión interior, contra plato cerrado, durante 10 minutos a la presión de prueba. No se permitirán fugas.

### **3.16.- Válvulas de mariposa.**

Todos los elementos deberán tener la rigidez necesaria para soportar, sin sufrir deformaciones, todos los esfuerzos derivados de la presión ejercida por: acciones hidráulicas estáticas, esfuerzos hidráulicos dinámicos, transportes y tensiones accidentales del montaje.

**(CARACTERISTICAS DE LA VALVULA/s DE MARIPOSA)**

Los ensayos a que se someterán en la plataforma de pruebas del fabricante serán:

- Prueba de seguridad y hermeticidad del cuerpo. Se hará mediante ensayos de presión interior, durante 10 minutos, a la presión de prueba.
- Prueba de hermeticidad del cierre hidráulico. Se hará mediante ensayo de presión interior, contra plato cerrado, durante 10 minutos a la presión de prueba. No se permitirán fugas.

### **3.17.- Válvulas hidrantes.**

El Contratista deberá suministrar y montar las siguientes válvulas hidrantes **(DIÁMETROS DE LAS VÁLVULA, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, Y RECOMENDACIONES DE MONTAJE)**

### **3.18.- Sistemas de control.**

#### **3.18.1.- Descripción General del sistema de control.**

#### **3.18.2.- Sistema de control proyectado.**

El programador como sus accesorios cumplirá con la normativa CE y estarán etiquetados conforme a la misma.

Los equipos para la automatización, así como sus características y recomendaciones generales de instalación serán descritos en el anejo a la memoria de automatización.

### **3.19.- Equipos de Filtrado.**

Serán de las características y medidas definidas en la Memoria.

### **3.20.- Pinturas.**

El Contratista, terminado el montaje y la puesta a punto de la instalación, pintará con una mano de pintura plástica, todos los elementos metálicos de la instalación, tales como grupos motor-bombas, válvulas, tuberías, herrajes, etc.

**3.21.- Lámina de Polietileno de Alta Densidad para Impermeabilización de las Balsas.**

Las balsas cubrirán con **(TIPO DE MATERIAL , ESPESOR , CARACTERISTICAS TECNICAS Y ESPECIFICACIONES DE MONTAJE)**

**3.22.- Materiales no incluidos en el presente Pliego.**

Condiciones Generales:

Los materiales que hayan de emplearse en obra sin que hayan especificado en este Pliego no podrán ser empleados sin haber sido reconocido por el Director de las obras, el cual podrá admitirlo o rechazarlo según reúnan o no las condiciones que , a su juicio , son exigibles sin que el adjudicatario de las obras tenga derecho a reclamación alguna.

**3.23.- Ensayos y pruebas de los materiales.**

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director de las Obras, previa realización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

En caso de no conformidad con los resultados conseguidos, bien por el Contratista o por el Ingeniero Director de las Obras, se someterá la cuestión al Laboratorio Central de Ensayos de Materiales de la Construcción dependiente del Ministerio de Obras Públicas, siendo obligatorio , para ambas partes, la aceptación de los resultados que obtengan y de las conclusiones que formule.

**CAPITULO 4.- CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

**4.1.- Replanteo.**

a) Por la Dirección de la obra se efectuará el replanteo general de las obras o de la comprobación del mismo en su caso y los replanteos parciales de las distintas partes de las obras que sean necesarias durante el curso de ejecución, debiendo presenciar estas operaciones el Contratista, el cual se hará cargo de las marcas, señales, estacas y referencias que se dejen en el terreno. Del resultado de estas operaciones se levantarán actas que firmarán la Dirección de las Obras y el Contratista.

b) La práctica del replanteo no supone autorización para que el Contratista construya fábricas cuyas paredes deban hallarse, según los planos u órdenes de la Dirección de la Obra en contacto con las de la excavación. Cuando el Contratista hubiese procedido a dicha construcción sin autorización, podrá la Dirección de Obra ordenarle la demolición de la obra sin que proceda abono alguno ni por la fábrica ni por la demolición de ella.

c) Todos los gastos que se originen al practicar los replanteos a que se refiere este artículo será de cuenta del Contratista, el cual tendrá asimismo la obligación de custodiar y reponer correctamente las estacas, marcas y señales que desaparezcan.

#### **4.2.- Maquinaria.**

El contratista someterá al Ingeniero Director una relación de la maquinaria que se propone usar en las distintas partes de la obra, indicando los rendimientos medios de cada una de las máquinas. Una vez aceptada por el Ingeniero Director, quedará adscrita a la obra y será necesario su permiso expreso para que se puedan retirar de la obra.

El Ingeniero Director podrá exigir del Contratista la sustitución o incremento de la maquinaria que juzgue necesaria para el cumplimiento de plan de construcción.

#### **4.3.- Inspección y vigilancia de las obras.**

Las obras serán replanteadas, inspeccionadas y vigiladas, durante la ejecución, por el personal facultativo que designe (NOMBRE DEL PROMOTOR DE LA OBRA)

Todas las obras se ejecutarán siempre ateniéndose a las reglas de la buena construcción, con sujeción a las normas del presente Proyecto, así como a la legislación normativa que en cada caso se especifique.

Para la resolución de aquellos casos no comprendidos en las prescripciones citadas en el párrafo anterior, se está a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción y a lo que disponga el Director Facultativo, encargado de la Obra.

#### **4.4.- Ejecución de las obras.**

##### **4.4.1.- Excavaciones en zanjas para conducciones**

Las zanjas tendrán el ancho en la base, profundidad y taludes que figuran en el proyecto o señale la Dirección de Obra.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente para que el tubo apoye en toda su longitud, completándose el rasanteo mediante una capa de arena de al menos diez (10) centímetros de espesor cuando se trate de tuberías de fibrocemento. La Dirección de Obra indicará en cada caso, a la vista de la calidad del terreno, la profundidad hasta la cual hay que cavar.

Los alojamientos para los enchufes o uniones de los tubos, se excavarán después de que el fondo de la zanja haya sido nivelado, y estas excavaciones posteriores tendrán estrictamente la longitud, profundidad y anchura necesario para la realización adecuada del tipo particular de junta de que se trate.

Además de todas las prescripciones señaladas anteriormente se cumplirán las siguientes:

- a) Se planteará el ancho mínimo imprescindible para la ejecución de las zanjas.
- b) La Dirección de Obra determinará las entibaciones que habrán de establecerse en las zanjas.
- c) Los productos de las excavaciones se depositarán a un solo lado de las zanjas, dejando una banqueta de sesenta (60) centímetros como mínimo. Estos depósitos no formarán cordón continuo sino dejarán paso para el tránsito general y para la entrada a las viviendas afectadas por las obras. Todos ellos se establecerán por medio de pasarelas rígidas sobre las zanjas.
- d) Se tomarán las precauciones precisas para evitar que las lluvias inunden las zanjas abiertas.
- e) Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos que sean necesarios a juicio de la Dirección de Obra.
- f) Durante el tiempo que permanezcan las zanjas establecerá el Contratista señales de peligro, especialmente por la noche.
- g) No se levantarán las entibaciones y apeos establecidos sin que lo ordene la Dirección de la Obra.

**4.4.2.- Relleno y compactación de zanja.**

- a) No serán rellenadas las zanjas hasta que se hayan realizado todas las pruebas necesarias y lo autorice la Dirección de Obra.
  
- b) Para el relleno propiamente dicho se utilizará material de zahorra que cumplirá con lo especificado en el artículo 3.1. del Presente Pliego.
  
- c) Estos materiales, se depositarán en capas de quince centímetros de espesor, los cuales se apisonarán mediante pisones, de mano mecánicos, hasta que la tubería esté cubierta con un espesor de treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior, en esta parte el apisonado se hará empezando por los laterales de las tuberías y continuando luego por encima de ellas.

El resto de relleno, será depositado y apisonado con los mismos materiales pudiendo utilizarse elementos de compactación más intenso.

La compactación deberá alcanzar al menos el noventa y cinco por ciento (95%) del Ensayo Proctor normal.

#### **4.4.3.- Colocación de tubo de P.V.C.**

##### **Transporte y manipulación de los tubos**

En la carga, transporte y descarga de los tubos se evitarán los choques, se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal forma que no sufran golpes de importancia. Una vez acoplados los tubos en el borde de las zanjas y dispuestos ya para el montaje, deben ser examinados por un representante de la Administración, debiendo rechazarse aquellos que presenten algún deterioro.

La Administración no pagará ningún tubo que se rechace por haberse deteriorado en el transporte, cualquiera que sea la causa.

##### **Montaje de los tubos.**

Los tubos se bajarán al fondo de la zanja, con precaución empleando los medios adecuados según su peso y longitud.

## PLIEGO DE CONDICIONES

---

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán éstos para cerciorarse que el interior está libre de tierra, piedra, útiles de trabajo, prendas de vestir, etc, y se realizará su centrado y perfecta alineación, con un poco de material de relleno para impedir su movimiento. Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes; en el caso de zanjas con inclinaciones superiores al diez por ciento, a tubería se colocará en sentido adyacente. Si se precisase ajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

Por encima de la generatriz superior de la tubería habrá siempre por lo menos un metro hasta la rasante del terreno.

Cuando se interrumpa la colocación de la tubería, se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños, procediendo no obstante esta precaución a examinar con todo cuidado el interior de la tubería al reanudar el trabajo por si pudiera haber introducido algún cuerpo extraño en la misma.

Las tuberías y zanjas, se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación en caso necesario.

Generalmente no se colocarán más de cien metros de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y también para protegerlo en lo posible de los golpes.

Antes de proceder a la colocación de los tubos, se echarán diez centímetro de espesor de arena en solera y después se colocarán los tubos con las precauciones indicadas procediéndose al relleno con arena de toda la zanja hasta diez centímetros por encima de la generatriz superior, retacándose ambos laterales de la conducción.

A continuación se efectuará el relleno de las zanjas por tongadas sucesivas; la primera alrededor de 30 cms se hará manualmente evitando colocar piedra o gravas con diámetro superiores a los 20 cms.

Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplanar zanjas, o consolidar rellenos de forma que no produzcan movimientos en la tubería.

Donde los asientos tengas poca importancia a juicio del Director de Obra, el Contratista podrá rellenar (a partir de los 30 cms, sobre la arista superior de la tubería) sin precauciones

especiales, pero cargando el terraplén sobre la zanja, lo suficiente para compensar los asientos que se produzcan.

Los extremos de los tubos no quedarán a tope, sino con un pequeño hueco de 1,5 cms. Todas las piezas deberán quedar perfectamente centradas en relación con el final de los tubos.

**Sujeción y apoyo contra las reacciones en codos, derivaciones y otras piezas.**

Una vez sentados los tubos y las piezas especiales se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación, etc.

Según la importancia de los empujes, estos apoyos o sujeciones serán de hormigón o metálicos, establecidos sobre los terrenos de resistencia suficientes y con el desarrollo preciso para evitar que puedan ser movidos por los esfuerzos que comporten.

Los apoyos, salvo prescripción taxativa contraria, deberán ser colocados en forma que las puntas de las tuberías y de los accesorios sean accesibles para su reparación.

Las barras de acero o abrazaderas metálicas, deberán ser galvanizadas o tratadas de otro modo contra la oxidación incluso pintadas o embebidas en hormigón.

Se prohíbe el empleo de cuñas de piedra o madera, que puedan desplazarse.

**Lavado de tubería.**

Antes de ser puestas en servicio las canalizaciones, deberán ser sometidas a un lavado y a un tratamiento eficaz de depuración bacteriológica. A estos efectos la red tendrá las llaves y desagües necesarios no solo para su explotación sino para facilitar estas operaciones.

**4.4.4.- Pruebas de la tubería instalada.**

**Prueba de presión interior.**

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a hacer pruebas parciales a presión interna, por tramos de longitud fijada por la Dirección de la Obra. Como norma se recomienda que estos trozos tengan longitud aproximada de 500 mm pero en el tramo elegido la diferencia de cotas entre el punto de rasante más bajo y el de rasante más alto no excederá de 10% del a presión de prueba.

## PLIEGO DE CONDICIONES

---

Antes de comenzar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la canalización, la zanja puede estar parcialmente rellena, dejando al menos descubiertas las juntas.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo a arriba, una vez que se haya comprobado que no existe aire por la conducción.

En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión de aire y para comprobar que todo el interior del tramo a probar se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica, podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión con toda lentitud. Se dispondrá en el punto más bajo de toda la tubería a ensayar y estará provisto de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Administración o previamente comprobado por la misma.

Los puntos extremos del trozo a probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales, que se apuntalarán para evitar desplazamiento de las mismas o fugas de agua y que deben ser fácilmente desmontable para poder continuar el montaje de la tubería.

Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo, caso de existir, se encuentran bien abiertas.

La presión interior de prueba en zanjas de la conducción será tal que se alcance 1,4 veces la presión máxima de trabajo en ese tramo.

La presión se hará subir lentamente, de forma que el incremento de la misma no supere una atmósfera por minuto.

La presión durará treinta minutos (30) y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a  $p/5$  siendo la presión de prueba en zanja, en atmósferas.

Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algunos tubos y piezas, de forma que el final se consiga que el descenso de presión no sobrepase la fijada.

**Prueba de estanqueidad.**

Después de haberse realizado satisfactoriamente la prueba de presión, deberá realizarse la estanqueidad.

El Contratista proporcionará todos los elementos precisos para realizar esta prueba, así como el personal necesario. La Administración podrá suministrarse los manómetros o equipos medidores, si lo estima conveniente o comprobar los aportados por el Contratista.

La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en la tubería a la cual pertenece el tramo de prueba.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse con un bombín tarado, dentro de la tubería de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad, después de haber llenado la tubería de agua y de haberse expulsado aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas y la pérdida de este tiempo será inferior a:

$$V = K.L.F.$$

Siendo:

- V= pérdida total de la prueba de litro.
- L = longitud del tramos de prueba en metro.
- D= diámetro interior en metro
- K = coeficiente igual a 0,350

De todas formas, si las pérdidas fijadas son sobrepasadas, el Contratista, a sus expensas, reparará todas las juntas y tubos defectuosos; asimismo viene obligado a reparar aquellas juntas que acusen pérdidas apreciables, aún cuando el total sea inferior a la admisible.

**4.4.5.- Tuberías de Polietileno de baja densidad para los ramales de microirrigación.**

Serán de los diámetros reflejados en la Memoria del Proyecto y de las Características físicas e hidráulicas reflejadas en el Capítulo anterior del presente Pliego.

#### **(CARACTERISTICAS DEL MONTAJE)**

Estas tuberías se derivarán de las secundarias mediante juntas bilabiales y al final de cada ramal se sacará la tubería de la tierra para permitir su limpieza.

Las pruebas de la tubería se realizarán a 4 kg/cms<sup>2</sup> y deberán cumplir en todo lo reflejado para estas tuberías por la Norma UNE-53-367-8.

#### **4.4.6.- Hormigones.**

La fabricación y puesta en obra de los hormigones se realizará de acuerdo con el EH-88 y el Artículo 610 del P.G.-3 y apartados del mismo.

El cemento se ajustará a lo prescrito en el R.C.-75 y será P-350 O P-450.

Tanto el árido grueso como el árido fino será áridos clasificados y a ambos les será de aplicación la Norma UNE-7136.

Los encofrados, caso de ser necesarios, se ajustarán y realizarán de acuerdo con el Artículo 630 del P.G.-3.

#### **(TIPOS DE HORMIGONES Y LUGARES DE APLICACIÓN)**

El control de la ejecución de las obras de hormigón será de **nivel normal**, mediante probetas en obra.

Antes de comenzar dichas obras, la Empresa Constructora deberá someter un Plan de Trabajos al Ingeniero Director de las Obras y éste definir las operaciones y frecuencia de los controles a realizar, con todo ello de acuerdo con la EH-82.

#### **4.5.- Acceso a las obras.**

Los caminos, pistas, sendas, pasarelas, escaleras, etc par acceso a las obras y a los distintos tajos serán construidos por el Contratista por su cuenta y riesgo, pudiendo exigir el Ingeniero Director de las Obras mejorar los acceso a los tajos o crear otros nuevos si fuese preciso para poder realizar debidamente su misión de inspección durante la ejecución de las obras. Todo cambio o reposición de cualquier vía de acceso debido a la iniciación de nuevos tajos o modificaciones de proyecto, será por cuenta del Contratista sin que por ello tenga derecho a indemnización alguna ni a que sean modificados los planos de ejecución de las

obras. Estas sendas, pasos, escaleras y barandillas, cumplirán lo especificado en este Pliego, al tratar de la Precauciones para la Seguridad Social.

También será de cuenta del Contratista los caminos de acceso a las diversas graveras que explote y a las escombreras.

La conservación y reparación ordinaria de los caminos y demás vías de acceso a las obras o a sus distintos tajos, serán por cuenta del Contratista.

#### **4.6.- Armaduras.**

Se empleará el tipo de acero especificado de límite elástico 4.200 kg/cm<sup>2</sup>, evitándose el empleo de barras de acero de distinto tipo, por el peligro de confusión que existe.

Las armaduras se doblarán en frío y a velocidad moderada preferentemente por medios mecánicos. El doblado se ejecutará sobre mandril cuyo diámetro "d" no será inferior a 14 mm Ø.

Cada una de las barras de las armaduras tendrá su anclaje o prolongación, con sus dimensiones definidas en los planos de obras, no pudiendo ser modificado por el Contratista sin autorización.

Los empalmes precisos en el caso de que las armaduras tengan mayor longitud de suministro de las barras, serán por solape, siendo la longitud mínima de solape 30 Ø. Las armaduras se atarán con alambre a intervalos en el empalme.

Las barras que constituyan uno o varios tramos sucesivos de un elemento lineal: viga, pilar, etc, se montarán uniéndolas con los estribos mediante ligaduras de alambre y quedarán rigidizadas por la barra doblada, si existen, o por unas que se coloquen para este efecto.

Las distancias entre barras cumplirán las especificaciones técnicas o, si nos la hubiera, lo siguiente:

Distancia horizontal libre mínima entre dos barras consecutivas. El mayor de los siguientes valores:

- El diámetro mayor de las barras.
- Un centímetro.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

- 1,2 veces el tamaño del árido.

Pueden ponerse en contacto dos o tres barras de acero de alta adherencia en pilares, y otros elementos verticales.

Distancias vertical libre mínima entre dos barras consecutivas.

- 0,75 del diámetro mayor de las barras y 1 centímetro.

Dos barras de acero de alta adherencia en vigas o forjados pueden ponerse en contacto una sobre otra.

Colocación de las armaduras:

Las armaduras estarán limpietas, sin traza de pintura grasa u otra sustancia perjudicial. No es perjudicial el óxido firmemente adherido que no se desprende con cepillo de alambre.

Se colocarán las armaduras en los encofrados sobre calzos de mortero u otro material apropiado, para mantenerlas a las distancias debidas de los paramentos del encofrado, fijándolas a éstos de modo que no puedan moverse durante el vertido y compactado del hormigón.

Las distancias de las barras a los paramentos cumplirán las especificaciones técnicas y, si no las hubiese, lo siguiente:

Distancia mínima: el mayor de los siguientes valores.

- El diámetro de la barra.
- Un centímetro en elementos protegidos.
- Dos centímetros en elementos expuestos a la intemperie a condensaciones o al agua; y en la parte curva de las barras.

Distancia máxima: cuatro centímetros.

Revisión de las armaduras:

El Ingeniero Director de las Obras comprobará armaduras durante el doblado montaje y colocación; verificando que tienen la forma, disposición, colocación y diámetros consignados

en los planos de estructura y que se han cumplido el resto de las prescripciones, siendo precisa su conformidad escrita para proceder al hormigonado de los elementos verificados.

#### **4.7.- Instalaciones eléctricas.**

##### 4.7.1.- Condiciones de montaje para líneas aéreas de media tensión

##### **4.7.1.1.- Apertura de Hoyos.**

El contratista, una vez en posesión del Proyecto, y antes de comenzar las excavaciones, deberá hacer un recorrido previo de la línea para comprobar los vértices, alineaciones, cruces y cuantas dificultades puedan surgir. Si encuentra alguna anomalía con respecto al Proyecto, lo comunicará al Supervisor de la Obra para su aclaración.

No se variará la situación de ninguna excavación sin antes ponerlo en conocimiento del Supervisor de Obra, y este dar su aprobación.

##### En excavaciones normales.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las dadas en el Presente Proyecto.

Las tierras sobrantes deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario.

##### En tierra.

Normalmente estas excavaciones se harán con pico y pala. De emplear máquina se tendrá sumo cuidado para que resulten con las medidas dadas para cada caso. Se procurará no remover mucho el terreno ya que perdería consistencia.

Las paredes de los hoyos serán perpendiculares al terreno una vez nivelado el mismo.

##### En terreno de tránsito.

Estos terrenos generalmente suelen ser muy duros, por estar compuestos por

peñuelas, granitos descompuestos, etc.

Para realizar estas excavaciones, aunque no sea necesario el uso de explosivos, hay que emplear útiles apropiados como: cuñas, barras, martillos mecánicos, etc., encareciendo su realización, Las paredes de los hoyos deberán quedar perpendiculares al terreno una vez nivelado el mismo.

En terreno con agua.

Para efectuar excavaciones en estos terrenos es imprescindible el uso de bomba, para sacar el agua procedente de filtraciones en el terreno, ya que generalmente la cantidad de agua filtrada no se puede achicar con cubos.

En este tipo de excavaciones hay que procurar hormigonar lo más rápidamente posible, pues de lo contrario se corre el riesgo de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando las dimensiones del mismo. A veces serán necesarias entibaciones para impedirlo.

En terreno con roca.

En este tipo de excavaciones el uso de explosivos se hace prácticamente imprescindible; por tanto, requieren más atención que las anteriores. Se procurará dar a estas excavaciones las medidas de las mismas muy ajustadas, pues generalmente suelen resultar de mayores dimensiones por efecto de los explosivos, lo que exige un buen conocimiento de las técnicas de voladuras para evitar excavar en demasía.

Cuando queden piedras sueltas en las paredes, se retirarán, a no ser que sean lo suficientemente grandes para realizar el hormigonado del apoyo sin disminuir la seguridad de la cimentación.

Se utilizará la técnica de voladura apropiada con objeto de evitar accidentes, debiéndose cumplir todos los requisitos legales para la utilización de los explosivos.

**4.7.1.2.- Transporte y acopio a pie de hoyo**

Tanto la descarga de los apoyos como su transporte a pie se realizarán con sumo cuidado, ya que un golpe en los mismos puede producir desperfectos, dobladuras o roturas de los perfiles que los componen, dificultando el armado posterior y disminuyendo sus resistencias. Por lo tanto los apoyos no serán arrastrados ni golpeados.

El contratista descargará los materiales metálicos con cuidado para no torcer los angulares y trasladarlos a su punto de destino. Las diagonales y arriostramientos, por tratarse de hierros cortos, deben ir numerados y cosidos con alambres.

Por ninguna razón se utilizarán como palanca o arriostramientos ninguno de los perfiles que componen el apoyo.

Para el acopio de piezas pequeñas se utilizarán cajones para evitar que se pierdan por su número o tamaño.

En lo que respecta a los apoyos de hormigón, su acopio se efectuará a hombros o en carros especiales, evitando cualquier tipo de desconches.

#### **4.7.1.3.- Armados e Izados.**

##### **Apoyos metálicos**

El izado de los postes metálicos comprende:

- Armado de los apoyos y crucetas.
- Izado de los mismos y colocación del aislamiento.
- Toma de tierra mínima.

Los tornillos de las torres se apretarán siempre con llaves dinamométricas a los aprietes indicados por el constructor.

Los aisladores se sujetarán a sus soportes, cuando sea necesario, utilizando para ello materiales adecuados tales como el porcelanit.

El armado de los apoyos, cuando estos son conjuntos de dos o más cuerpos, se realizará teniendo en cuenta la concordancia de las diagonales y presillas.

Para el izado de los postes metálicos despiezados en perfiles, se procederá a montar el poste, lo cual se procurara hacer en terreno llano. Para hacer coincidir los taladros en los angulares se utilizará el puntero de calderero, teniendo muy presente que este útil no se debe emplear nunca para agrandar los taladros, ya que siempre lo harán a costa de rasgar el angular de menor sección. Si es necesario agrandar taladros se hará con escariador.

## PLIEGO DE CONDICIONES

---

Cuando sea necesario hacer nuevos taladros nunca se debe emplear grupo eléctrico o electrógeno. Para ello se utilizará taladro, punzonadora o carraca.

Una vez montado el poste se izará con grúa o pluma, procurando no exponer al poste a movimientos que puedan variar la alineación del mismo. Una vez izado se procederá a repasar todos los tornillos dándoles una presión correcta, con llaves dinamométricas.

El tornillo deberá salir por la tuerca por lo menos tres roscas, las cuales se granetearán para que no se suelten debido a las vibraciones que pueda tener el poste.

La "toma de tierra mínima" de cada apoyo se realizará enterrando simplemente en el hoyo de la excavación en forma de espiral y conectado a la base del apoyo, un flagelo formado por unos tres metros de cable de acero galvanizado de 100 mm<sup>2</sup>. de sección y conectando a él un electrodo de barra, siempre que sea posible su hincado mediante mazas. Además se colocará otro flagelo de cable de las mismas características que, atravesando el macizo de hormigón protegido por un tubo curvado embebido en él, conecte por un extremo con el punto de toma de tierra del montante del apoyo y por el otro salga del macizo lateralmente a 0,50 metros bajo el nivel del terreno, con objeto de conectarle las ampliaciones que sea necesario realizar en la toma de tierra del apoyo.

Cuando la "tierra mínima" sea insuficiente o se trate de zonas frecuentadas y de pública concurrencia, se abrirá una zanja de 60 cm como mínimo de profundidad, cuya disposición, excepto en los casos de "anillos dominadores de potencial", será radial a partir de la base del apoyo e instalándose en ella al menos dos flagelos.

En la misma zanja, y separados una distancia aproximadamente equivalente a vez y media su longitud, se hincarán electrodos de barra, siempre que sea posible y tan profundamente como se pueda, utilizando manguitos de empalme y mazas o medios mecánicos para ello.

Los flagelos se tenderán de forma zigzagueante en el fondo de la zanja. Cada electrodo de barra se conectará al flagelo con las grapas correspondientes y quedará siempre enterrado a mas de 50 cm. bajo el nivel del terreno.

Todas las zanjas se rellenarán con una capa de tierra de unos 10 cm. y sobre ella se extenderá, si no se indica lo contrario, el "mejorador de tierras" en la proporción adecuada, procediéndose a continuación a terminar de rellenar la zanja con tierra.

Todas las ampliaciones de la toma de tierra realizadas de este modo se unirán rígidamente entre sí y a la "toma de tierra mínima" de cada apoyo en su salida lateral de la cimentación.

Cuando se trate de un "anillo dominador de potencial" el flagelo irá enterrado a más de 50 cm de profundidad, en una zanja circular que diste un metro de las aristas del macizo. Se hincarán y unirán a él, si es posible, uno o dos electrodos de barra y este anillo irá unido a la "toma de tierra mínima" del apoyo.

El valor de la resistencia de la "toma de tierra mínima" para los apoyos en general será inferior a 100 ohmios y para los apoyos situados en zonas frecuentadas y de pública concurrencia será de 20 ohmios.

#### **Apoyos de hormigón**

El izado de postes de hormigón no se considera al ser los del Presente Proyecto todos metálicos.

#### **4.7.1.4.- Hormigón para Cimentaciones**

M<sup>3</sup> de hormigón de 150 Kg/cm<sup>2</sup>

#### Arena.

La arena puede proceder de ríos, minas, canteras, etc., debe ser limpia y no contener impurezas arcillosas u orgánicas. Será preferible la que tenga superficies ásperas y de origen cuarzoso, desechando las de procedencia de terrenos que contengan mica, feldespato, etc.

#### Piedra o grava.

La piedra podrá proceder de graveras de río o canteras, pero siempre se suministrará limpia, no conteniendo en su exterior partes calizas, polvo, arcilla u otras materias extrañas.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

Las dimensiones podrán establecerse entre 1 y 6 cm., siendo preferible que tenga superficie con aristas y granulometría apropiadas.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

Cemento.

De primera calidad y deberá cumplir las consideraciones exigidas por el Pliego General de Condiciones para Obras de Carácter Oficial, aprobado por O.M de 21.12.60 (B.O. de 5-8-60). En general se utilizará como mínimo el de calidad P-350 de fraguado lento.

Se almacenará en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad, tanto del suelo como de las paredes.

El supervisor de la Obra podrá realizar, cuando lo crea conveniente los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos.

Agua.

Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas que procedan de ciénagas.

Mezclas.

El amasado del hormigón se hará siempre sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible, recomendándose para ello el empleo de hormigoneras, siempre que sea posible.

Tanto el cemento como los áridos serán medidos en volúmenes apropiados. La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones. A título de ejemplo, se da una a continuación:

Cemento	250 Kg
Arena	425 Litros
Grava de 10 a 60 mm	850 Litros
Agua	170 Litros

Se recomienda utilizar hormigones preparados en plantas especializadas para ello.

Peana.

La peana se hará de forma que el macizo de hormigón sobresalga del nivel del terreno como mínimo 0,20 metros y termine en punta de diamante para facilitar el deslizamiento del agua, enluciéndola con hormigón rico en cemento. Se tendrá la precaución de dejar un taladro en la base para poder colocar el cable de tierra de las columnas. Este deberá salir unos 50 cm. por debajo del nivel del suelo, y en la parte superior de la peana, junto a un angular o montante. Puede utilizarse para ello un tubo curvado de hierro galvanizado.

**4.7.1.5.- Tendido, Tensado y Retensionado.**

Las flechas y tensiones de tendido se ajustarán a las dadas en las Recomendaciones UNESA 3414-A para cable LAC y UNESA 3413 para cable LA (tense límite estático-dinámico).

En los tendidos con cable de Aluminio deberán tenerse en cuenta varios factores:

- 1º Se tenderán siempre en bobina y utilizando poleas-guías en todos los apoyos.
- 2º Se evitará en todo lo posible que el cable toque el suelo, ya que el contacto con la tierra, al contener estas sales, se depositan en el conductor, produciendo efectos químicos que deterioran el mismo. Además, en los cables engrasados se quita esta y disminuye la protección contra la corrosión.
- 3º Es imprescindible el utilizar material apropiado, tanto en empalmes como en amarres, para evitar la formación de pares eléctricos. Especial atención se prestará en evitar la formación instantánea de alúmina, cepillando la parte de cable a conectar, previamente impregnando de grasa neutra o vaselina.
- 4º No se utilizará para estos tendidos material, aisladores, que anteriormente haya tenido conductores de cobre.
- 5º Las mordazas, ranas, de las trócolas utilizadas para el tensado de estos conductores serán apropiadas para el aluminio.
- 6º Los estribos de las grapas se apretarán siempre con llaves dinamométricas a los

pares de apriete indicados por los fabricantes.

7º Los empalmes se efectuarán siempre con manguitos homologados por la compañía suministradora, apropiados para cada sección. Cuando se utilicen accesorios preformados se seguirán las normas apropiadas para la perfecta elaboración de las conexiones, empalmes, etc.

8º Cuando sea necesario el realizar cruce con carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc., será imprescindible la colocación de postes de madera o columnas, siempre que no se hormigonen para el paso de los conductores. Se colocarán dos postes a cada lado de la carretera o línea, y uno en su parte superior transversal. Deberá tenerse presente en colocarlos de forma que aunque se afloje el conductor, este no llegue nunca a tocar a la línea que se trata de cruzar.

9º Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del Director de Obra.

10º Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostamiento, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones, en particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

11º El tendido de los conductores se realizará exclusivamente con dinamómetro de escala adecuada al uso en cuestión.

12º El contratista será responsable de los deterioros que se produzcan por la no observación de estas prescripciones.

#### **4.7.1.6.- Montajes Diversos.**

#### **4.7.1.7.- Recepción de obra.**

Durante la obra, o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Será hecha, dicha verificación, por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna

recepción global de obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

#### **4.7.1.8.- Calidad de cimentaciones**

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, con objeto de someterlas a ensayo de compresión. El contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

#### **4.7.1.9.- Tolerancias de ejecución**

Desplazamientos de apoyos sobre su alineación: Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir, la distancia entre el eje de dicho apoyo a la alineación real, debe ser inferior a  $D/100 + 10$ , expresada en cm.

Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea con relación a su situación prevista: No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento.

Verticalidad de los apoyos: En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo.

Altura de flechas: La diferencia máxima entre la flecha medida y la indicada en las tablas de tendido no superará un  $\pm 2,5$  %.

#### **4.7.2.- Condiciones de ejecución de los centros de transformación de interior prefabricados.**

##### **4.7.2.1.- Edificio Prefabricado**

El centro prefabricado modular constará de todos los elementos previstos, y su ensamblaje se realizará en el orden y con los procedimientos de manejo indicados por el fabricante.

Estará dotado de todos los pernos de sujeción previstos que estarán apretados correctamente.

La situación del centro estará de acuerdo con las licencias de obra otorgadas, respetando la alineación con las edificaciones existentes, las distancias al bordillo y cuantas indicaciones figuren expresamente en ellas.

Durante la manipulación y ensamblaje de los paneles que constituyen la cubierta, no se producirán erosiones que disminuyan su impermeabilidad.

El centro quedará nivelado y con la rasante de su piso interior 10 cm como mínimo mas alta de la rasante de las aceras, jardines, etc. colindantes.

#### **4.7.2.2.- Características de los Materiales**

#### **4.7.2.3.- Montaje de las Celdas**

(TIPO DE CELDAS, UBICACIÓN).

Una vez instaladas las celdas en su posición definitiva, se comprobará que el aparellaje instalado funciona correctamente. Los interruptores actuarán con la sincronización necesaria en la apertura y cierre de las tres fases.

Los seccionadores de puesta a tierra, las placas seccionadoras, etc., funcionarán suavemente, sin asperezas, rozamientos o puntos duros, llegando sin impedimentos a sus posiciones correctas de trabajo.

En los (TIPO DE INTERRUPTOR) de las celdas de protección de transformadores, se comprobará el correcto funcionamiento de los circuitos de disparo, verificando que los núcleos de las bobinas desplacen libremente actuando sobre la timonería, sin asperezas ni esfuerzos anormales, y que una vez interrumpida la corriente de actuación vuelvan libremente a su posición de reposo.

Se comprobará que el funcionamiento de los enclavamientos y su señalización sean

correctos. Las celdas prefabricadas estarán convenientemente unidas a la red de tierra de herrajes del centro.

Se comprobará la resistencia del aislamiento del conjunto de la celda una vez instalado. La interconexión de celdas se realizará con las barras aisladas adecuadas.

#### **4.7.2.4.- Puentes de M. T. desde la Celda de Protección hasta el Transformador**

Se realizarán con los materiales descritos anteriormente. Su trazado será lo mas corto posible evitando los puentes de longitud excesiva.

Discurrirán por las canalizaciones previstas. En las subidas hacia las bornas de M.T. del transformador, estarán sujetos a los paramentos verticales mediante abrazaderas adecuadas atornilladas a tacos antigiratorios anclados en la pared con una separación máxima de 60 cm.

Los conos deflectores (u otros equipos de control del campo eléctrico) estarán montados sobre los puentes siguiendo las instrucciones indicadas por el fabricante.

Las pantallas metálicas de los puentes del transformador se conectarán a la red de tierra de herrajes del centro.

Los puentes del trafos estarán conectados a las bornas de M.T. de los transformadores y al aparellaje de las celdas mediante clemas y terminales adecuadas que tendrán sus tornillos apretados correctamente.

#### **4.7.2.5.- Circuito de Puesta a Tierra de los Herrajes**

El circuito de puesta a tierra de los herrajes del centro se situará sobre los paramentos verticales de la obra civil y a una distancia de 10 cm por encima de las celdas.

Estará formado por un conductor continuo de varilla de cobre de 8 mm de diámetro al que se conectarán necesariamente en derivación las masas siguientes:

- Envoltentes metálicas de las celdas prefabricadas.

PLIEGO DE  
CONDICIONES

---

- Envolvente metálica de los cuadros de B.T.
- Protección contra contactos directos de la celda del transformador.
- Cuba metálica del transformador.
- Apoyos metálicos de los aisladores de M.T., si los hubiese.
- Pantallas metálicas de los cables de M.T.
- Flejes de protección mecánica de los cables de M.T.
- Cuchilla de los seccionadores de puesta a tierra.
- Punto común de los secundarios de los transformadores de medida de M.T., si los hubiese.
- Bornes para los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio.

No se unirán al circuito de puesta a tierra de los herrajes, ni las puertas de acceso, ni las ventanas metálicas de ventilación del C.T.

Los conductores del circuito de tierra se sujetarán a los paramentos mediante grapas adecuadas atornilladas a tacos antigiratorios, anclados a la pared, a una distancia no superior a 60 cm. Los tacos estarán colocados en taladros efectuados en la pared por medios mecánicos, y una vez atornilladas las grapas, el conjunto ofrecerá una resistencia a la extracción y al giro necesaria para que el circuito quede firmemente sujeto.

Los electrodos de puesta a tierra se hincarán en el fondo de las arquetas de toma de tierra por medio de sufrideras adecuadas de forma que no se deterioren las roscas de los extensionamientos.

La conexión del circuito de tierra se realizará mediante cable de cobre de 95 mm<sup>2</sup> de sección. La arqueta de toma de tierra será visitable, permitiendo desabrochar la grapa de conexión con el circuito interior del centro, pudiendo medir la resistencia a tierra de las picas independientes del circuito general de puesta a tierra.

En los casos en que la resistencia de puesta a tierra no permita cumplir las especificaciones contenidas en la MIE RAT 13, se podrá disminuir profundizando los electrodos, añadiendo los extensionamientos necesarios hasta una profundidad razonable, o añadiendo nuevas tomas de tierra, teniendo en cuenta que se debe agotar antes el primer procedimiento.

El circuito de toma de tierra se pintará de color negro.

#### **4.7.2.6.- Circuito de Puesta a Tierra de Neutro**

El circuito de puesta a tierra del neutro se situará de forma que, su recorrido desde el cuadro de B.T. a la arqueta de toma de tierra sea lo mas corto posible.

Estará constituido por una línea de conductor de cobre de  $95 \text{ mm}^2$  que se abrochará a la barra de neutro del cuadro de B.T. y a la pica de toma de tierra con los terminales y grapas adecuados.

Las instalaciones de tierra de neutro y herrajes podrán unificarse cuando se cumpla lo establecido en MIE RAT 13.7.7.1.

La resistencia de tierra se medirá y corregirá, si fuese necesario, según lo indicado en el punto anterior.

El circuito de tierra de neutro se pintará con las mismas condiciones que el de herrajes.

#### **4.7.2.7.- Circuito de Alumbrado.**

Los puntos de luz del circuito de alumbrado estarán situados en los puntos indicados en el proyecto, y de forma que iluminen preferentemente los accesos y el cuadro de B.T.; su altura sobre el suelo será tal que para la sustitución de bombillas, fusibles o reparación de averías, no sea necesario introducir en el centro escaleras u otros elementos.

El circuito estará entubado en toda su longitud, pero sin empotrar en los paramentos; estará realizado de forma que la instalación de los conductores, o su sustitución en caso de avería, se realice lo más sencillamente posible, procurando que las curvas sean suaves. Los puntos de derivación o ángulos fuertes se harán a través de cajas de registros.

Los tubos irán sujetos a los paramentos mediante grapas con una separación entre ellas no superior a 60 cm.

Las cajas de derivación, interruptores, cajas de protección, tomas de corriente auxiliares, etc., estarán correctamente ancladas a los paramentos.

La sección de los conductores del circuito de alumbrado será como mínimo de  $1,5 \text{ mm}^2$  de cobre.

#### **4.7.2.8.- Circuito de Protección del Transformador a Emisión de Tensión**

Se alimentará directamente de las barras principales del cuadro de B.T. y unirá, con un trazado lo mas corto posible, el termómetro instalado en el transformador con la bobina de disparo del ruptofusible de protección del transformador, a través del circuito eléctrico adecuado.

El circuito estará entubado, sin empotrar en los paramentos, realizándose en las mismas condiciones que las indicadas para el circuito de alumbrado anteriormente.

Una vez terminada la instalación del circuito, se verificará su funcionamiento correcto, comprobando que se realiza el disparo del ruptofusible cuando la aguja de arrastre alcanza el valor indicado por la aguja de indicación de temperatura.

#### **4.7.2.9.- Colocación del Transformador**

Las operaciones necesarias para el traslado del transformador hasta su posición definitiva, se realizarán aplicando la tracción necesaria por medio de mecanismos apropiados (trácteles, polipastos,..) anclados en los ganchos previstos en la solera; la orientación de las ruedas se realizará elevando el transformador con gatos hidráulicos apropiados; se utilizarán barras de uña, barrones, etc. únicamente como medios auxiliares.

El transformador quedará instalado sobre su arqueta y sobre carriles normalizados, que no presenten ningún resalte sobre la obra de fábrica.

La cuba del transformador quedará conectada al circuito de tierra de herrajes tal y como se ha indicado anteriormente.

Se comprobará el correcto llenado del aceite, reponiendo la cantidad necesaria para que quede, como mínimo, a la altura señalada en el nivel.

Cuando el transformador esté dotado de pulmones eliminadores de humedad del aire, se comprobará que el silicagel presenta el color azulado indicativo de su capacidad de absorción de humedad.

Se colocarán las protecciones de la celda del transformador, conectándose a la tierra de herrajes según se ha descrito anteriormente.

#### **4.7.2.10.- Elementos de Seguridad**

## PLIEGO DE CONDICIONES

---

El centro estará dotado de los elementos de seguridad que a continuación se indican:

Una banqueta aislante para la tensión nominal.

Un par de guantes aislantes.

Una pértiga aislante.

Pantalla de separación de contactos donde sean necesarias.

Placas de señalización de riesgo eléctrico.

Placas de señalización adicionales.

Placas informativas de primeros auxilios y de instrucciones con las secuencias a seguir en las maniobras de las celdas.

Placas pasa-pértigas de señalización de advertencia de riesgo eléctrico con señal adicional.

Las placas irán colocadas en los lugares indicados en las normas (puertas de acceso exterior, puertas de las celdas prefabricadas, inmediaciones de las puertas de acceso, etc.), y siempre en lugares claramente visibles.

## **CAPITULO 5.- NORMAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.**

### **5.1.- Condiciones Generales.**

Al término de las obras, la Administración procederá a la recepción de las mismas, previo reconocimiento de las obras realizadas, redactándose un acta que refleje el resultado de las operaciones.

### **5.2.- Ensayos.**

Todos los ensayos necesarios para el control de las obras, se realizará en el Laboratorio que designe la Dirección de las obras.

Si ésta lo considera necesario, el Contratista queda obligado a montar en obra un laboratorio elemental.

Los gastos originados por los ensayos serán de cuenta del Contratista, con la limitación impuesta en el contrato, si la hay, y si se realizan en un laboratorio oficial, estará obligado a abonar los ensayos a las tarifas vigentes.

### **5.3.- Significación de los ensayos y reconocimiento durante la ejecución de las obras.**

Los ensayos y reconocimientos más o menos minuciosos, verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción.

Por consiguiente, a admisión de materiales o de piezas en cualquier forma que se realice, antes de la recepción no atenúa las obligaciones de subsanar o reponer que el Contratista contrae, si las obras o instalaciones resultan inaceptables, parcial o totalmente, en el acto del reconocimiento final y prueba de recepción.

### **5.4.- Materiales, elementos de instalaciones y aparatos que reúnan las condiciones necesarias.**

a) Cuando los materiales, elementos de instalaciones y aparatos no fuesen de la calidad prescrita en el Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su

objeto, la Dirección de la obra dará orden al Contratista para que satisfaga las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

b) Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden de la Dirección de Obra para que retire de las obras los manantiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida procederá la Administración a verificar esa operación cuyos gastos deberán ser abonados por el Contratista.

c) Si los materiales, elementos de instalaciones y aparatos fuesen defectuosos, pero aceptables a juicio de la Dirección de la obra, se recibirán pero con la rebaja de precio que la misma determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### **5.5.- Pruebas.**

Antes de verificar la recepción, se someterán todas las obras a prueba de resistencia e impermeabilidad y cuando la Dirección de la obra estime oportuna con arreglo a las instrucciones en vigor.

Todas estas pruebas y ensayos serán de cuenta del Contratista y se entiende que no están verificadas totalmente hasta que den resultados satisfactorios.

Las averías o daños que se puedan producir en estas pruebas serán corregidos por el Contratista a su cargo.

Si las pruebas dieran resultados negativos el Contratista deberá rehacer los elementos o partes inadecuadas en el plazo que fije el Ingeniero Director, debiendo realizarse nuevas pruebas a su costa y la reposición de los elementos hasta la obtención de resultados positivos en las pruebas.

#### **5.6.- Recepción de las Obras.**

Una vez terminadas las obras y efectuadas las pruebas citadas en el artículo anterior, se dará por concluido el reconocimiento de las mismas.

Si el resultado de dicho reconocimiento fuese satisfactorio, se recibirán las obras en la forma que establezca el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares para la Contratación de las Obras.

En el caso de que el resultado no fuese satisfactorio y por tanto no procediese el recibo de las obras, se concederá un plazo al Contratista para la corrección de las deficiencias

observada, transcurrido el cual se procederá a un nuevo reconocimiento y las nuevas pruebas y ensayos que se estiman necesarios por la Dirección de la Obra, antes de proceder al recibo de las mismas.

#### **5.7.- Liquidación.**

Una vez efectuada la recepción se procederá a la medición general de las obras, que ha de servir de base para la valoración de las mismas.

La liquidación de las obras se llevará a cabo después de realizada la recepción, salvando las diferencias existentes por los abonos a buena cuenta.

Después de realizada la recepción y aprobada la liquidación se procederá a la devolución de las fianzas, previo el cumplimiento para ello de las disposiciones vigentes en la contratación de Obras de Estado.

#### **5.8.- Rescisión.**

Si la causa del incumplimiento de algún plazo total o parcial establecido para la ejecución de las obras, procediese la rescisión de la obra contratada por efecto de aplicación del Reglamento de Contratos de Estado, se dará al Contratista un plazo que fijará la Administración para terminar las unidades de obra comenzada sin empezar otras nuevas, abonándose las obras ejecutadas con arreglo a condiciones según los Cuadros de Precios del Proyecto.

## **CAPITULO 6.- MEDICION DE LAS UNIDADES DE OBRA Y ABONO DE LAS MISMAS.**

### **6.1.- Precios a que se abonarán las unidades de obra.**

Todas las unidades de obra, se abonarán a los precios establecidos en el Cuadro de Precios número 1 del presente Proyecto, con el aumento del tanto por ciento de alta o baja que resultará y en el tanto por ciento de los honorarios correspondientes a la Dirección de Obra.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establecen en el Presente Pliego de Condiciones Facultativas y comprenden el suministro, transporte y manipulación y empleo de los materiales, maquinaria y mano de obra necesarios para su ejecución, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para que la obra realizada sea aprobada por la Administración.

Se incluyen en los mismos además, los costes indirectos, los gastos generales, de contratación, inspección, replanteo, liquidación, vigilancia no técnica y reconocimiento de materiales, análisis, pruebas y ensayos.

### **6.2.- Gastos por cuenta de Contratista.**

En el apartado anterior se define la totalidad de los gastos que corren por cuenta del Contratista, especificándose en el presente artículo la limitación de los mismos.

Los gastos de replanteo y liquidación de las obras serán de cuenta del contratista pero no podrán exceder del 1% (uno por ciento) y del 1,5% (uno y medio por ciento) respectivamente del presupuesto total de las obras.

Todos los gastos que se originen con motivo de los ensayos y análisis de materiales, así como las pruebas de calidad de las unidades de obra, en fábrica o "in situ", realizados con la frecuencia prescrita en este Pliego de Condiciones, o fijado por el Ingeniero Director de las Obras en su caso, serán por cuenta del Contratista, no pudiendo en ningún caso sobrepasar el 01% (uno por ciento) del total de presupuesto de las obras.

### **6.3.- Excavación en zanjas.**

a) La excavación en zanjas se medirá en metros cúbicos realmente excavados, según las secciones tipo del proyecto o las modificaciones que determine el Ingeniero Director.

b) El abono se hará unitario único estipulado en el cuadro de precios del contrato, por metro cúbico, calculando el volumen como se indica en el apartado a). Incluye los posibles agotamientos, entubaciones, etc, salvo que haya zona en donde no pueda realizarse con máquina retroexcavadora y sea necesario el empleo de martillo, en cuyo caso estos metros cúbicos excavados se pagaran a un precio cinco veces superior al normal de excavación en zanja.

#### **6.4.- Refino de la zanja.**

a) Se medirá por los metros de zanja en los cuales se ha refinado su lecho con medios manuales sin tener en cuenta la anchura de la misma.

b) Se abonará al precio unitario que figura en el cuadro de precios multiplicado por el número de metros realmente refinados de zanja.

#### **6.5.- Recatado de la tubería en zanja.**

a) Se medirán los metros de tubería que se retocan mediante mazos de madera y con tierras procedentes de la excavación hasta una altura de 30 cms sobre la generatriz superior de la tubería.

b) Se abonará esta unidad al precio unitario que figura en el cuadro de precios del Proyecto y se multiplicará por el número de metros de zanja que se hayan retocado.

#### **6.6.- Relleno a máquina de la zanja.**

a) Se medirá en metros cúbicos de tierra excavados en zanja que ahora se rellena. Se realizará con Tractor-pala y llevará incluido tanto el relleno de la zanjada como el extendido de la tierra incluso transporte de las piedras de gran tamaño a vertedero próximo siempre que dichas piedras procedan de la excavación en zanja.

b) Se pagará al precio que figura dicha unidad en el cuadro de precios del proyecto y multiplicado por los metros cúbicos resultados de medir la excavación en zanja tapada.

**6.7.- Mezclas Hidráulicas.**

- a) El hormigón se medirá en metros cúbicos de cada tipo de hormigón ejecutado.
- b) El abono se hará al precio unitario estipulado en el cuadro de precios del contrato, por el número de metros cúbicos de cada tipo de hormigón ejecutado. En dichos precios unitarios están incluidos la fabricación, transporte, colocación y vibrado. No se medirán ni abonarán las operaciones de curado ni las adiciones que se suponen incluidas en el precio del contrato.

**6.8.- Juntas.**

Todos los tipos de juntas, incluso las de P.V.C. va incluidas en las unidades de obra correspondiente y, por tanto, no se medirán no abonarán expresamente.

**6.9.- Conductos.**

- a) La longitud de cada clase de conducto aceptablemente instalado se medirá en metros lineales "in situ", paralela al eje longitudinal del conducto realmente instalado.
- b) El abono se hará al precio unitario estipulado en el cuadro de precios del contrato, por metro lineal de conducto aceptablemente instalado y calculada la longitud según se describe en el apartado a) para clase de conducto, incluyendo juntas y lecho o cama.

**6.10.- Válvulas de mariposa, desagüe, ventosas, válvulas hidráulicas y acometidas de parcela, filtros y equipos electromecánicos.**

- a) Se medirán por unidad de cada tipo aceptablemente instalados y de los tipos y elementos descritos en la Memoria y Mediciones.
- b) Cada unidad de obra se pagará al precio reflejado en el cuadro de precios del Proyecto para esa unidad y se multiplicará dicho precio por el número de unidades realmente instaladas.

**6.11.- Obras de hormigón de cualquier tipo o dosificación.**

Se entiende por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de hormigón cualquiera que sea el tipo o dosificación de éste, el volumen que corresponda a dicha unidad de obra completamente terminada con arreglo a las prescripciones del presente Pliego.

Los precios correspondientes al cuadro de precios número 1, se refieren al metro cúbico definido de este modo, comprendiendo los materiales y medios de transporte, vibrados, encofrados (en algunos casos), cuadrados, andamiajes, agotamiento y demás medios auxiliares.

#### **6.12.- Acero en armaduras.**

Se medirá y abonará el acero empleado en armadura, por el peso teórico que, basado en la densidad que determine y fije el Ingeniero Director de las Obras por cada partida, resulte de las dimensiones que figuren en los planos correspondientes.

En este precio se incluyen todos los gastos de adquisición del material, transporte a la obra, almacenaje, pruebas y ensayos conformado y plantillaje, empalmes por soldadura, puesta en obra en el lugar que debe armar, sujeción para impedir desplazamientos durante el hormigonado, limpieza del oxido y otras impurezas que puedan cubrirlos inmediatamente antes del vertido del hormigón, etc.

No serán de abono los recortes que puedan resultar, pero el Contratista está obligado a retirarlos de la obra a su cargo y cuenta.

#### **6.13.- Maquinaria.**

En el capítulo 3 de éste Pliego se definen las características esenciales de la maquinaria, cuyos precios se incluyen en el cuadro número 1, compuertas, válvulas, motores, mecanismos diversos de accionamiento y mando, cuadros de control eléctrico, etc.

La medición se realizará por unidades totalmente montadas y en condiciones de funcionamiento.

Se incluyen en estos precios, todos los gastos derivados de la observancia de las prescripciones contenidas en éste Pliego, respecto de montaje de las unidades de referencia; la adquisición y transporte de la maquinaria; su montaje por personal especializado, pruebas y demás operaciones se deban realizarse hasta que la obra terminada merezca la calificación de "de recibo".

**6.14.- Medición y abono de palastro en tuberías y piezas especiales.**

Se medirán y abonarán por su peso en kilogramos terminados y colocados con arreglo a las condiciones prescritas en este Pliego y al Precio indicado en el Cuadro de Precios número 1.

También se medirán y abonarán por kilogramos colocados en obra las transiciones piezas especiales, marcos, bridas, refuerzos y amarres de toda índole para su fijación a pieza metálica o de hormigón, necesarios para complementar la instalación de las tuberías.

**6.15.- Acopios.**

A solicitud de la Contrata, son abonables a los precios de material a pié de obra, que figure en el Proyecto, las armaduras y todos aquellos materiales que, ni por la acción de los agentes exteriores, ni por el transcurso del tiempo, ni por cualquier imprevisto, puedan sufrir daño o modificación de las condiciones que deban cumplir. Para la valoración, se tomará solo el porcentaje que establezca el Ingeniero Director de las Obras, en función del riesgo de deterioro. Este porcentaje no superará nunca el 75%.

Para realizar dicho abono será necesaria la constitución previa del correspondiente aval, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento General de Contratación.

**6.16.- Conducciones eléctricas.**

- a) La longitud de las conducciones eléctricas, realmente ejecutadas, se medirán en metros lineales "in situ".
- b) El abono de las conducciones eléctricas aceptablemente ejecutadas se hará al precio unitario correspondiente estipulado en el cuadro de precios del contrato, por metro lineal medidos como se indica en el apartado a).

**6.17.- Obras incompletas.**

Cuando por rescisión u otras causas, fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicará los precios del cuadro nº 2, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra, fraccionada en forma distinta a la valorada en dicho cuadro.

La justificación de precios no es documento contractual u sólo tiene valor informativo de la forma de obtener unos precios.

El Contratista, al hacer su oferta estudiará sus precios y nunca podrá modificarlos en función a este documento de Memoria.

En ninguna de estos casos tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna fundada en insuficiencia de los precios de dicho cuadro, o en omisión del coste cualquiera de los elementos que constituyan los referidos precios.

#### **6.18.- Partidas alzadas.**

Las obras que figuran en el presupuesto de éste Proyecto , por cantidad alzada y que habrán de ser ejecutadas con sujeción a las órdenes del Ingeniero Director de las Obras , y a las prescripciones de este Pliego, serán medidas y valoradas como las restantes, por sus unidades de obra a los precios que por unidad figuran el Cuadro de Precios número 1 de este Proyecto, y si se tratara de unidades de obra no incluidas en dicho Cuadro, se abonarán al precio que se fije contradictoriamente , previamente aprobados por la Superioridad.

#### **6.19.- Construcciones auxiliares y provisionales.**

El contratista queda obligado a construir por su cuenta y a retirar al fin de la obras, todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacén, cobertizos, caminos para acceso, silos, etc.

Todas estas obras estarán sometidas a la aprobación del Ingeniero Director de las Obras, en lo que se refiere a su ubicación, cotas, etc, y en su caso, en cuanto al aspecto de las mismas cuando la obra principal así lo exija.

Sin previo aviso y en un plazo de treinta días, a partir de éste, si la Contrata no hubiese procedido a la retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc, después de la terminación de la obra, la Dirección puede mandarlo retirar por cuenta del Contratista.

No se abonará ninguna partidaalzada en concepto de medios auxiliares, pues todos los gastos se ésta índole, quedan incluidos en los correspondientes precios unitarios.

**6.20.- Medios Auxiliares.**

En caso de rescisión por incumplimiento del Contrato, por parte del Contratista, los medios auxiliares del constructor podrán ser utilizados libres y gratuitamente por la Propiedad para la terminación de las obras.

Si la rescisión sobreviniese por otra causa, los medios auxiliares del constructor podrán ser utilizados por la Propiedad, hasta la terminación de las obras, gratuitamente, si la cantidad de obra ejecutada no alcanzase a los cuatro quintos de la totalidad.

En cualquier caso, todos estos medios auxiliares quedarán de propiedad del Contratista, una vez terminadas las obras, pero ningún derecho tendrán a reclamación alguna por los desperfectos a que su uso haya dado lugar.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# DOCUMENTO Nº 4

## PRESUPUESTO



Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

Autora: Laura Giménez Gimeno

Tutora: Virginia Palau Estevan

Valencia, septiembre 2022

# ÍNDICE

1. MEDICIONES
2. CUADRO DE MANO DE OBRA
3. CUADRO DE MAQUINARIA
4. CUADRO DE MATERIALES
5. CUADRO DE PRECIOS DE UNIDADES DE OBRA
6. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS
7. PRESUPUESTOS PARCIALES
8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

## **MEDICIONES**

**Presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Nº	Ud	Descripción						Medición
1.1	Ha	<b>Desbroce similar a la roza, pero combinando corte de cepas con arranque y destrucción parcial de éstas y un ligero enterramiento, utilizando una grada de discos en tandem, en suelo suelto y con pendiente inferior al 15%. Terreno regular y no pedregoso</b>						
							<b>Total Ha .....: 6,800</b>	
1.2	M3	<b>Excavacion mecanica en zanja en todo tipo de terreno excepto roca hasta una profundidad de 4 m realizados por medios mecanicos. incluso apilamiento de tierras a laterales.</b>	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Excavación de zanjas para tuberías terciarias		759,500	0,600	0,800	364,560	
							<u>364,560</u>	<u>364,560</u>
							<b>Total m3 .....: 364,560</b>	
1.3	M3	<b>Relleno de zanjas o pozos con tierras procedentes de la excavación, extendido y compactado.</b>	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Relleno de zanjas de las tuberías terciarias con tierra procedente de la excavación		759,500	0,600	0,800	364,560	
							<u>364,560</u>	<u>364,560</u>
							<b>Total m3 .....: 364,560</b>	
1.4	M3	<b>Arranque de árbol, incluso troceado y transporte al almacen.</b>	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Arranque arbolado	272,1	0,500	0,400	0,300	16,326	
							<u>16,326</u>	<u>16,326</u>
							<b>Total m3 .....: 16,326</b>	
1.5	M2	<b>Laboreo mecánico del terreno con eventual remate manual, incluyendo tres pases cruzados de arado de vertedera o discos de 20 a 25 cm. de profundidad, con mezcla del abonado de fondo y en su caso de los correspondientes aportes adicionales y tres pases de grada de disco y/o puas, incluyendo abono, y en caso eventual de fresadora y refino. Incluso aporte de 4 kg. de estiércol, 40 grs. de abono mineral 15-15-15 (o mezcla equivalente)</b>	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Preparación del terreno para la plantación	68.000	0,500	0,400	0,300	4.080,000	
							<u>4.080,000</u>	<u>4.080,000</u>
							<b>Total m2 .....: 4.080,000</b>	
1.6	Ha	<b>Labor de desfonde y subsolado a 40 cm. de profundidad con subsolador de 3 brazos suspendido, con tractor de ruedas de 60 CV</b>	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Subsolado y desfonde	6,8				6,800	
							<u>6,800</u>	<u>6,800</u>
							<b>Total Ha .....: 6,800</b>	
1.7	Ha	<b>Despedregado del terreno con despedregadora de ancho de trabajo 3 m., profundidad 10 cm., con tractor de ruedas de 90 CV</b>	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Despedregado	6,8				6,800	
							<u>6,800</u>	<u>6,800</u>
							<b>Total Ha .....: 6,800</b>	
1.8	Ha	<b>Conformación de mesetas</b>	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Conformación de mesetas	6,8				6,800	
							<u>6,800</u>	<u>6,800</u>
							<b>Total ha .....: 6,800</b>	

**Presupuesto parcial nº 2 SUBUNIDADES DE RIEGO**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>						<b>Medición</b>
<b>2.1</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 40 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Instalación tubería PVC DN40 PN6	348,2				348,200	
							<u>348,200</u>	348,200
								<b>Total m .....: 348,200</b>
<b>2.2</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tubería PVC DN90 PN6	6				6,000	
							<u>6,000</u>	6,000
								<b>Total m .....: 6,000</b>
<b>2.3</b>	<b>M</b>	<b>Tubo rígido PVC liso para canalización subterránea 75 mm de diámetro, instalado en zanja directamente o bajo tubo de protección general.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tubería PVC DN75 PN6	66				66,000	
							<u>66,000</u>	66,000
								<b>Total m .....: 66,000</b>
<b>2.4</b>	<b>M</b>	<b>Instalación de tubería de PVC con un DN50 y PN6</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Instalación tubería PVC DN50 PN6	251				251,000	
							<u>251,000</u>	251,000
								<b>Total m .....: 251,000</b>
<b>2.5</b>	<b>M</b>	<b>Tubería portaemisores DN16 PE32 UNE 53367</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tubería portaemisores caudal 3,5 L/h separación entre emisores 1 metro, DN16 PE32 UNE53367	24.734				24.734,000	
							<u>24.734,000</u>	24.734,000
								<b>Total m .....: 24.734,000</b>

**Presupuesto parcial nº 3 RED DE TRANSPORTE**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>					<b>Medición</b>	
<b>3.1</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 40 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Instalación tubería PVC DN40 PN6		133,500			133,500	
							<u>133,500</u>	133,500
							<b>Total m .....:</b>	<b>133,500</b>
<b>3.2</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Instalación tubería PVC DN90 PN6	211				211,000	
							<u>211,000</u>	211,000
							<b>Total m .....:</b>	<b>211,000</b>
<b>3.3</b>	<b>M</b>	<b>Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión con junta elástica. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Instalación tubería PVC DN63 PN6	225,8				225,800	
							<u>225,800</u>	225,800
							<b>Total m .....:</b>	<b>225,800</b>
<b>3.4</b>	<b>M</b>	<b>Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Tubería PVC DN75 PN6	411,5				411,500	
							<u>411,500</u>	411,500
							<b>Total m .....:</b>	<b>411,500</b>
<b>3.5</b>	<b>M</b>	<b>Instalación tubería PVC DN50 PN6</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Instalación tubería PVC DN50 PN6	97,5				97,500	
							<u>97,500</u>	97,500
							<b>Total m .....:</b>	<b>97,500</b>

**Presupuesto parcial nº 4 CABEZAL DE RIEGO**

Nº	Ud	Descripción						Medición
<b>4.1</b>	<b>Ud</b>	<b>Programador de riego de alta frecuencia de hasta 12 salidas, 9 VDC. Incluso pilas alcalinas. Instalado y probado.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Sistema de automatización del riego y fertilización	1				1,000	
							1,000	1,000
							<b>Total ud .....:</b>	<b>1,000</b>
<b>4.2</b>	<b>U</b>	<b>Filtro de anillas de plástico reforzado con fibra de vidrio. Un cuerpo de anillas filtrantes. Diversos grados de filtrado según anillas de 40, 80, 120, 140, 200 y 350 mesh. Equipados con dos tomas manométricas. Gran resistencia mecánica y química. Apto para trabajar hasta presiones de 10 atm y caudales de 30 m³/h. Conexión rosca macho de 2" de diámetro. Con lavado manual. Instalado y puesta a punto</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Filtro de anillas 130 mesh de 2" con una presión máxima de 10 bar y un caudal máximo de 30 m3/h	1				1,000	
							1,000	1,000
							<b>Total u .....:</b>	<b>1,000</b>
<b>4.3</b>	<b>U</b>	<b>Depósito para reactivos. Volúmen litros: 1000 l., Diámetro: 1000 mm, Altura. 1300 mm. Fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio P.R.F.V. Incluye: deflectores, soporte agitador, E/S-DN-PN según necesidad. Opcional: agitador, cubierta abatible.. Instalado y comprobado.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Depósito fertilizantes de 1000 L con agitador	1				1,000	
							1,000	1,000
							<b>Total u .....:</b>	<b>1,000</b>
<b>4.4</b>	<b>U</b>	<b>Depósito dosificación de polietileno. Medidas: diámetro: 500 mm, altura: 650mm. Instalado y comprobado.</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Depósito fertilizantes de 500 L con agitador	1				1,000	
							1,000	1,000
							<b>Total u .....:</b>	<b>1,000</b>
<b>4.5</b>	<b>Ud.</b>	<b>Depósito dosificación capacidad de 125 L con agitador, instalado</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Depósito fertilización 125 L con agitador	1				1,000	
							1,000	1,000
							<b>Total ud. ....:</b>	<b>1,000</b>
<b>4.6</b>	<b>U</b>	<b>Válvula de mariposa con cuerpo de fundición nodular, wafer(sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo de E.P.D.M, juntas y tornillería incluida. Presión de trabajo hasta 10 atm, para diámetro de 80 mm</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Válavula de mariposa DN80 PN10	3				3,000	
							3,000	3,000
							<b>Total u .....:</b>	<b>3,000</b>
<b>4.7</b>	<b>Ud.</b>	<b>Válvula de retención DN80 PN16</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Válvula de retención DN80 PN16	1				1,000	
							1,000	1,000
							<b>Total ud. ....:</b>	<b>1,000</b>
<b>4.8</b>	<b>Ud</b>	<b>Bomba inyectora de fertilizantes PVC presión 7bar, 60Hz, pistón diam 48mm</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Bomba inyectora de fertilizantes	1				1,000	
							1,000	1,000
							<b>Total ud .....:</b>	<b>1,000</b>

**Presupuesto parcial nº 4 CABEZAL DE RIEGO**

<b>Nº</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>						<b>Medición</b>
<b>4.9</b>	<b>Ud</b>	<b>Manómetro presión máx. 6bar</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Manómetro P.máx. 6bar	9				9,000	
							9,000	9,000
							<b>Total ud. ....:</b>	<b>9,000</b>
<b>4.10</b>	<b>Ud.</b>	<b>Electroválvula DN80 PN10, instalada</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Electroválvula DN80 PN10, instalada	7				7,000	
							7,000	7,000
							<b>Total ud. ....:</b>	<b>7,000</b>
<b>4.11</b>	<b>Ud.</b>	<b>Caseta prefabricada de hormigón 4x3x2.2</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Caseta prefabricada de hormigón 4x3x2.2, montado incluido	1				1,000	
							1,000	1,000
							<b>Total ud. ....:</b>	<b>1,000</b>
<b>4.12</b>	<b>Ud.</b>	<b>Ventosa 3/4" de base plástica</b>						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Ventosa 3/4" de base plastica	7				7,000	
							7,000	7,000
							<b>Total ud. ....:</b>	<b>7,000</b>

**Presupuesto parcial nº 5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO**

Nº	Ud	Descripción						Medición
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
<b>5.1</b>	<b>U</b>	<b>Apertura de un hoyo de 0.5x0.4x0.3 metros, realizado por peón agrícola</b>						
		Apertura de hoyo manual	4.535				4.535,000	4.535,000
							<u>4.535,000</u>	<u>4.535,000</u>
							<b>Total u .....:</b>	<b>4.535,000</b>
<b>5.2</b>	<b>Ud</b>	<b>Plantones Oro Gros x Forner Alcaide nº5</b>						
		Implantación del cultivo	4.535				4.535,000	4.535,000
							<u>4.535,000</u>	<u>4.535,000</u>
							<b>Total ud .....:</b>	<b>4.535,000</b>

Valencia, Septiembre 2022  
 Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y del medio rural

Laura Giménez Gimeno

## **CUADRO DE MANO DE OBRA**

## Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Peón régimen general.	5,000	201,446 h	1.011,05
2	Peón agrícola mayor de 18 años.	5,000	1.133,750 h	5.668,75
3	Oficial 1ª	16,120	9,174 h	147,84
4	Cuadrilla formada por un oficial 1ª, un oficial 2ª, 1/2 peón régimen general y 10% de auxiliar administrativo.	40,050	5,761 h	230,44
5	Oficial especialista	23,680	0,250 h	5,92
6	Peón	19,770	0,250 h	4,94
7	Titulado medio o grado de 3 a 5 años de experiencia	21,450	0,600 h	12,87
			Importe total:	7.081,81
	<p>Valencia, Septiembre 2022</p> <p>Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y del medio rural</p>  <p>Laura Giménez Gimeno</p>			

## **CUADRO DE MAQUINARIA**

## Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Despedregadora H-3000, ancho de trabajo 3 m., suspendida; incluido amortización, intereses, reparaciones y alojamiento	1,460	8,840 h	12,92
2	Subsolador de 3 brazos, suspendido, para preparación y saneamiento del terreno; incluido amortización, intereses, reparaciones y alojamiento	0,310	10,880 h	3,40
3	Tractor de 60 CV, de ruedas, con arco de seguridad, frutero, doble tracción, referencia JD 1950F/DT; incluido tractorista, amortización, intereses, reparaciones, alojamiento, seguros, consumo de gasóleo y lubricantes	14,630	84,320 h	1.219,99
4	Tractor de 90 CV, de ruedas, cabina con aire acondicionado, doble tracción, referencia JD 31505-SG2; incluido tractorista, amortización, intereses, reparaciones, alojamiento, seguros, consumo de gasóleo y lubricantes	17,550	8,840 h	155,18
5	Motosierra con motor de 50 cc., 6.4 kg de peso. 16 " de largo de espada. Con freno de cadena	3,070	6,530 h	20,08
6	Camión hasta 10 Tm.	28,470	2,449 h	69,71
7	Camión de 12 Tm con grúa.	36,860	2,939 h	108,24
8	Camión cuba 10000 litros.	33,580	5,468 h	182,28
9	Compactador manual.	36,500	6,864 h	251,70
10	Excavadora de neumaticos hidraulica de potencia nominal 105 CV. Valor considerando coste de la maquina, coste intrinseco por hora de funcionamiento y coste de personal y combustible.	47,140	60,345 h	2.847,50
11	Pala cargadora de neumaticos de potencia nominal 105 CV. Valor considerando coste de la maquina, coste intrinseco por hora de funcionamiento y coste de personal y combustible.	39,690	10,937 h	433,83
12	Tractor de orugas de potencia 51/70 CV. Valor considerando coste de la máquina, coste intrínseco por hora de funcionamiento y coste de personal y de combustible.	20,230	10,880 h	220,12
			Importe total:	5.524,95
<p>Valencia, Septiembre 2022</p> <p>Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y del medio rural</p> <p style="margin-top: 20px;">Laura Giménez Gimeno</p>				

## **CUADRO DE MATERIALES**

## Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Filtro de anillas de plástico reforzado con fibra de vidrio. Un cuerpo de anillas filtrantes. Diversos grados de filtrado según anillas de 40, 80, 120, 140, 200 y 350 mesh. Equipados con dos tomas manométricas. Gran resistencia mecánica y química. Apto para trabajar hasta presiones de 10 atm y caudales de 30 m <sup>3</sup> /h. Conexión rosca macho de 2" de diámetro. Con posibilidad de lavado manual o automático	208,790	1,000 u	208,79
2	Tubo de PVC de diámetro exterior 40 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado	1,030	481,700 m	496,15
3	Tubo de PVC de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado	3,460	217,000 m	750,82
4	Tubo de PVC de diámetro exterior 63mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión con junta elástica	1,740	225,800 m	392,89
5	Materia orgánica ø 20 mm.	0,030	16.320,000 kg	489,60
6	Abono mineral complejo NPK, de formulación 15-15- 15, en forma granulada, suministrado en sacos de 50 kg	0,190	163,200 kg	40,80
7	Compactadora de bandeja.	6,020	21,874 h	131,24
8	Depósito dosificación de polietileno. Medidas: diámetro: 500 mm, altura: 650mm	120,010	1,000 u	120,01
9	Depósito para reactivos. Volúmen litros: 1000 l., Diámetro: 1000 mm, Altura. 1300 mm. Fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio P.R.F.V. Incluye: deflectores, soporte agitador, E/S-DN-PN según necesidad. Opcional: agitador, cubierta abatible.	2.631,860	1,000 u	2.631,86
10	Tubo PVC ø 75 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	1,820	411,500 m	748,93
11	Tubo rígido PVC para canalización subterránea 75 mm de diámetro, pie de obra.	1,730	66,000 m	114,18
12	Arena de río, de granulometría 0/6. A pie de obra, considerando transporte con camion de 25 Tm, a una distancia media de 20 km.	15,540	16,935 m3	264,19
13	Programador de riego 12 estaciones, p.o.	354,900	1,000 ud	354,90
14	Pila alcalina 9 V	3,300	4,000 ud	13,20
			Importe total:	6.757,56
<p>Valencia, Septiembre 2022</p> <p>Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y del medio rural</p>  <p>Laura Giménez Gimeno</p>				

## **CUADRO DE PRECIOS DE UNIDADES DE OBRA**

## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	<b>1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
1.1	Ha Desbroce similar a la roza, pero combinando corte de cepas con arranque y destrucción parcial de éstas y un ligero enterramiento, utilizando una grada de discos en tandem, en suelo suelto y con pendiente inferior al 15%. Terreno regular y no pedregoso	33,34	TREINTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.2	m3 Excavacion mecanica en zanja en todo tipo de terreno excepto roca hasta una profundidad de 4 m realizados por medios mecanicos. incluso apilamiento de tierras a laterales.	2,31	DOS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
1.3	m3 Relleno de zanjas o pozos con tierras procedentes de la excavación, extendido y compactado.	2,19	DOS EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
1.4	m3 Arranque de árbol, incluso troceado y transporte al almacen.	13,00	TRECE EUROS
1.5	m2 Laboreo mecánico del terreno con eventual remate manual, incluyendo tres pases cruzados de arado de vertedera o discos de 20 a 25 cm. de profundidad, con mezcla del abonado de fondo y en su caso de los correspondientes aportes adicionales y tres pases de grada de disco y/o puas, incluyendo abono, y en caso eventual de fresadora y refino. Incluso aporte de 4 kg. de estiercol, 40 grs. de abono mineral 15-15-15 (o mezcla equivalente)	0,40	CUARENTA CÉNTIMOS
1.6	Ha Labor de desfonde y subsolado a 40 cm. de profundidad con subsolador de 3 brazos suspendido, con tractor de ruedas de 60 CV	24,63	VEINTICUATRO EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.7	Ha Despedregado del terreno con despedregadora de ancho de trabajo 3 m., profundidad 10 cm., con tractor de ruedas de 90 CV	25,46	VEINTICINCO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.8	ha Conformación de mesetas	41,20	CUARENTA Y UN EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
	<b>2 SUBUNIDADES DE RIEGO</b>		
2.1	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 40 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	4,97	CUATRO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.2	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	7,48	SIETE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.3	m Tubo rígido PVC liso para canalización subterránea 75 mm de diámetro, instalado en zanja directamente o bajo tubo de protección general.	4,19	CUATRO EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
2.4	m Instalación de tubería de PVC con un DN50 y PN6	4,51	CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
2.5	m Tubería portaemisores DN16 PE32 UNE 53367	0,57	CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	<b>3 RED DE TRANSPORTE</b>		
3.1	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 40 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	4,97	CUATRO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.2	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	7,48	SIETE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
3.3	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión con junta elástica. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	6,91	SEIS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
3.4	m Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	2,51	DOS EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
3.5	m Instalación tubería PVC DN50 PN6	4,65	CUATRO EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS
	<b>4 CABEZAL DE RIEGO</b>		
4.1	ud Programador de riego de alta frecuencia de hasta 12 salidas, 9 VDC. Incluso pilas alcalinas. Instalado y probado.	427,80	CUATROCIENTOS VEINTISIETE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
4.2	u Filtro de anillas de plástico reforzado con fibra de vidrio. Un cuerpo de anillas filtrantes. Diversos grados de filtrado según anillas de 40, 80, 120, 140, 200 y 350 mesh. Equipados con dos tomas manométricas. Gran resistencia mecánica y química. Apto para trabajar hasta presiones de 10 atm y caudales de 30 m³/h. Conexión rosca macho de 2" de diámetro. Con lavado manual. Instalado y puesta a punto	240,86	DOS CIENTOS CUARENTA EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS
4.3	u Depósito para reactivos. Volúmen litros: 1000 l., Diámetro: 1000 mm, Altura. 1300 mm. Fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio P.R.F.V. Incluye: deflectores, soporte agitador, E/S-DN-PN según necesidad. Opcional: agitador, cubierta abatible.. Instalado y comprobado.	2.765,04	DOS MIL SETECIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS
4.4	u Depósito dosificación de polietileno. Medidas: diámetro: 500 mm, altura: 650mm. Instalado y comprobado.	126,08	CIENTO VEINTISEIS EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
4.5	ud. Depósito dosificación capacidad de 125 L con agitador, instalado	99,94	NOVENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
4.6	u Válvula de mariposa con cuerpo de fundición nodular, wafer(sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo de E.P.D.M, juntas y tornillería incluida. Presión de trabajo hasta 10 atm, para diámetro de 80 mm	135,51	CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
4.7	ud. Válvula de retención DN80 PN16	164,55	CIENTO SESENTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
4.8	ud Bomba inyectora de fertilizantes PVC presión 7bar, 60Hz, pistón diam 48mm	698,67	SEISCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
4.9	ud Manómetro presión máx. 6bar	10,99	DIEZ EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4.10	ud. Electroválvula DN80 PN10, instalada	128,67	CIENTO VEINTIOCHO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
4.11	ud. Caseta prefabricada de hormigón 4x3x2.2	3.117,34	TRES MIL CIENTO DIECISIETE EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS
4.12	ud. Ventoda 3/4" de base plástica	63,22	SESENTA Y TRES EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
4.13	ud Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 50 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. Instalado.	310,92	TRESCIENTOS DIEZ EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS
<b>5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO</b>			
5.1	u Apertura de un hoyo de 0.5x0.4x0.3 metros, realizado por peón agrícola	1,29	UN EURO CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS
5.2	ud Plantones Orognos x Forner Alcaide nº5	7,16	SIETE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
<p>Valencia, Septiembre 2022  Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y del medio rural</p> <p>Laura Giménez Gimeno</p>			

## **CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS**



## Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.6	Ha Labor de desfonde y subsolado a 40 cm. de profundidad con subsolador de 3 brazos suspendido, con tractor de ruedas de 60 CV (Maquinaria) Subsolador de 3 brazos, suspendido, para ... 1,600 h 0,310 Tractor de 60 CV, de ruedas, con arco de ... 1,600 h 14,630 3% Costes indirectos 0,72		
1.7	Ha Despedregado del terreno con despedregadora de ancho de trabajo 3 m., profundidad 10 cm., con tractor de ruedas de 90 CV (Maquinaria) Despedregadora H-3000, ancho de trabajo 3... 1,300 h 1,460 Tractor de 90 CV, de ruedas, cabina con a... 1,300 h 17,550 3% Costes indirectos 0,74		24,63
1.8	ha Conformación de mesetas (Medios auxiliares) Conformación de mesetas 1,000 ha 40,000 3% Costes indirectos 1,20		25,46
2.1	<b>2 SUBUNIDADES DE RIEGO</b> m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 40 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado (Mano de obra) Peón régimen general. 0,203 h 5,000 (Maquinaria) Compactador manual. 0,007 h 36,500 Excavadora de neumaticos hidraulica de po... 0,050 h 47,140 (Materiales) Tubo de PVC de diámetro exterior 40 mm, p... 1,000 m 1,030 (Resto obra) 0,16 3% Costes indirectos 0,14		41,20
2.2	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado (Mano de obra) Peón régimen general. 0,203 h 5,000 (Maquinaria) Compactador manual. 0,007 h 36,500 Excavadora de neumaticos hidraulica de po... 0,050 h 47,140 (Materiales) Tubo de PVC de diámetro exterior 90mm, pa... 1,000 m 3,460 (Resto obra) 0,16 3% Costes indirectos 0,22		4,97
2.3	m Tubo rígido PVC liso para canalización subterránea 75 mm de diámetro, instalado en zanja directamente o bajo tubo de protección general. (Mano de obra) Oficial 1ª 0,139 h 16,120 (Materiales) Tubo rígido PVC ø 75 mm subterráneo (p.o.) 1,000 m 1,730 (Resto obra) 0,10 3% Costes indirectos 0,12		7,48
			4,19

## Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.4	m Instalación de tubería de PVC con un DN50 y PN6 (Medios auxiliares) Instalación tb PVC DN50 PN6 3% Costes indirectos	1,000 m 4,379	4,38 0,13
2.5	m Tubería portaemisores DN16 PE32 UNE 53367 (Medios auxiliares) Tubería portaemisores 3% Costes indirectos	1,000 m 0,549	0,55 0,02
3.1	<b>3 RED DE TRANSPORTE</b> m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 40 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado (Mano de obra) Peón régimen general. (Maquinaria) Compactador manual. Excavadora de neumaticos hidraulica de po... (Materiales) Tubo de PVC de diámetro exterior 40 mm, p... (Resto obra) 3% Costes indirectos	0,203 h 5,000 0,007 h 36,500 0,050 h 47,140 1,000 m 1,030	1,02 0,26 2,36 1,03 0,16 0,14
3.2	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado (Mano de obra) Peón régimen general. (Maquinaria) Compactador manual. Excavadora de neumaticos hidraulica de po... (Materiales) Tubo de PVC de diámetro exterior 90mm, pa... (Resto obra) 3% Costes indirectos	0,203 h 5,000 0,007 h 36,500 0,050 h 47,140 1,000 m 3,460	1,02 0,26 2,36 3,46 0,16 0,22
3.3	m Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión con junta elástica. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado (Mano de obra) Peón régimen general. (Maquinaria) Compactador manual. Excavadora de neumaticos hidraulica de po... (Materiales) Tubo de PVC de diámetro exterior 63mm, pa... Arena de rio, de granulometria 0/6. A pie... (Resto obra) 3% Costes indirectos	0,203 h 5,000 0,007 h 36,500 0,050 h 47,140 1,000 m 1,740 0,075 m3 15,540	1,02 0,26 2,36 1,74 1,17 0,16 0,20
			6,91

## Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
3.4	m Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.  (Mano de obra) Cuadrilla A 0,014 h 40,050 (Materiales) Tubo PVC ø 75 mm, 0,6 MPa, junta de goma ... 1,000 m 1,820 (Resto obra) 3% Costes indirectos	0,56   1,82 0,06 0,07	
3.5	m Instalación tubería PVC DN50 PN6  (Medios auxiliares) Instalación tubería PVC DN50 PN6 1,000 m 4,510 3% Costes indirectos	4,51 0,14	2,51
4.1	<b>4 CABEZAL DE RIEGO</b> ud Programador de riego de alta frecuencia de hasta 12 salidas, 9 VDC. Incluso pilas alcalinas. Instalado y probado.  (Mano de obra) Oficial especialista 0,250 h 23,680 Peón 0,250 h 19,770 Titulado medio o grado de 3 a 5 años de e... 0,600 h 21,450 (Materiales) Programador de riego 12 estaciones, p.o. 1,000 ud 354,900 Pila alcalina 9 V 4,000 ud 3,300 (Resto obra) 3% Costes indirectos	5,92 4,94 12,87 354,90 13,20 23,51 12,46	4,65
4.2	u Filtro de anillas de plástico reforzado con fibra de vidrio. Un cuerpo de anillas filtrantes. Diversos grados de filtrado según anillas de 40, 80, 120, 140, 200 y 350 mesh. Equipados con dos tomas manométricas. Gran resistencia mecánica y química. Apto para trabajar hasta presiones de 10 atm y caudales de 30 m³/h. Conexión rosca macho de 2" de diámetro. Con lavado manual. Instalado y puesta a punto  (Materiales) Filtro de anillas de plástico reforzado c... 1,000 u 208,790 (Resto obra) 3% Costes indirectos	208,79 25,05 7,02	427,80
4.3	u Depósito para reactivos. Volúmen litros: 1000 l., Diámetro: 1000 mm, Altura. 1300 mm. Fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio P.R.F.V. Incluye: deflectores, soporte agitador, E/S-DN-PN según necesidad. Opcional: agitador, cubierta abatible.. Instalado y comprobado.  (Materiales) Depo reactivos 1000 l, diám: 1000 mm, alt... 1,000 u 2.631,860 (Resto obra) 3% Costes indirectos	2.631,86 52,64 80,54	240,86
			2.765,04

## Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
4.4	u Depósito dosificación de polietileno. Medidas: diámetro: 500 mm, altura: 650mm. Instalado y comprobado. (Materiales) Depo dosificación polietileno diam 500 mm... 1,000 u 120,010 (Resto obra) 3% Costes indirectos	120,01 2,40 3,67	
4.5	ud. Depósito dosificación capacidad de 125 L con agitador, instalado (Medios auxiliares) Depósito dosificación capacidad de 125 L ... 1,000 ud. 97,030 3% Costes indirectos	97,03 2,91	126,08
4.6	u Válvula de mariposa con cuerpo de fundición nodular, wafer(sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo de E.P.D.M, juntas y tornillería incluida. Presión de trabajo hasta 10 atm, para diámetro de 80 mm (Medios auxiliares) Sin Descomposición 131,560 1,000 3% Costes indirectos	131,56 3,95	99,94
4.7	ud. Válvula de retención DN80 PN16 (Medios auxiliares) Válvula de retención 3" PN16 1,000 ud. 159,760 3% Costes indirectos	159,76 4,79	135,51
4.8	ud Bomba inyectora de fertilizantes PVC presión 7bar, 60Hz, pistón diam 48mm (Medios auxiliares) Bomba inyectora de fertilizantes PVC pres... 1,000 ud 678,320 3% Costes indirectos	678,32 20,35	164,55
4.9	ud Manómetro presión máx. 6bar (Medios auxiliares) Manómetro presión máx. 6bar 1,000 ud 10,670 3% Costes indirectos	10,67 0,32	698,67
4.10	ud. Electroválvula DN80 PN10, instalada (Medios auxiliares) Electroválvula DN80 PN10 1,000 ud. 124,920 3% Costes indirectos	124,92 3,75	10,99
4.11	ud. Caseta prefabricada de hormigón 4x3x2.2 (Medios auxiliares) Caseta prefabricada de hormigón 2.5x4x2.2 1,000 ud. 3.026,540 3% Costes indirectos	3.026,54 90,80	128,67
4.12	ud. Ventoda 3/4" de base plástica (Medios auxiliares) Ventosa 3/4" de base plástica 1,000 ud. 61,380 3% Costes indirectos	61,38 1,84	3.117,34
			63,22

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
4.13	ud Contador de turbina tipo Woltmann de transmisión magnética, diámetro nominal 50 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, embridado, cuerpo de fundición de hierro con recubrimiento exterior tipo plástico, esfera seca y estanca y mecanismo de medida extraíble. Homologado CEE clase metrológica B. Instalado. (Mano de obra) Oficial 1ª (Materiales) Contador tipo Woltmann ø 50 mm (p.o.) (Resto obra) 3% Costes indirectos	0,700 h 16,120 1,000 ud 283,220	11,28 283,22 7,36 9,06
			310,92
5.1	<b>5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO</b> u Apertura de un hoyo de 0.5x0.4x0.3 metros, realizado por peón agrícola (Mano de obra) Peón agrícola mayor de 18 años. 3% Costes indirectos	0,250 h 5,000	1,25 0,04
5.2	ud Plantones Orogros x Forner Alcaide nº5 (Medios auxiliares) Plantones Orogros x Forner Alcaide nº5 3% Costes indirectos	1,000 ud 6,950	6,95 0,21
			1,29
	Valencia, Septiembre 2022 Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y del medio rural  Laura Giménez Gimeno		7,16

## **PRESUPUESTOS PARCIALES**

**Presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

<b>Núm.</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Importe (€)</b>
1.1	Ha	Desbroce similar a la roza, pero combinando corte de cepas con arranque y destrucción parcial de éstas y un ligero enterramiento, utilizando una grada de discos en tandem, en suelo suelto y con pendiente inferior al 15%. Terreno regular y no pedregoso	6,800	33,34	226,71
1.2	m3	Excavacion mecanica en zanja en todo tipo de terreno excepto roca hasta una profundidad de 4 m realizados por medios mecanicos. incluso apilamiento de tierras a laterales.	364,560	2,31	842,13
1.3	m3	Relleno de zanjas o pozos con tierras procedentes de la excavación, extendido y compactado.	364,560	2,19	798,39
1.4	m3	Arranque de árbol, incluso troceado y transporte al almacen.	16,326	13,00	212,24
1.5	m2	Laboreo mecánico del terreno con eventual remate manual, incluyendo tres pases cruzados de arado de vertedera o discos de 20 a 25 cm. de profundidad, con mezcla del abonado de fondo y en su caso de los correspondientes aportes adicionales y tres pases de grada de disco y/o puas, incluyendo abono, y en caso eventual de fresadora y refino. Incluso aporte de 4 kg. de estiércol, 40 grs. de abono mineral 15-15-15 (o mezcla equivalente)	4.080,000	0,40	1.632,00
1.6	Ha	Labor de desfonde y subsolado a 40 cm. de profundidad con subsolador de 3 brazos suspendido, con tractor de ruedas de 60 CV	6,800	24,63	167,48
1.7	Ha	Despedregado del terreno con despedregadora de ancho de trabajo 3 m., profundidad 10 cm., con tractor de ruedas de 90 CV	6,800	25,46	173,13
1.8	ha	Conformación de mesetas	6,800	41,20	280,16
<b>Total presupuesto parcial nº 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS:</b>					<b>4.332,24</b>

**Presupuesto parcial nº 2 SUBUNIDADES DE RIEGO**

<b>Núm.</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Importe (€)</b>
2.1	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 40 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	348,200	4,97	1.730,55
2.2	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	6,000	7,48	44,88
2.3	m	Tubo rígido PVC liso para canalización subterránea 75 mm de diámetro, instalado en zanja directamente o bajo tubo de protección general.	66,000	4,19	276,54
2.4	m	Instalación de tubería de PVC con un DN50 y PN6	251,000	4,51	1.132,01
2.5	m	Tubería portaemisores DN16 PE32 UNE 53367	24.734,000	0,57	14.098,38
<b>Total presupuesto parcial nº 2 SUBUNIDADES DE RIEGO:</b>					<b>17.282,36</b>

**Presupuesto parcial nº 3 RED DE TRANSPORTE**

<b>Núm.</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Importe (€)</b>
3.1	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 40 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	133,500	4,97	663,50
3.2	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	211,000	7,48	1.578,28
3.3	m	Metro lineal de tubería de PVC instalado, de diámetro exterior 63mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión con junta elástica. Está incluida la apertura de zanja, colocación sobre capa de arena, montaje y tapado	225,800	6,91	1.560,28
3.4	m	Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	411,500	2,51	1.032,87
3.5	m	Instalación tubería PVC DN50 PN6	97,500	4,65	453,38
<b>Total presupuesto parcial nº 3 RED DE TRANSPORTE:</b>					<b>5.288,31</b>

**Presupuesto parcial nº 4 CABEZAL DE RIEGO**

<b>Núm.</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Importe (€)</b>
4.1	ud	Programador de riego de alta frecuencia de hasta 12 salidas, 9 VDC. Incluso pilas alcalinas. Instalado y probado.	1,000	427,80	427,80
4.2	u	Filtro de anillas de plástico reforzado con fibra de vidrio. Un cuerpo de anillas filtrantes. Diversos grados de filtrado según anillas de 40, 80, 120, 140, 200 y 350 mesh. Equipados con dos tomas manométricas. Gran resistencia mecánica y química. Apto para trabajar hasta presiones de 10 atm y caudales de 30 m³/h. Conexión rosca macho de 2" de diámetro. Con lavado manual. Instalado y puesta a punto	1,000	240,86	240,86
4.3	u	Depósito para reactivos. Volúmen litros: 1000 l., Diámetro: 1000 mm, Altura: 1300 mm. Fabricado en poliester reforzado con fibra de vidrio P.R.F.V. Incluye: deflectores, soporte agitador, E/S-DN-PN según necesidad. Opcional: agitador, cubierta abatible.. Instalado y comprobado.	1,000	2.765,04	2.765,04
4.4	u	Depósito dosificación de polietileno. Medidas: diámetro: 500 mm, altura: 650mm. Instalado y comprobado.	1,000	126,08	126,08
4.5	ud.	Depósito dosificación capacidad de 125 L con agitador, instalado	1,000	99,94	99,94
4.6	u	Válvula de mariposa con cuerpo de fundición nodular, wafer(sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo de E.P.D.M, juntas y tornillería incluida. Presión de trabajo hasta 10 atm, para diámetro de 80 mm	3,000	135,51	406,53
4.7	ud.	Válvula de retención DN80 PN16	1,000	164,55	164,55
4.8	ud	Bomba inyectora de fertilizantes PVC presión 7bar, 60Hz, pistón diam 48mm	1,000	698,67	698,67
4.9	ud	Manómetro presión máx. 6bar	9,000	10,99	98,91
4.10	ud.	Electroválvula DN80 PN10, instalada	7,000	128,67	900,69
4.11	ud.	Caseta prefabricada de hormigón 4x3x2.2	1,000	3.117,34	3.117,34
4.12	ud.	Ventoda 3/4" de base plástica	7,000	63,22	442,54
<b>Total presupuesto parcial nº 4 CABEZAL DE RIEGO:</b>					<b>9.488,95</b>

**Presupuesto parcial nº 5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO**

<b>Núm.</b>	<b>Ud</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio (€)</b>	<b>Importe (€)</b>
5.1	u	Apertura de un hoyo de 0.5x0.4x0.3 metros, realizado por peón agrícola	4.535,000	1,29	5.850,15
5.2	ud	Plantones Orogros x Forner Alcaide nº5	4.535,000	7,16	32.470,60
<b>Total presupuesto parcial nº 5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO:</b>					<b>38.320,75</b>

## Presupuesto de ejecución material

	Importe (€)
1 MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.332,24
2 SUBUNIDADES DE RIEGO	17.282,36
3 RED DE TRANSPORTE	5.288,31
4 CABEZAL DE RIEGO	9.488,95
5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO	38.320,75
<b>Total .....</b>	<b>74.712,61</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **SETENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS DOCE EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS.**

Valencia, Septiembre 2022

Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y del medio rural

Laura Giménez Gimeno

## **RESUMEN PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
1 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	4.332,24
2 SUBUNIDADES DE RIEGO .....	17.282,36
3 RED DE TRANSPORTE .....	5.288,31
4 CABEZAL DE RIEGO .....	9.488,95
5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO .....	38.320,75
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>74.712,61</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SETENTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS DOCE EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS.

Valencia, Septiembre 2022  
Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y  
del medio rural

Laura Giménez Gimeno



## **RESUMEN PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA**

Proyecto: PROPUESTA DE DISEÑO Y DIMENSIONADO DE UNA INSTALACIÓN DE RIEGO LOCALIZADO PARA EL CULTIV...

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
1 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	4.332,24
2 SUBUNIDADES DE RIEGO .....	17.282,36
3 RED DE TRANSPORTE .....	5.288,31
4 CABEZAL DE RIEGO .....	9.488,95
5 PLANTACIÓN DEL CULTIVO .....	38.320,75
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>74.712,61</b>
13% de gastos generales	9.712,64
6% de beneficio industrial	4.482,76
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>88.908,01</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de OCHENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS OCHO EUROS CON UN CÉNTIMO.

Valencia, Septiembre 2022  
Alumna del grado de ingeniería agroalimentaria y  
del medio rural

Laura Giménez Gimeno

