



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica
y del Medio Natural

Proyecto instalación de riego localizado subterráneo en
cítricos en el término municipal de La Llosa de Ranes

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural

AUTOR/A: López Sancho, Víctor

Tutor/a: Balbastre Peralta, Iban

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

DOCUMENTO 1

MEMORIA

Resumen

Ante la reconcentración de parcelas para la creación de una finca de un mínimo de 10 Ha de cítricos en el término municipal de La Llosa de Ranes, concretamente en las partidas de Santa Ana y La Foya surge la necesidad de dotar a esta de un sistema de riego eficiente y que busque obtener el máximo rendimiento de este cultivo. Así pues, presentamos la idea del uso de un sistema de riego poco usado aun en agríos, pero con una fuerte expansión en almendro, vid o frutos secos y en los cuales está demostrando unos ahorros considerables de agua, es por ello por lo que nos hemos decidido por proyectar un sistema de riego localizado subterráneo para esta finca. En este proyecto dimensionaremos la red de riego de la citada finca incluyendo las necesidades hídricas del cultivo, caracterizaremos los laterales de riego, las terciarias, la red de distribución y el cabezal, gracias a lo cual podremos presupuestar el coste de instalación.

Palabras clave: Riego localizado, riego subterráneo, cítricos.

Abstract

In response to the concentration of plots for the establishment of a citrus plantation covering a minimum of 10 hectares in the municipality of La Llosa de Ranes, specifically in the areas of Santa Ana and La Foya, there arises the need to provide an efficient irrigation system aimed at maximizing the crop yield. Therefore, we propose the idea of using a rarely utilized irrigation system in citrus crops but widely adopted in almond, grapevine, or nut cultivation, demonstrating significant water savings. Hence, we have decided to implement an underground drip irrigation system for this estate. In this project, we will dimension the irrigation network for the mentioned plantation, considering the water requirements of the crops. We will characterize the lateral lines, sub-mainlines, mainlines, and the control station, allowing us to estimate the installation cost.

Keywords: Drip irrigation, underground irrigation, citrus.

Índice

1. Objeto del Proyecto.....	2
2. Antecedentes	2
2.1. Situación de las parcelas	2
2.2. Información de las parcelas.....	2
3. Bases del Proyecto	3
3.1. Directrices y objetivos	3
3.2. Datos climatológicos	3
3.3. Características del agua de riego.....	3
3.4. Características edafológicas	3
3.5. Factores agronómicos	3
3.6. Datos orográficos.....	4
3.7. Datos catastrales y de parcelación	4
3.8. Materiales.....	4
3.8.1. Subunidades de calculo.....	4
3.8.2. Red de distribución.....	5
3.8.3. Cabezal	5
3.9. Datos del cultivo	7
4. Ingeniería del Proyecto	7
4.1. Diseño agronómico	7
4.2. Diseño de subunidades	7
4.2.1. Mallado de los laterales	9
4.3. Diseño de la red de distribución.....	9
4.4. Diseño del cabezal	10
5. Presupuesto.....	11
6. ODS (Objetivos al desarrollo sostenible)	12

También así, la dotación de agua disponible para regar toda la superficie que concede la Confederación Hidrográfica del Júcar y la Cooperativa Valenciana de riegos Pla de Bombes – Vista Bella, S.C.L. (sociedad de riego que suministrara el agua a la finca), es suficiente para el citado cultivo y por tanto no debería de haber problemas para el riego durante el desarrollo de este.

3. Bases del Proyecto

3.1. Directrices y objetivos

El presente documento se redacta con la finalidad de proporcionar los datos técnicos y económicos del proyecto para la instalación de riego localizado subterráneo en una finca de cítricos siguiendo las necesidades hídricas de dicho cultivo de modo que estas sean cubiertas en sus momentos de máximas exigencias.

3.2. Datos climatológicos

Los datos climáticos que caracterizan la zona han sido tomados de la estación meteorológica de Xàtiva situada a 4 Km de la finca. Estos se pueden consultar en el Anejo II (Diseño Agronómico).

La precipitación efectiva máxima media se da en diciembre con 46 mm, la mínima en cambio ocurre en el mes de julio con 2,01 mm. Por otro lado, la evapotranspiración potencial media máxima es de 169,95 mm en julio, así como la mínima de 25,6 mm en diciembre.

3.3. Características del agua de riego

El agua de riego es proporcionada por la Cooperativa de Valenciana de Riegos Pla de Bombes – Vista Bella S.C.L. desde un hidrante el cual suministra un caudal de 60 m³/h y una presión de 40 mca.

Además, a esta agua se le ha realizado un análisis fisicoquímico que ha arrojado una conductividad eléctrica de 1,13 dS/m a 25°C.

Todos estos son valores compatibles con el cultivo de cítricos y la orografía donde se sitúa la explotación.

3.4. Características edafológicas

Mediante un análisis del suelo se obtuvo que su textura es franco-arcillosa, por tanto, apta para el cultivo de cítricos.

3.5. Factores agronómicos

Para esta explotación se han tenido en cuenta una serie de características del sistema de riego y cultivo elegidos que tendrán repercusión directa en el cálculo de las necesidades de riego, como son:

- Eficiencia del riego del 90 %
- Solape mínimo entre emisores del 10 %
- Porcentaje mínimo de suelo mojado del 30 %
- Conductividad máxima del extracto de saturación de 9 dS/m
- Una superficie de cultivo de 10,5 Ha

Además de otra serie de parámetros elegidos por el técnico según el futuro manejo de la explotación, como:

- Marco de plantación de 6 x 4
- Doble lateral por fila de plantas

3.6. Datos orográficos

Gracias a los datos ofrecidos por el ICV (Instituto Cartográfico Valenciano) en su página web se ha podido obtener un plano de curvas de nivel y de las cotas de los nodos tanto de la red de distribución como de las conexiones de esta con las subunidades. Como se puede observar en el plano 4.

3.7. Datos catastrales y de parcelación

Los datos catastrales de las parcelas afectadas se han obtenido de la página web del catastro y estas parcelas han sido divididas y combinadas para conformar subunidades de cálculo con características más uniformes siguiendo los siguientes criterios:

- Topografía del terreno, marcando como límite una diferencia de cota de 20 m dentro de cada subunidad.
- Una longitud paralela a las curvas de nivel de 150 m como máximo
- Evitar una forma que obligue a la terciaria a curvarse
- En los casos en que se cumplan los anteriores criterios el cultivo se orientara norte-sur

El resultado se puede consultar en el plano 5.

3.8. Materiales

3.8.1. Subunidades de calculo

3.8.1.1. Laterales

Las tuberías laterales elegidas han sido las Azud Premier PC AS DN16 de 3,5 l/h y 1 m de distancia entre emisores. Estos laterales han sido diseñados especialmente para el riego subterráneo, con sistemas antisucción y anti-obstrucción por raíces.

3.8.1.2. Terciarias

En cuanto a las terciarias que distribuirán el agua a todas las tuberías laterales de la subunidad se ha optado por tuberías de PE100 y PN6 debido a que este material es flexible para adaptarse a las irregularidades de los límites de la parcela.

3.8.1.3. Tuberías auxiliares

Debido a que cuando los árboles son pequeños su sistema radicular no es lo suficientemente extenso como para llegar a captar el agua emitida por los laterales, se debe instalar una tubería de apoyo para los 2 o 3 primeros años en la que se pinchen goteros que suministren esta agua que no podrían obtener de otra forma.

Para ello se usarán tubería ciega de PE32 y DN16 en la cual si instalaran conjuntos hidropónicos sobre línea, formados por un emisor pinchado un microtubo y una piqueta que se insertara en el suelo justo donde se pretenda que se cree el bulbo húmedo del cual captara el agua el árbol.

3.8.2. Red de distribución

3.8.2.1. Tuberías

Para llevar el agua a las distintas subunidades se usarán tuberías de PE100 y la presión nominal calculada (0,6 MPa o 1 MPa), con diámetros nominales comprendidos entre 40 y 110 mm.

3.8.2.2. Elementos de conexión

Estas tuberías se deberán conectar mediante reducciones, empalmes, Ts y otros elementos de polipropileno aptos para los tipos de tubería citados anteriormente.

3.8.3. Cabezal

3.8.3.1. Equipo de filtrado

Para evitar la entrada de sólidos en suspensión al sistema de riego de forma que se reduzcan los obstrucciones de emisores y otros problemas asociados es necesario un filtrado del agua que llega al cabezal de riego.

Para ello se ha optado por instalar un equipo de filtrado autolimpiante Azud Helix Automatic que se dimensionara conforme a las características del agua de riego, el caudal y la presión en el cabezal.

3.8.3.2. Equipo de fertilización

En los cultivos comerciales de cítricos es necesario cubrir unas demandas nutricionales anuales, para lo cual además de las aplicaciones de nutrientes foliares se suministrarán nutrientes

mediante el riego. Principalmente nitrógeno, fosforo, potasio y hierro, para lo cual serán necesarios varios componentes.

El primero de ellos serán los depósitos de fertilizantes. El tipo de fertilizante a emplear será en forma líquida por lo que se necesitaran depósitos en los que almacenarlos resistentes a productos químicos y con la posibilidad de conectarse por la parte inferior a la red de inyección de fertilizantes

En segundo lugar, se instalarán dos bombas inyectoras, una para los fertilizantes NPK y otra para el quelato de hierro (estos no deben mezclarse en grandes concentraciones por lo que solo lo harán una vez en el agua de riego, donde su concentración será mucho menor). Para esta función se han elegido las bombas inyectoras SEKO PS1 de las cuales se han dimensionado los caudales nominales.

Otros elementos necesarios para el correcto funcionamiento del abonado serán:

- El agitador para evitar la precipitación de los fertilizantes, para lo que se instalara una bomba soplante SEKO BL.
- Filtros a la salida de los depósitos, que recogerán los sólidos en suspensión que pueda haber en los fertilizantes. Los modelos que se usarán serán los Azud Modular 100.
- Control de caudales de fertilizantes, necesarios para regular los aportes nutricionales en cada época del ciclo de cultivo. Para ello se dimensionarán los volúmenes y por tanto los tiempos de aplicación de cada tipo de fertilizante complejo para que el coste sea el menor posible dando como resultado un equilibrio entre ellos para cubrir las necesidades de nitrógeno, fosforo, potasio y hierro de cada mes. Con este objetivo se instalaran electroválvulas de bola que se activaran o desactivaran los tiempos correspondientes a cada uno.

3.8.3.3. Electroválvulas

Para el control del sector que es regado en cada momento se instalaran una electroválvula hidráulica de fundición de PN16 de la marca GAL a la entrada de la red de distribución de cada sector.

3.8.3.4. Elementos de control y seguridad

En una instalación de riego se pueden generar ciertos problemas de flujo invertido en ciertos momentos, sobrepresiones o depresiones en ciertos momentos, siendo uno de los puntos más conflictivos el cabezal debido a ser el punto donde mayores caudales, presiones y elementos móviles se sitúan de toda la instalación. Es por eso por lo que aquí cobra especial importancia el uso de ciertos elementos que ayuden a detectar y evitar estos problemas. Como:

- Manómetros de glicerina que ofrezcan una lectura de la presión a la entrada y salida de filtros con lecturas de presiones entre 0 y 10 Bar.
- Válvulas antirretorno que bloqueen la entrada de agua de riego hacia la red de inyección de fertilizante. Las usadas serán de PVC de muelle
- Ventosas de triple acción para el llenado y vaciado de aire de las tuberías cuando se abra o cierre el riego.

3.8.3.5. Programador de riego

Finalmente, para el control de los elementos citados: electroválvulas, inyectoras, bomba soplante y limpieza de filtros será necesario un programador de riego que pueda activar y desactivar dichos elementos a voluntad del técnico de la explotación. Así pues, se instalará un controlador Agronic 2500 de la marca Progres.

3.9. Datos del cultivo

Otros parámetros que marcarán el dimensionado de la instalación, afectando a el diseño agronómico y el diseño del cabezal, serán los datos de cultivo obtenidos a partir de bibliografía específica. Como son:

- Las necesidades nutricionales de los naranjos. Basadas en los estudios de Legaz y Primo-Millo de 1988 sobre nutrición de cítricos según la edad del arbolado.
- Conductividad máxima del extracto de saturación del suelo de 9 dS/m.

4. Ingeniería del Proyecto

4.1. Diseño agronómico

Las necesidades de riego se definen en el Anejo II (Diseño Agronómico) y son calculadas mediante el uso de la herramienta de Excel DISAGRO_RL. En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados obtenidos:

Resumen resultados	
Mes de máximas necesidades	Julio
Días de riego por semana	7
Horas de riego	2,85
Caudal del emisor	3,5
Separación entre emisores	1
Emisores por planta	8
Nº de sectores	4

Tabla 1: Resumen de resultados del diseño agronómico

4.2. Diseño de subunidades

El cálculo de las tuberías que componen las subunidades se ha realizado en el Anejo III (Diseño de subunidades) en el cual mediante el uso de DimSub (también para Excel) se han obtenido los siguientes diámetros de terciarias:

MEMORIA

Subunidad	Variación de presión en el lateral (mca)	Perdida de carga admisible (mca)	Diámetro interior teórico (mm)	Diámetro 1 terciaria (m)	Presión inicio (mca)
1	0,09	21,87	21,87	40	0,16
2	0,19	9,81	13,69	40	10,30
3	0,25	9,75	15,51	40	10,46
4	0,29	9,71	16,40	40	10,55
5	1,54	3,61	30,12	40	18,16
6	6,03	14,28	26,35	40	16,38
7	0,31	9,69	30,69	40	15,50
8	1,61	8,39	29,22	40	15,17
9	1,36	8,64	26,29	40	13,58
10	1,02	15,85	22,66	40	6,16
11	0,04	9,96	11,94	40	10,10
12	0,06	12,16	10,75	40	7,89
13	1,46	8,54	30,54	40	15,93
14	0,39	5,39	23,64	40	15,45
15	0,23	9,77	19,73	40	10,87
16	1,36	8,64	25,11	40	13,15
17	0,86	12,65	22,74	40	11,11
18	3,26	10,55	24,44	40	13,71
19	-10,61	20,61	24,00	40	24,04
20	0,91	4,01	14,13	40	16,04
21	2,02	12,69	20,72	40	8,36
22	0,41	5,55	17,45	40	14,65
23	0,91	2,68	25,68	40	17,94
24	0,58	1,98	26,85	40	18,58
25	0,5	14,07	15,80	40	6,25
26	2,58	14,66	25,53	40	13,00
27	0,61	12,38	15,92	40	7,91
28	0,55	13,43	14,70	40	6,79
29	0,58	13,05	15,62	40	7,24
30	0,54	6,7	16,45	40	13,49
31	0,42	5,03	14,00	40	15,04
32	2,75	14,38	28,49	40	15,05
33	-4,5	13,8	18,85	40	14,53
34	0,36	7,44	14,38	40	12,67
35	0,4	12,11	11,20	40	7,94
36	1,41	6,15	25,28	40	15,16

Tabla 2: Resumen de resultados del diseño de subunidades

También pueden ser consultados estos resultados en el plano 6: Plano de obra de las subunidades de riego.

4.2.1. Mallado de los laterales

Para mejorar el funcionamiento de la instalación y facilitar la entrada y salida de aire en los laterales emisores de riego, así como su limpieza, se ha decidido mallar los finales de estas tuberías. De este modo mediante tubería ciega se conectarán todos los laterales de una misma subunidad de riego, para poder conectarlos a una ventosa en un extremo y a una válvula de limpieza en el otro.

Este sistema se puede consultar en el plano 9: Esquema de instalación de subunidades.

4.3. Diseño de la red de distribución

La red de distribución que llevara el agua desde el hidrante al cabezal (línea 1) y de este último a cada una de las subunidades de la finca ha sido calculada con la herramienta RGW2020. Gracias a la cual se han obtenido, como se explica en el Anejo IV (Diseño de la red de distribución), los diámetros nominales resumidos en la siguiente tabla:

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Caudal línea	Diámetro int. Teórico (mm)	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)
1	1	2	41,70	85,9	110	1,00
2	2	3	41,70	85,9	110	0,60
3	3	4	37,32	81,2	90	0,60
4	4	5	20,80	60,6	75	1,00
5	5	6	10,61	43,3	50	1,00
6	6	7	6,04	32,7	40	1,00
7	5	8	4,84	29,3	40	1,00
8	4	9	16,52	54,0	63	1,00
9	9	10	9,04	40,0	50	0,60
10	10	11	6,84	34,8	40	1,00
11	11	12	4,98	29,7	40	1,00
12	12	13	3,56	25,1	40	1,00
13	2	14	38,85	82,9	110	1,00
14	14	15	38,10	82,1	110	1,00
15	15	16	37,28	81,2	110	1,00
16	16	17	30,00	72,8	90	1,00
17	17	18	25,16	66,7	90	1,00
18	18	19	2,79	22,2	40	1,00
19	18	20	22,37	62,9	75	1,00
20	20	21	4,59	28,5	40	1,00
21	20	22	15,26	51,9	63	1,00
22	22	23	5,66	31,6	40	1,00

Línea	Nudo (+)	Nudo (-)	Caudal línea	Diámetro int. Teórico (mm)	Diámetro nominal (mm)	Presión de trabajo (MPa)
23	22	24	4,44	28,0	40	1,00
24	24	25	3,14	23,6	40	1,00
25	2	26	23,40	64,3	75	1,00
26	26	27	16,78	54,5	63	1,00
27	27	28	6,44	33,8	40	1,00
28	27	29	8,07	37,8	50	0,60
29	29	30	1,96	18,6	40	1,00
30	29	31	2,60	21,4	40	1,00
31	26	32	4,19	27,2	40	1,00
32	32	33	1,91	18,4	40	1,00
33	2	34	19,57	58,8	75	1,00
34	34	35	17,70	55,9	75	1,00
35	35	36	11,84	45,7	63	1,00
36	36	37	10,93	44,0	50	1,00
37	37	38	4,21	27,3	40	1,00
38	35	39	5,87	32,2	40	1,00
39	39	40	2,60	21,4	40	1,00
40	40	41	1,54	16,5	40	1,00

Tabla 3: Diámetros y presiones nominales de las tuberías de la red de distribución.

Estos pueden ser consultados también en el Plano 7: Plano de obra de la red de distribución.

4.4. Diseño del cabezal

Para gestionar los turnos de riego de cada sector, la fertilización y el filtrado de las aguas se instalará un cabezal en el que proteger todos los equipos que realizaran estas funciones. Todo ello se ha calculado en el anejo V (Diseño del cabezal) y sus resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

Resumen de resultados	
Equipo de filtrado	1 equipo Azud Hélix Automatic 202
Equipo de fertilización	2 depósitos de 1000 l
	2 depósitos de 3000 l
	1 depósitos de 5000 l
	2 inyectoras SEKO PS1 316 de 110 l/h
	1 bomba soplante SEKO BL de 1 CV

Resumen de resultados	
	5 filtros Azud Modular 100 de 3/4"
	4 electroválvulas de bola de 3/4"
Elementos de control y seguridad	2 manómetros de glicerina de 0-10 Bar
	4 ventosas GTR-1T de triple efecto PN16
	1 válvula de compuerta de fundición y DN100
	13 válvulas de bola de PVC DN50
	4 válvulas de bola de PVC DN20
	1 válvula antirretorno de fundición DN100
	7 válvulas antirretorno de PVC DN20
	2 válvulas de membrana de fundición, DN100 y PN16
	1 válvulas de membrana de fundición, DN75 y PN16
	1 válvulas de membrana de fundición, DN63 y PN16
	Tuberías
2 m tubería de PE100 DN110 PN6	
2 m tubería de PE100 DN75 PN10	
2 m tubería de PE100 DN63 PN10	
50 m tubería de PVC DN20 y PN10	
100 m tubería de PVC DN50 y PN6	
Programador de riego	Agronic 2500 de Progres

Tabla 4: Elementos necesarios para el montaje del cabezal según se ha dimensionado

Estos elementos pueden verse, así como su distribución en el cabezal, en el Plano 8: Cabezal

5. Presupuesto

Todos estos materiales necesarios junto a sus costes de instalación, así como elementos auxiliares y costes indirectos dan como resultado un coste para la instalación como se puede ver en el Anejo VII (Presupuesto).

El monto total de este es: 57.577,93 € IVA incluido

(CINCUENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS)

6. ODS (Objetivos al desarrollo sostenible)

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

Tabla 5: Nivel de relación del trabajo con cada punto de los ODS

ODS 2 Hambre cero
La finalidad de la mayoría de los cultivos es producir alimentos que puedan ser consumidos por los humanos y como tal las naranjas cumplen esa función. Aunque el mercado de estas suele encontrarse en los países del primer mundo y no los países donde más se encuentra localizado el problema del hambre, estas pueden sustituir productos que si tengan cabida en los países del tercer mundo ayudando a que más alimentos vayan a cubrir ese nicho de mercado donde el hambre sí que es un serio problema
ODS 8 Trabajo decente y crecimiento económico
El riego localizado subterráneo ayuda a la mecanización de las fincas agrícolas, debido a la ausencia de tuberías de riego en superficie que limiten la acción de la maquinaria. Esto hace que una finca con riego enterrado sustituya la mano de obra poco cualificada y con gran carga de trabajo pesado, por mano de obra cualificada y con trabajos físicamente más ligeros. Mejorando las condiciones laborales a la vez que aumenta tanto el rendimiento del propietario como las retribuciones de los empleados.
ODS 9 Industria, innovación e infraestructuras
Como se comenta en el trabajo este sistema de riego es poco usado todavía en cítricos por lo que su adopción supone una innovación en los sistemas de riego para agrios.

ODS 12 Producción y consumo responsable

La adopción de este sistema de riego según algunos estudios puede llegar a ahorrar entre un 20 y un 25 % de agua, con lo que se fomenta el uso responsable de un recurso cada vez más escaso como es el agua

ODS 13 Acción por el clima

El agua es uno de los elementos más importantes en el mantenimiento del clima, actúa como amortiguador de las temperaturas, captura CO₂ de la atmosfera, produce efecto albedo, la circulación oceánica mantiene las temperaturas de ciertas zonas del planeta, etc... Por tanto, el ahorro de agua para regadíos que se pretende con este sistema hace que se esté ayudando a la disminución del cambio climático.

Tabla 6: Descripción de la relación de cada punto con el trabajo