

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL



***Proyecto de instalación de riego localizado en
un cultivo de stevia rebaudiana en ALBALAT
DE LA RIBERA (VALENCIA)***

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

ALUMNO: ADRIÁN BARBERÁ HERRERO

TUTOR: JOSÉ VICENTE TURÉGAÑO PASTOR

CURSO ACADÉMICO 2016-2017

VALENCIA JULIO 2017

Nombre del alumno: Adrián Barberá Herrero.

Nombre del tutor: José Vicente Turégano Pastor.

Localidad: Albalat de La Ribera (Valencia).

Título del TFG: Proyecto de instalación de riego localizado en un cultivo de stevia rebaudiana en ALBALAT DE LA RIBERA (VALENCIA).

Palabras clave: Riego, Instalación de riego, Regadío, Riego localizado, Horticultura, Stevia rebaudiana, Albalat de La Ribera, Ribera Baja.

Resumen: El objetivo del TFG es la realización de una instalación de riego en Albalat de La Ribera (La Ribera Baja) para poder llevar a cabo un cultivo de Stevia rebaudiana, adaptando el mismo a las condiciones agroclimáticas de la zona y tratando de obtener la máxima rentabilidad.

Valencia 28/07/17

Student's name: Adrián Barberá Herrero.

Tutor's name: José Vicente Turégano Pastor.

Location: Albalat de La Ribera (Valencia).

TFG Title: Irrigation system for a stevia rebaudiana crop in ALBALAT DE LA RIBERA (VALENCIA).

Key words: Albalat de La Ribera, Ribera Baja, Irrigation, Irrigation system.

Abstract: The main goal of this project is the realization of an irrigation system in Albalat de La Ribera (La Ribera Baja) in order to adapt a crop of Stevia rebaudiana to the agroclimatic conditions of the area, trying to get the maximum effectiveness and profitability.

Valencia 28/07/17

ÍNDICE GENERAL

Documento 1: MEMORIA

Documento 1: ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 1: Datos de partida y antecedentes

Anejo 2: Climatología

Anejo 3: Suelo

Anejo 4: Agua

Anejo 5: Parámetros de riego

Anejo 6: Diseño de las subunidades

Anejo 7: Dimensionado de la red general

Anejo 8: Cabezal de riego

Anejo 9: Movimiento de tierras

Anejo 10: Plazo de ejecución

Documento 2: PLANOS

Plano nº1: Situación

Plano nº2: Emplazamiento

Plano nº3: Entorno

Plano nº4: Distribución de la red de transporte y subunidades

Plano nº5: Esquema de la subunidad tipo

Plano nº6: Esquema de zanjas

Plano nº7: Detalle de zanjas

Plano nº8: Detalle del cabezal de riego

Plano nº9: Detalle de arqueta

Documento 3: PLIEGO DE CONDICIONES

Capítulo I - Definición y alcance del Pliego.

Capítulo II - Descripción de las obras.

Capítulo III - Condiciones que deben satisfacer los materiales.

Capítulo IV - Ejecución de las obras.

Capítulo V - Medición y abono de las obras.

Capítulo VI - Disposiciones generales

Documento 4: PRESUPUESTO

1. Mediciones y presupuestos
2. Cuadro de mano de obra
3. Cuadro de precios de maquinaria
4. Cuadro de precios de materiales
5. Cuadro de precios en letra
6. Cuadro de precios descompuestos
7. Cuadro de precios generales

Documento 5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 1

MEMORIA

ÍNDICE

1) GENERALIDADES	1
1.1) OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
1.2) CONCEPTOS PREVIOS	1
1.2.1) Stevia Rebaudiana	1
1.3) DATOS GENERALES	3
1.3.1) Localización	3
1.3.2) Datos catastrales	4
1.4) ANTECEDENTES	5
1.4.1) Descripción de las obras existentes.....	6
2) CONDICIONANTES DEL PROYECTO	6
2.1) TÉCNICOS	6
2.2) LEGALES	6
2.3) ADMINISTRATIVOS	7
2.4) AMBIENTALES	7
3) ESTUDIOS PREVIOS	7
3.1) CARTOGRAFÍA BÁSICA	7
3.2) CLIMATOLOGÍA	8
3.3) OROGRAFÍA	8
3.4) CALIDAD DEL AGUA	8
3.5) CALIDAD DEL SUELO	8
4) ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	9
5) INSTALACIÓN DE RIEGO	10
5.1) NECESIDADES DEL CULTIVO	10
5.2) NECESIDADES DE RIEGO	10
5.3) DETERMINACIÓN DE CAUDALES Y PRESIONES EN LAS SUBUNIDADES	11

5.4) METODOLOGÍA DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE RIEGO	13
5.5) INSTALACIÓN DEL CABEZAL DE RIEGO	14
5.6) PLAN DE RIEGO	14
6) DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	15
6.1) RED DE DISTRIBUCIÓN Y SUBUNIDADES	15
6.1.1) Movimientos de tierras	15
6.1.2) Conducciones	16
6.1.3) Valvulería	17
6.1.4) Obras auxiliares	18
6.2) CABEZAL DE RIEGO	18
6.2.1) Sistema de filtrado	18
6.2.3) Valvulería	19
7) ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	19
8) EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	19
8.1) PLAZO DE EJECUCIÓN	19
9) FACTORES ECONÓMICOS	20
10) DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL SIGUIENTE PROYECTO	20
11) CONSIDERACIONES FINALES	21
11.1) OBRA COMPLETA	21
11.2) CONCLUSIONES	21

ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

Tabla 1: Caudales y presiones requeridos en las subunidades	11
Tabla 2: Características de las líneas de la red general.....	13
Tabla 3: Líneas de la red general	16
Tabla 4: Características de las tuberías terciarias.....	17
Tabla 5: Materiales utilizados en el filtro de anillas.....	18
Tabla 6: Resumen del presupuesto.....	20
Ilustración 1: Emplazamiento	4
Ilustración 2: Datos catastrales de una de las parcelas que conforman la finca.....	4
Ilustración 3: Entorno (Área de actuación y accesos)	5
Ilustración 4: Subunidades (Cotas y superficie).....	10
Ilustración 5: Esquema de una subunidad tipo	12
Ilustración 6: Detalle de una meseta	12
Ilustración 7: Diagrama de Gantt (Plazo de ejecución de la obra).....	19

1) GENERALIDADES

1.1) OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como objeto el diseño y dimensionado de un sistema de riego localizado para un cultivo de *stevia Rebaudiana var. criolla* en una finca de 4,19 ha (de las cuales 3,97 ha son de cultivo) en el término municipal de Albalat de La Ribera (La Ribera Baixa, Valencia).

Actualmente, la práctica totalidad de la finca está cultivada por cítricos. Se supondrá una transformación de la superficie de cultivo y se proyectará la instalación de riego para la adaptación de la *stevia* a las condiciones climatológicas del litoral valenciano.

Cabe destacar que la adaptación de la *stevia* al cultivo en España está en plena fase de experimentación, habiéndose obtenido muy buenos resultados en algunas zonas (Región de La Axarquía en Málaga, etc). Se prevé un mercado con proyección para este cultivo debido a su gran poder edulcorante y un efecto positivo en la salud de los consumidores.

1.2) CONCEPTOS PREVIOS

1.2.1) Stevia Rebaudiana

La *stevia* es un cultivo tropical originario del sudeste de Paraguay. Se trata de una planta de la familia de las asteráceas; herbácea, perenne, de tallo erecto, subleñoso y pubescente, con una raíz pivotante filiforme poco profunda.

Su valor comercial reside, por una parte, en su edulcorancia (el extracto en polvo de *stevia* denominado *E – 960* tiene un poder edulcorante hasta 300 veces mayor al del azúcar) y, por otra parte, en una serie de propiedades medicinales que se le atribuyen a esta planta. Además, posee una serie de usos agronómicos de gran interés. Todo ello se define ampliamente en el anejo nº 1 de este proyecto.

Sus hojas contienen un alto contenido en steviósido y rebaudiósido A, que son los principales compuestos responsables de la edulcorancia.

Para este proyecto, se supone un cultivo de *stevia rebaudiana* de la variedad criolla; es una variedad muy rústica y resistente. Actualmente ya se cultiva en España dando muy buenos resultados. De momento no está siendo afectada por enfermedades. Sólo son problemáticas algunas plagas como el caracol, pero sin causar demasiados estragos. Es más resistente a la salinidad que el resto de variedades. Se puede propagar por semilla obtenida del propio cultivo, conservando las características deseadas de la variedad. Por cada 10 kg de hoja se obtiene 1 kg de extracto en polvo. Es un rendimiento menor que el del resto de variedades. Tiene un alto contenido en esteviósido, lo que le da al

producto final un dulzor amargo (tipo regaliz). No obstante, las propiedades medicinales se atribuyen a este compuesto principalmente.

En cuanto a la adaptación del cultivo, podemos destacar lo siguiente:

Rango óptimo de temperatura: 24 a 30 °C.
Requiere elevado fotoperiodo y elevada intensidad solar.
En el litoral mediterráneo, se puede llevar a cabo el cultivo plurianual (5 a 6 años) con toda facilidad.
Requiere una altitud < 600 m.
PH óptimo del suelo entre 5,5 y 7,5.
Requiere valores de humedad ambiental altos.
Es favorable que la salinidad sea baja, aunque puede tolerar cierta salinidad (especialmente la variedad criolla).
Es favorable que el suelo posea un buen contenido en materia orgánica.
Necesita una pluviometría anual de entre 1400 y 1800 mm; su cultivo en el clima mediterráneo sólo es viable mediante sistemas de regadío. Se recomienda regar con un volumen de agua de 5 l/m ² diarios en época de máximas necesidades.

La siembra tiene lugar a principios de marzo, habiendo 2 cosechas posteriormente. La primera se realiza a los 3 meses aproximadamente, cuando la planta ha alcanzado los 0,6 metros de altura. La segunda cosecha tiene lugar en septiembre. Durante el invierno el cultivo se deja sin cuidados, para realizar un corte a ras y empezar una nueva campaña la primavera siguiente. Como se ha comentado, el cultivo puede tener un buen rendimiento durante 5 – 6 años.

En el periodo vegetativo, necesita riegos para su adaptación climatológica, especialmente en los meses de verano (meses más calurosos). La instalación de riego se ha diseñado y dimensionado para el mes de máximas necesidades.

El cultivo se realiza en mesetas de 1,20 m de ancho con 4 filas de plantas por meseta. La densidad de plantación es de entre 70.000 y 120.000 plantas/ha.

El sistema de riego más adecuado es el riego localizado por goteo, instalándose normalmente 2 laterales de riego por meseta.

Puede encontrarse una explicación más extensa sobre el cultivo de *stevia rebaudiana* en el anejo nº1 “Datos de partida y antecedentes”

1.3) DATOS GENERALES

El encargo del proyecto es por parte del titular de la finca D. Antonio Barberá Catañer.

La zona de actuación se encuentra en el término municipal de Albalat de La Ribera (La Ribera Baixa, Valencia), polígono 1, parcelas 205, 65, 267, 266, 76, 385, 321, 77, 285 y 286.

La superficie total de la finca es de 4,19 ha (superficie en base catastral) de las cuales se cultivarán 3,97 ha.

Actualmente, no existe instalación de riego localizado alguna. Se trata de un cultivo de cítricos que se riega a manta gracias a la red de acequias existentes. El agua para el riego por goteo se extraerá de un pozo existente en la propia finca, cuya localización se detalla en el documento nº 2 "Planos".

Se ha proyectado un cultivo de *stevia rebaudiana*, con un nº total de 294.445 plantas de la variedad criolla (aproximadamente).

1.3.1) Localización

Albalat de La Ribera es un municipio de la comarca de La Ribera Baixa, en la provincia de Valencia.

El término municipal linda con con los términos de Algemés, Sollana y Sueca (al norte), con Sueca (al este), con Polinya del Xúquer (al sur) y con Algemés (al oeste).

Se sitúa a 33 km de la capital provincial (Valencia).

Desde Valencia, se puede acceder por la V – 31 y posteriormente por la AP – 7, tomando la salida 58 para tomar la carretera CV - 515.

Datos generales:

- País: España.
- Comunidad Autónoma: Comunidad Valenciana.
- Provincia: Valencia.
- Comarca: La Ribera Baixa.
- Coordenadas: 39º 12' 05" N, 0º 23' 12" O
- Altitud: 17 m.
- Superficie: 14,3 Km²

1.3.2) Datos catastrales

El nº de referencia catastral de la propiedad es: **46008A001000650000UQ**. En la siguiente imagen se pueden observar los datos catastrales de una de las parcelas que conforman la finca:



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO



Sede Electrónica del Catastro

Fecha y hora

Fecha 24/7/2017
Hora 12:15:10

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral 46008A001000650000UQ

Localización Polígono 1 Parcela 65
LES JOVADES. ALBALAT DE LA RIBERA (VALENCIA)

Clase Rústico

Uso principal Agrario

PARCELA CATASTRAL



Localización Polígono 1 Parcela 65
LES JOVADES. ALBALAT DE LA RIBERA (VALENCIA)

Superficie gráfica 17.930 m²

CULTIVO

Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	NR Agrios regadío	04	17.930

Ilustración 2: Datos catastrales de una de las parcelas que conforman la finca

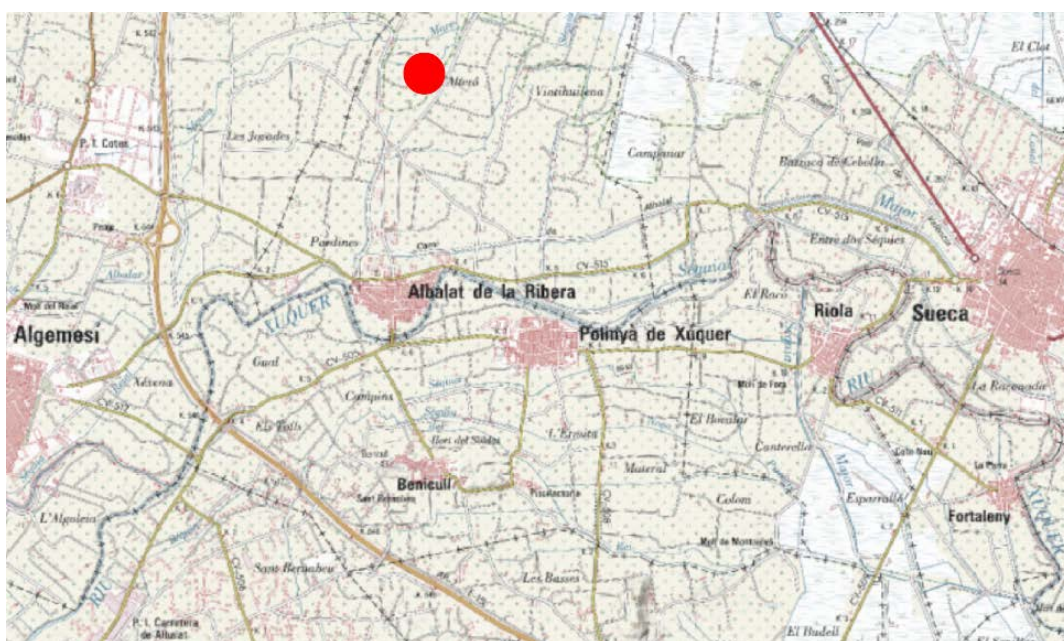


Ilustración 1: Emplazamiento

La finca se sitúa en Les Jovades, junto a los parajes de L'Alteró y La Tancadeta.

El emplazamiento puede observarse en la anterior imagen.

En la imagen satélite (ortofoto) queda reflejada el área de actuación, así como los caminos de acceso a ésta:

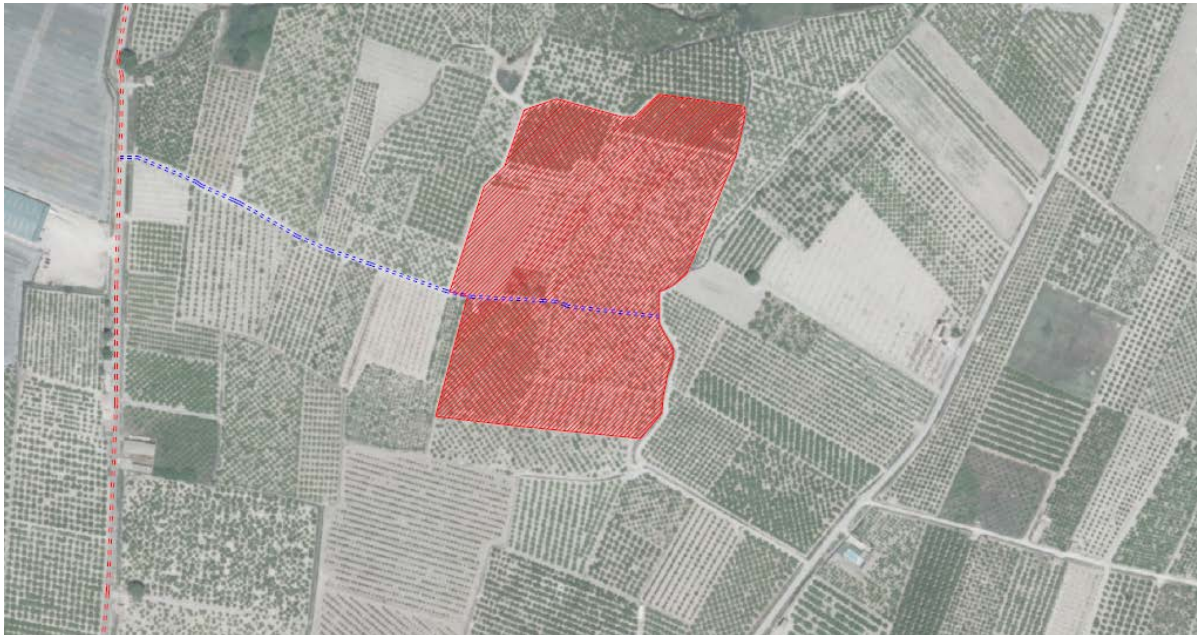


Ilustración 3: Entorno (Área de actuación y accesos)



1.4) ANTECEDENTES

Debemos tener en cuenta que esta instalación de riego localizado en un cultivo de *stevia* se trata de un proyecto hipotético. Esto es, en el emplazamiento elegido para desarrollar el trabajo no existe tal cultivo. Actualmente, la finca de estudio se encuentra cultivada por cítricos (principalmente naranjos del grupo Navel de la var. 'Navelate', naranjos del grupo 'Blancas' de la var. 'Valencia Late' y mandarinos de la var. 'Clemenvilla').

El sistema de riego que se ha utilizado hasta el momento es el riego a manta, gracias a la red de acequias existente.

Se procederá al diseño de una instalación de riego por goteo, para poder adaptar las exigencias hídricas del cultivo de *stevia* a las características agro-climatológicas de la zona. El agua se tomará desde el pozo existente en la finca.

1.4.1) Descripción de las obras existentes

Las obras existentes en la finca se enumeran a continuación:

1. Caminos de entrada y salida a la finca.
2. Red de acequias.
3. Pozo del cual se extraerá el agua.
4. Edificaciones:

Caseta (almacén) de base rectangular, siendo su ancho de 4 m X 4,5m de longitud.

Caseta para el cabezal de riego de dimensiones (4,5 X 4,5 m).

5. Red eléctrica

2) CONDICIONANTES DEL PROYECTO

2.1) TÉCNICOS

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

2.2) LEGALES

Son específicos del presente Proyecto los condicionantes legales expuestos en el "Pliego de Prescripciones Técnicas" y, además, todos aquellos artículos que le afecten de la legislación que sigue:

- *Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Impacto Ambiental (DOCV nº 1021, de 08/03/89).*
- *Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 (DOCV nº 1412, de 30/10/90).*
- *Orden de 3 de enero de 2005, de la Conselleria de Territorio y Vivienda, por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental que se hayan de tramitar ante esta conselleria (DOCV nº 4922, de 12/01/05).*
- *Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Ambiental (DOCV nº 5218, de 14/03/06).*

- *Real Decreto 863/1985 de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.*
- *Ley 29/1985 de 2 de agosto de Aguas.*

- *Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.*

- *Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana*

- *Real Decreto 1131/1988 de 30 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental (B.O.E. nº 239).*

- *Ley 2/1989 de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana de Impacto Ambiental (D.G.O.V. nº 1021).*

- *Decreto 162/1990 de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo de Impacto Ambiental (D. G. O. V. Nº 14/2).*

2.3) ADMINISTRATIVOS

El ayuntamiento de Albalat de La Ribera no presenta ninguna limitación que pueda afectar al desarrollo y ejecución del presente proyecto.

2.4) AMBIENTALES

Por la tipología de las obras previstas, no se encuentran impedimentos de tipo medioambiental.

3) ESTUDIOS PREVIOS

3.1) CARTOGRAFÍA BÁSICA

La cartografía básica del presente proyecto se ha extraído del visor web SIGPAC, del Visor Web de Cartografía Temática (CARTOWEB) y del servicio web Terrasit, dependiente del Instituto Cartográfico Valenciano.

Para el plano de emplazamiento, se ha utilizado el Visor del Mapa Topográfico de España desarrollado por el IGN (Instituto Geográfico Nacional).

3.2) CLIMATOLOGÍA

El clima se ha definido como “Clima mediterráneo, propio de estepas y países secos mediterráneos” a partir del Índice bioclimático de Vernett y el Índice de aridez de Martone, respectivamente. Asimismo, la zona de estudio se ha clasificado como “Zona árida” a partir del Índice termo pluviométrico de Dantin- Revenga, presentando las características típicas que corresponden a la llanura litoral valenciana, es decir, veranos calurosos con temperaturas que oscilan entre los 30 y 38 ° C e inviernos suaves con temperaturas entre los 4 y 14º C.

Los valores anuales de precipitación se sitúan entorno a los 560 mm, destacando las lluvias torrenciales de otoño a las cuales se les denomina típicamente como gotas frías.

Los valores medios estacionales de precipitación son:

- Invierno: 129,7 mm
- Primavera: 109,2 mm
- Verano: 116,1 mm
- Otoño: 204,9 mm

3.3) OROGRAFÍA

El término municipal de Albalat de La Ribera es prácticamente llano, al estar ubicado en la cuenca del Júcar. La altitud desciende desde los 17 m en la parte más alta, donde se ubica la localidad, hasta los 6 m en la parte norte del término municipal. El término forma un plano descendiente en dirección nordeste, quedando al norte L'Albufera de Valencia, al oeste la plataforma de Caroig y al sur las sierras de Corbera y la Murta.

3.4) CALIDAD DEL AGUA

El agua es de una calidad “de admisible a buena” según los análisis realizados y la interpretación de los mismos.

El valor del PH es de 7,22. Se trata de un valor moderado.

La conductividad eléctrica (principal factor indicativo de la calidad del agua) es de 0,989 dS/m , considerándose un valor permisible según la clasificación de Wilcox.

Tanto el riesgo de salinización como el riesgo de alcalinización del suelo provocado por el agua de riego, es bajo.

Por último, cabe destacar que se trata de un agua del tipo “muy dura”. La dureza se refiere al contenido en calcio y magnesio de la misma.

3.5) CALIDAD DEL SUELO

Se trata de un suelo de textura franco – arcillo limosa, adecuada para el cultivo de la *stevia rebaudiana*.

El valor de la densidad aparente se sitúa entorno a 1,5 g/cm³.

El valor de la conductividad hidráulica es de 10 mm/h aproximadamente.

El valor del pH determinado en los análisis realizados en el laboratorio de edafología, es de 8,43. El suelo muestreado es de tipo “medianamente alcalino”. Es un suelo típico de esta zona y en general típico del litoral valenciano. Podría condicionar la absorción de determinados nutrientes por parte del cultivo. No es un valor demasiado adecuado para el cultivo de *stevia*, cuyos valores óptimos de pH se sitúan entre 5,5 y 7,5. No obstante, es preferible que el suelo sea algo alcalino en vez de algo ácido.

Es un suelo no salino con un valor bajo de conductividad eléctrica (0,246 dS/m).

Contiene un elevado nivel de caliza activa y materia orgánica.

Posee un bajo % de sodio intercambiable, considerándose un suelo no sódico.

4) ALTERNATIVAS ESTUDIADAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

La finalidad de este proyecto es el diseño de una instalación de riego localizado para poder adaptar un cultivo de *stevia rebaudiana* a las condiciones climatológicas propias de la zona de estudio.

El riego localizado nos permite mantener, de manera constante, un alto contenido de humedad en el suelo (normalmente mayor a la capacidad de campo) mediante una elevada frecuencia de riego. De entre las diferentes posibilidades, se ha concluido que lo más conveniente es un sistema de riego por goteo, ya que otros sistemas de riego localizado como la microaspersión podrían causar enfermedades fúngicas al cultivo. Asimismo, se ha optado por la instalación de laterales con goteros autocompensantes integrados, que permiten trabajar con grandes longitudes de ramal.

Para el diseño de la instalación, la finca se ha dividido en 6 sectores de riego (conjunto de subunidades que se riegan simultáneamente) de superficie similar, conteniendo cada uno de ellos 2 subunidades. Es decir, hay un total de 12 subunidades. Se trata de 12 parcelas niveladas a diferente cota.

Para cada sector se han calculado las necesidades de riego en base a su superficie total, determinando el sector más desfavorable. Conociendo la distancia entre laterales y emisores de riego, así como el caudal nominal de dichos emisores, se determina el caudal total necesario en el sector más desfavorable. La bomba de impulsión situada en el pozo debe impulsar dicho caudal.

Se ha optado por inyectar el flujo de agua directamente desde el pozo al cabezal, donde se sitúan los pertinentes elementos de filtrado, control, etc. Y de ahí, a la red general para abastecer las diferentes subunidades. Esto es, se ha desestimado la opción de construir una balsa de riego. La existencia de un embalse permitiría tener una reserva de agua en caso de avería de la bomba o cualquier otra anomalía, pero supone elevar los costes de manera notable.

En la siguiente imagen puede observarse la división en subunidades, con sus respectivas superficies y cotas:

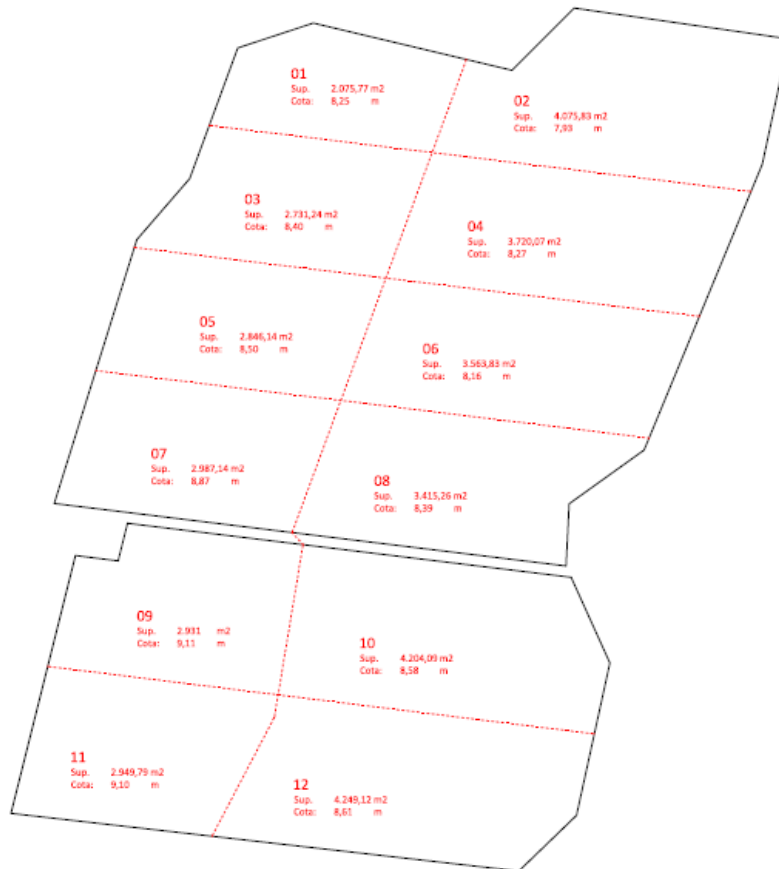


Ilustración 4: Subunidades (Cotas y superficie)

5) INSTALACIÓN DE RIEGO

5.1) NECESIDADES DEL CULTIVO

El cultivo necesita una pluviometría anual de entre 1400 y 1800 mm; en el clima mediterráneo sólo es viable mediante sistemas de regadío. Se recomienda regar con un volumen de agua de 5 l/m² diarios en época de máximas necesidades.

5.2) NECESIDADES DE RIEGO

Mediante el software “CropWat” de la FAO se han determinado las necesidades de riego del cultivo a lo largo de todo su ciclo, determinando también el mes de máximas necesidades. Éste es el mes de julio, especialmente los últimos 10 días, en los que las necesidades de riego ascienden a 50 mm, es decir, 5 l/m² diarios.

Se ha dimensionado la instalación a partir de este dato, suponiendo un riego diario para mantener una humedad constante en suelo.

5.3) DETERMINACIÓN DE CAUDALES Y PRESIONES EN LAS SUBUNIDADES

En primer lugar, a partir del marco de plantación (0,3 X 0,3 m) se ha determinado la distancia entre laterales de riego y emisores, teniendo en cuenta que el cultivo se realiza en mesetas con 4 filas de plantas.

Se ha observado que, escogiendo emisores con caudal nominal bajo (1,6 l/h) no es necesario instalar un lateral por fila de plantas ni un emisor por planta. Instalando 2 laterales por meseta y separando los emisores a una distancia de 0,6 m, el solape entre bulbos húmedos (calculado para suelo franco) es del 63% aproximadamente. Se trata de un valor muy elevado pero aceptable.

Conociendo estos datos, suponiendo una uniformidad de emisión del 90%, una variación máxima de presión de 25 m (para emisores autocompensantes) y definiendo la geometría de cada subunidad, se ha procedido al dimensionado de las mismas.

Para el dimensionado de subunidades se ha empleado la aplicación "DimSub".

Se han determinado los siguientes caudales y presiones requeridas al inicio de cada subunidad:

Tabla 1: Caudales y presiones requeridos en las subunidades

Subunidad	Caudal inicio (l/h)	Presión inicio (mca)
1	5.988,10	18,29
2	12.482,31	34,62
3	4.557,53	16,12
4	11.362,61	34,83
5	8.368,75	24,62
6	10.895,39	34,44
7	8.897,61	25,92
8	8.316,08	28,62
9	8.020,62	23,19
10	12.996,06	34,36
11	8.639,78	24,93
12	12.977,13	34,24

A continuación, se puede observar el esquema de una subunidad tipo y el esquema de la distribución de plantas en mesetas y sus dimensiones:

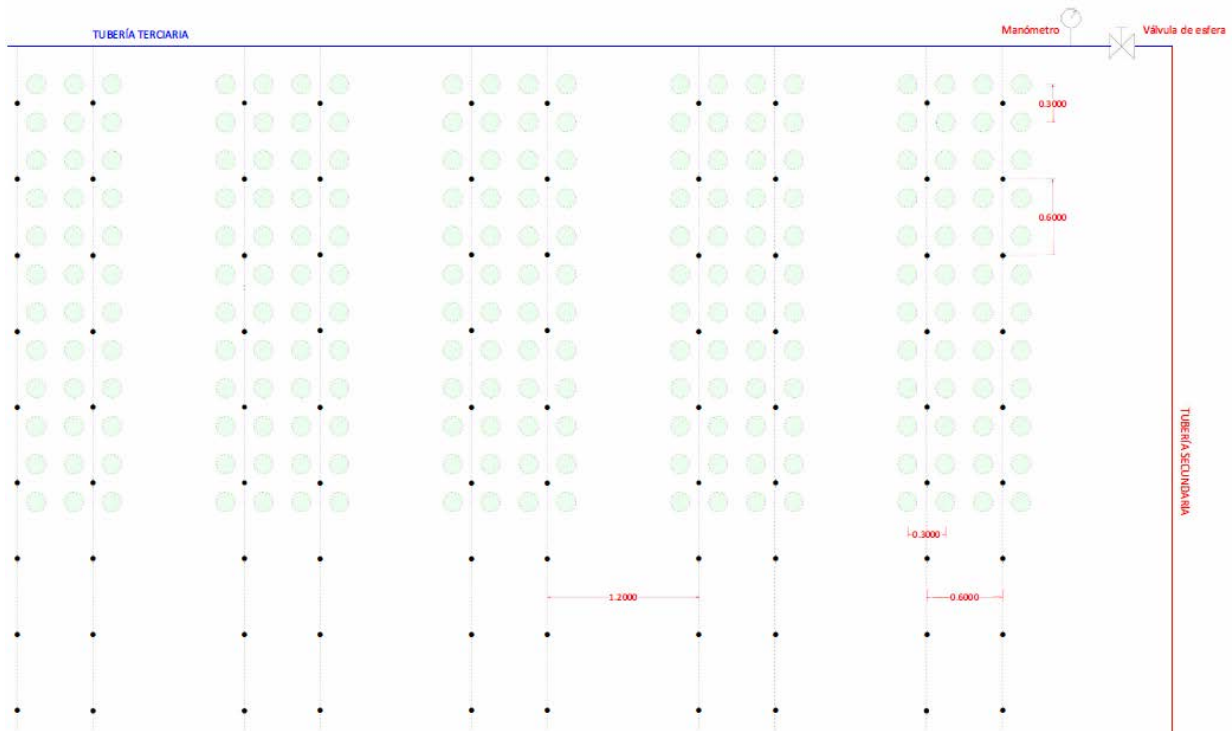


Ilustración 5: Esquema de una subunidad tipo

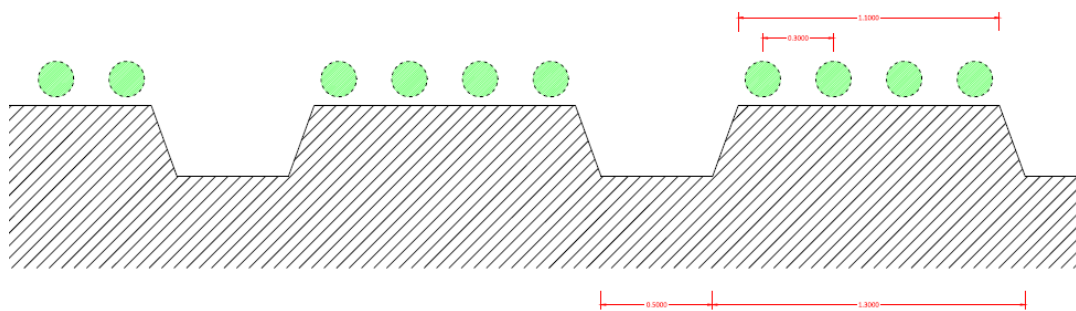


Ilustración 6: Detalle de una meseta

5.4) METODOLOGÍA DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE RIEGO

Para el diseño de la red general de transporte se ha optado por sectorizar desde el cabezal, es decir, desde un colector en el cabezal salen 6 líneas independientes para cada sector de riego. Las características de las líneas son las siguientes:

Tabla 2: Características de las líneas de la red general

Línea	Q (l/s)	$\frac{P_f}{\gamma}$ (m)	Di (mm)	DN (mm)	V (m/s)	h (m)	$\frac{P_i}{\gamma}$ (m)	$Q \times \frac{P_i}{\gamma}$
0	6	35	77,8	90	1,26	0,085	37,8	-
1	5,13	34,62	77,8	90	1,08	2,78	35,23	180,73
2	4,43	34,83	64,8	75	1,34	3,94	36,75	162,80
3	5,35	34,44	77,8	90	1,13	1,62	34,24	183,18
4	4,78	28,62	64,8	75	1,45	3,19	30,14	144,07
5	5,84	34,36	77,8	90	1,23	1,99	35,02	204,52
6	6	34,24	77,8	90	1,26	2,09	35	210

Donde:

Q (l/s): Caudal en cada una de las líneas

$\frac{P_f}{\gamma}$ (m): Presión requerida al final de cada línea

Di (mm): Diámetro interior de cada tubería

DN (mm): Diámetro nominal de cada tubería

V (m/s): Velocidad de circulación del agua por cada línea

h (m): Pérdidas de carga que se producen en cada línea

$\frac{P_i}{\gamma}$ (m): Presión requerida al inicio de la línea

$Q \times \frac{P_i}{\gamma}$: Producto del caudal de la línea por la presión requerida al inicio

Se utilizarán tuberías de PE – 40 con PN – 6.

5.5) INSTALACIÓN DEL CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego tiene como principal objetivo el filtrado del agua extraída del pozo y la programación de riegos por tiempos. También dispone de equipos para la inyección de fertilizantes si ésta fuera necesaria y para la inyección de ácido nítrico para la limpieza del sistema. La sectorización de riegos se llevará a cabo desde el cabezal, donde hay un colector con 6 salidas independientes para cada una de las 6 líneas que componen la red general.

Elementos del cabezal:

1. Válvula de ventosa en la conducción pozo – cabezal (línea 0).
2. Válvula manual en línea 0 tras la ventosa.
3. Válvula antirretorno en línea 0 tras la válvula manual.
4. 2 filtros de anillas de 3" y 130 micrones.
5. 2 válvulas de triple vía para contralavado anteriores a cada uno de los filtros.
6. 2 presostatos a la entrada y salida de los filtros para detectar variaciones de presión mayores a 5m y mandar la señal de limpieza al programador. Éste conecta con 2 solenoides que mandan la orden a las válvulas de triple vía para cambiar de posición normal a posición de contralavado.
7. Tuberías de desagüe para contralavado.
8. Bomba inyectora de ácido nítrico (para limpieza de la instalación) y/o inyección de fertilizantes para fertirrigar si se desea.
9. 2 tanques de poliéster reforzados con fibra de vidrio para almacén de ácido nítrico/fertilizantes.
10. 2 válvulas de mano (1 a la salida de cada uno de los tanques).
11. Caudalímetro tipo Woltmann
12. Colector con salida de 6 líneas independientes para las 6 conducciones de la red general.
13. 6 electroválvulas dirigidas por el programador para proceder al riego de sectores por tiempos.
14. 6 válvulas de mano previas a las electroválvulas como medida de seguridad.
15. Programador por tiempos tipo Arduino.
16. 3 manómetros a lo largo de la conducción general del cabezal para control.

Todo ello se detalla en el anejo nº 8 "Cabezal del riego" y en el plano nº 8.

5.6) PLAN DE RIEGO

El riego se lleva a cabo por turnos, correspondiendo cada turno a un sector de riego.

La programación de riego se lleva a cabo por tiempos. El tiempo de riego por sector será de 1 hora y 45 minutos, siendo el tiempo total de riego diario de 10 horas y 30 minutos.

El plan de riego se detalla en el anejo nº 5 "Parámetros de riego".

6) DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

6.1) RED DE DISTRIBUCIÓN Y SUBUNIDADES

6.1.1) Movimientos de tierras

Para la colocación de tuberías se llevará a cabo la apertura de zanjas. Tanto las tuberías de la red general de transporte como las tuberías terciarias en las subunidades, se instalarán enterradas.

Para el primer tramo de la red general (a la salida del cabezal) se realizarán zanjas de 1m de ancho por 0,7 m de alto. Este tramo tiene una longitud de 50 m, siendo el volumen de excavación de $35 m^3$. Este tramo de zanja alberga las 6 líneas de la red general, hasta que éstas se bifurcan: 4 líneas se desviarán en dirección norte para alimentar las subunidades correspondientes a los sectores 1,2,3 y 4, y otras 2 líneas se desviarán en dirección sur para abastecer las subunidades correspondientes a los sectores 5 y 6.

Zanja para líneas 1,2,3 y 4:

- Ancho de zanja = 0,5 m
- Prof. Zanja = 0,7 m
- Longitud zanja = 126 m
- Volumen de excavación = 44,1 m

Zanja para líneas 5 y 6:

- Ancho de zanja = 0,5 m
- Prof. Zanja = 0,7 m
- Longitud zanja = 52 m
- Volumen de excavación = 18,2 m

Las zanjas que albergan las terciarias en las subunidades tendrán también 0,5 m de ancho por 0,7 m de profundidad. Sus dimensiones y volúmenes de excavación pueden verse detallados en el anejo nº9 "Movimientos de tierras".

En total, contando la red general y las terciarias en las subunidades, el volumen de excavación será de $447,9 m^3$.

Las tuberías terciarias y de la red general estarán apoyadas sobre un lecho de material granular compactado y extendido. El tipo de material presupuestado es arena de cantera caliza, que formará una capa de espesor de 10 cm.

El relleno de zanjas tras la colocación de tuberías se realizará en 2 fases; una primera fase de relleno manual con material seleccionado de la excavación (espesor de 25cm) y una segunda fase de relleno mecánico con material ordinario de la propia excavación (espesor de 35 cm). Este procedimiento seguirá la norma UNE correspondiente.

6.1.2) Conducciones

En la **red general** de transporte hasta las subunidades, se emplearán tuberías de PE – 40 con PN – 6.

Se instalará una tubería para cada línea que conduce a cada uno de los sectores de riego (6 tuberías en total). Las características de dichas tuberías son:

Tabla 3: Líneas de la red general

Línea	Di (mm)	DN (mm)	$\frac{P_f}{\gamma}$ (m)	$\frac{P_i}{\gamma}$ (m)	h (m)	L (m)
1	77,8	90	34,62	35,23	2,78	172,55
2	64,8	75	34,83	36,75	3,94	132,48
3	77,8	90	34,44	34,24	1,62	93,44
4	64,8	75	28,62	30,14	3,19	93,44
5	77,8	90	34,36	35,02	1,99	98,07
6	77,8	90	34,24	35	2,09	98,07

- Di (mm): Diámetro interior de la tubería.
- DN (mm): Diámetro nominal de la tubería.
- $\frac{P_f}{\gamma}$ (m): Presión requerida al final de la tubería.
- $\frac{P_i}{\gamma}$ (m): Presión requerida al inicio de la tubería.
- h (m): Pérdidas de carga que se producen en la conducción.
- L (m): Longitud de la tubería.

Todo lo relativo a la red de transporte puede observarse en el anejo nº 7 “Dimensionado de la Red General”

Una presión nominal de 6 bares nos permite un espesor moderado de tubería, ahorrando costes. Es una presión superior a la presión requerida al final de la conducción, en todos los casos. Además, las tuberías de la red general estarán enterradas en zanja y con lecho de apoyo. A priori no deberían sufrir daños provocados por agentes externos, con lo que no es necesario aumentar la resistencia de las mismas elevando su espesor.

En las subunidades, las tuberías terciarias serán de polietileno de baja densidad (PE – 40) con PN – 4 bar.

Algunas de ellas serán tuberías telescópicas. Se ha adoptado esta solución cuando ha sido posible ajustar las pérdidas de carga al máximo admisible, al tiempo que ahorramos en costes de material.

En la siguiente tabla pueden observarse las características de las tuberías terciarias de todas las subunidades:

Tabla 4: Características de las tuberías terciarias

Subunidad	Material	Presión nominal (MPa)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro nominal (mm)	Diámetro nominal (mm)	Longitud total (m)	Longitud total (m)
			TRAMO I	TRAMO II	TRAMO I	TRAMO II	TRAMO I	TRAMO II
1	PE-40	0,4	28	-	32	-	65,7	-
2	PE-40	0,4	35	28	40	32	23,6	70,8
3	PE-40	0,4	28	-	32	-	74,3	-
4	PE-40	0,4	35	28	40	32	13,1	78,8
5	PE-40	0,4	28	-	32	-	71,7	-
6	PE-40	0,4	35	28	40	32	10,5	81,6
7	PE-40	0,4	28	-	32	-	71	-
8	PE-40	0,4	28	-	32	-	91,4	-
9	PE-40	0,4	28	-	32	-	67,4	-
10	PE-40	0,4	35	28	40	32	31,8	65,4
11	PE-40	0,4	28	-	32	-	68,4	-
12	PE-40	0,4	35	38	40	32	27,8	65,4

Los laterales serán tuberías con emisores autocompensantes integrados de PE con DN 16 mm.

Se han escogido emisores planos autocompensantes integrados en tuberías multiestacionales tipo "AZUD Premier PC" o similar. Los goteros tienen un caudal nominal de 1,6 l/h para una separación entre emisores de un mismo lateral de 0,60m.

Se dispone de información más detallada sobre los emisores escogidos en el anejo nº 5 "Parámetros de riego".

6.1.3) Valvulería

La valvulería que se utilizará puede resumirse del siguiente modo:

- Subunidades: 1 válvula de esfera al inicio de cada subunidad en arqueta.
- Red general: 1 válvula de desagüe al final de cada línea para labores de limpieza y vaciado de la red

6.1.4) Obras auxiliares

Arquetas en inicio de subunidades para alojamiento de 1 válvula de esfera y 1 manómetro por subunidad. Se trata de arquetas registrables, prefabricadas en PVC de dimensiones 60 X 40 X 35 cm. Puede observarse el detalle de una arqueta en el plano nº 9.

6.2) CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego se encuentra instalado en una caseta de dimensiones 4,5 X 4,5 m, junto al pozo y la caseta de almacenamiento de herramientas, etc. El cabezal es colindante a la subunidad nº 9 (ver plano nº 4).

Su principal función es el filtrado del agua (que probablemente tendrá un alto contenido en sólidos inorgánicos en suspensión al proceder de un pozo subterráneo), la programación de riegos por tiempos y la inyección de ácido nítrico para las maniobras de limpieza o inyección de fertilizantes en el caso de que se desee fertirrigar el cultivo.

6.2.1) Sistema de filtrado

El sistema de filtrado principal está compuesto por 2 filtros de anillas colocados en paralelo, del tipo AZUD Helix Automatic o similar, de 3 pulgadas y 130 micrones. Son filtros autolimpiantes por contralavado. Este modelo permite un caudal máximo de 30 m³/h.

Es preferible instalar 2 filtros más pequeños en paralelo para espaciar más las limpiezas, disminuir las pérdidas de carga y porque así la probabilidad de avería simultánea de 2 filtros es menor que la de uno solo.

Al utilizar 2 filtros, el caudal máximo (6 l/s) se dividirá en 2.

Las pérdidas de carga introducidas por el sistema de filtrado serán de 0,06 bares (aproximadamente).

A continuación, se muestran los materiales utilizados en el filtro:

Tabla 5: Materiales utilizados en el filtro de anillas

Carcasa	Poliamida reforzada con fibra de vidrio
Elemento filtrante	Discos ranurados de Polipropileno
Abrazadera	Acero inoxidable
Elemento sellado	NBR

6.2.2) Justificación del grado de filtración

Teniendo en cuenta que el orificio del emisor es de entorno a 1mm:

$$1,00 / 10 = 0,100 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mm} = 1000 \text{ micron} ; 0,100 \text{ mm} = 100 \text{ micron} < 130 \text{ micrones}$$

6.2.3) Valvulería

Resumen de la valvulería del cabezal:

- 1 válvula de ventosa en la línea 0 (conducción pozo – cabezal).
- 1 válvula manual en línea 0.
- 1 Válvula antirretorno en línea 0
- 2 válvulas de triple vía para contralavado de filtros.
- 6 electroválvulas.
- 6 válvulas manuales junto a las electroválvulas
- 2 válvulas manuales a la salida de los depósitos de ácido nítrico y fertilizantes, respectivamente.

7) ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el documento 5 se realiza el Estudio básico de Seguridad y Salud.

En el documento 4 “Presupuesto” se incluye un presupuesto de Seguridad y salud.

8) EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

8.1) PLAZO DE EJECUCIÓN

Toda la información relativa a la planificación y programación de la obra puede encontrarse en el anejo nº 10 “Plazo de ejecución”. La ejecución de la obra se ha estimado en 24 días, de los cuales 18 días serán laborables.

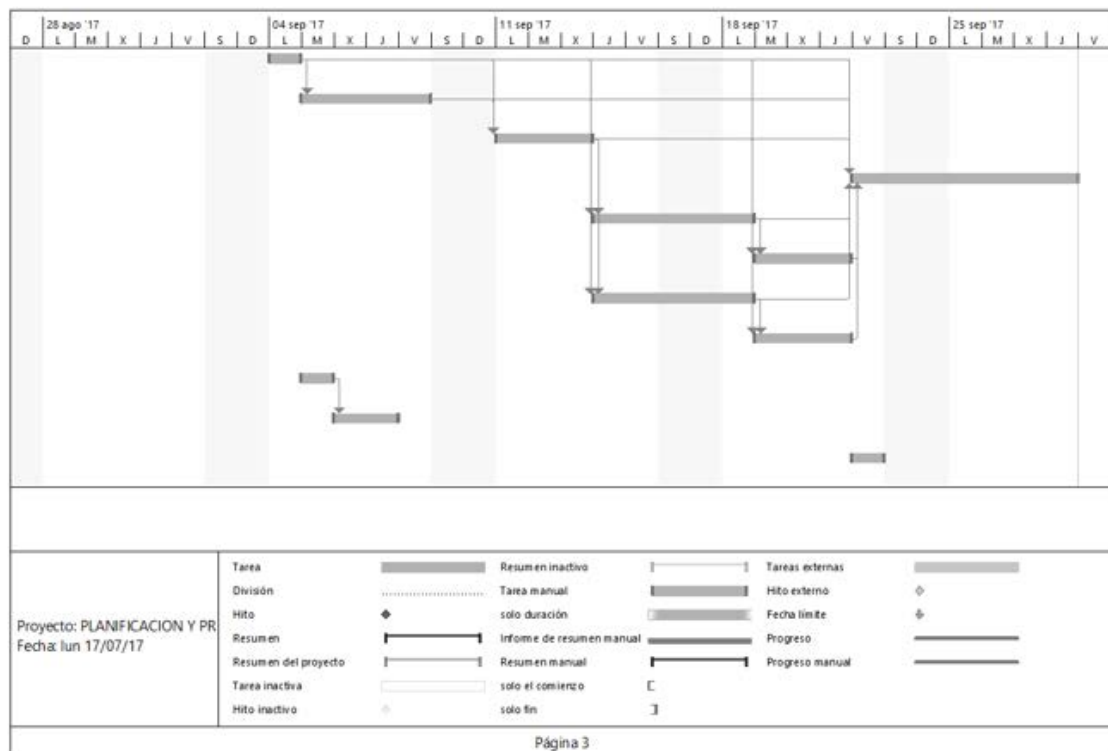


Ilustración 7: Diagrama de Gantt (Plazo de ejecución de la obra)

Se han estimado los tiempos de duración de las diferentes actividades necesarias para llevar a cabo la obra.

La planificación queda sintetizada en el diagrama de Gantt.

Como ejemplo, se ha supuesto que la obra da comienzo el lunes 4 de septiembre de 2017.

9) FACTORES ECONÓMICOS

En el documento nº 4 "Presupuesto" se detallan todos los capítulos y partidas del mismo. El presupuesto de ejecución por contrata se resume en la siguiente tabla:

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de OCHENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON OCHO CENTIMOS. (86.965,08 €).

Tabla 6: Resumen del presupuesto

CAPÍTULO	IMPORTE
Cap 01: Movimiento de Tierras	5.953,84
Cap 02: Subunidades	25.768,32
Cap 03: Red General	3.468,84
Cap 04: Cabezal de Riego	24.743,76
Cap 05: Seguridad y Salud	461,85
Presupuesto de ejecución material	60.396,61
13% de gastos generales	7.851,56
6% de beneficio industrial	3.623,80
Suma	71.871,97
21% IVA	15.093,11
Presupuesto de ejecución por contrata	86.965,08

10) DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL SIGUIENTE PROYECTO

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 1: Datos de partida y antecedentes

Anejo 2: Climatología

Anejo 3: Suelo

Anejo 4: Agua

Anejo 5: Parámetros de riego

Anejo 6: Diseño de las subunidades

Anejo 7: Dimensionado de la red general

Anejo 8: Cabezal de riego

Anejo 9: Movimientos de tierras

Anejo 10: Plazo de ejecución

DOCUMENTO 2: PLANOS

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO 5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

11) CONSIDERACIONES FINALES

11.1) OBRA COMPLETA

De acuerdo con lo indicado en el artículo 64 del Reglamento General de Contratación de la legislación española se hace constar explícitamente que las obras comprendidas en el presente Proyecto constituyen una obra completa que puede ser entregada al uso general inmediatamente después de ser terminada.

11.2) CONCLUSIONES

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

Adrián B.

Valencia, julio de 2017

PROYECTISTA

Adrián Barberá Herrero

Graduado en Ingeniería Agroalimentaria del Medio Rural