

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGROALIMENTÀRIA I DEL MEDI NATURAL



PROYECTO DEL SISTEMA DE RIEGO DE UN CULTIVO DE AGUACATE EN LA
PARTIDA DE L'ARAP EN EL T.M. DE QUARTELL DE LES VALLS (VALÈNCIA)

TRABAJO FINAL DE GRADO DE INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO
RURAL

Autor: VíctorAltés Gaspar

Tutor: José Vicente Turégano Pastor

Curso académico: 2017/2018

València, Julio 2017

PROYECTO DEL SISTEMA DE RIEGO DE UN CULTIVO DE AGUACATE EN LA PARTIDA DE L'ARAP EN EL T.M. DE QUARTELL DE LES VALLS (VALÈNCIA)

English: Design of the irrigation network in a avocado farm in the district of "L'Arap", in the municipality of Quartell de les Valls (València).

Valencià: Projecte de la xarxa de reg en en un cultiu d'alvocat a la partida de l'Arap, en el terme municipal de Quartell de les Valls (València)

RESUMEN DEL PROYECTO:

El objetivo del trabajo de final de grado en cuestión es el de la instauración y desarrollo de una finca agraria destinada al cultivo del aguacate, mediante riego localizado, en la partida de l'Arap, el término municipal de Quartell de les Valls (València). Dicha finca está constituida por distintas parcelas con una superficie total de 37.299 m².

Así, se procederá a la evaluación comercial del cultivo en cuestión, de sus condiciones agroclimáticas, las labores a realizar previas a la implantación y las posteriores. También se tendrá en cuenta los factores internos de la explotación como pueden ser los plagas, enfermedades y malas hierbas. Por otra parte, se calcularán las necesidades hídricas del cultivo en base a las características agroclimáticas de la zona, para poder así, estimar el diseño de las subunidades y de la red de transporte. Por otra parte, se diseñará el cabezal de riego, entendido como el filtrado y el equipo de fertirrigación necesario para el correcto funcionamiento de la red.

ABSTRACT:

The aim of this thesis is the establishment and development of a farm intended for avocado tree cultivation, by localised irrigation, in the district of "L'Arap", in the municipality of Quartell de les Valls (València). Such farm is formed by various parcels with a total surface of 37.299 m².

Thus, we will proceed to a commercial evaluation of the crop, its agroclimatic condition, the work to be carried out before and after the implantation. Internal factors of the holding such as pests, diseases and weeds will also be studied. On the other hand, the water requirements of the crop will be calculated on the basis of the agro-climatic characteristics of the area, in order to estimate the design of the subunits and the transport network. Finally, the irrigation head will be designed, understood as the filtering and fertigation equipment necessary for the correct functioning of the network.

RESUM:

L'objectiu d'aquest projecte es el de la instal·lació i desenvolupament d'una finca agraria destinada al cultiu de l'alvocat, mitjançant reg localitzat, a la partida de l'Arap, dins del terme municipal de Quartell de les Valls (València). La finca en qüestió està constituïda per diferents parcel·les amb una superfície total de 37.299 m².

Així doncs, es procedirà a la evaluació comercial del cultiu, de les seues condicions agroclimàtiques, els treballs a realitzar tan previament com posterior a la implantació. També es tindran en compte els factors interns de l'explotació entesos com plagues, malalties i vegetació adventícia. Per altra part, es calcularan les necessitats hídriques del cultiu en base a les característiques agroclimàtiques de la zona, per a poder així, estimar el disseny de les subunitats i de la xarxa de transport. Finalment, es dissenyarà el capçal de reg, entès com a l'equip de filtrat i el de fertirrigació necessaris per el correcte funcionament de la xarxa.

PALABRAS CLAVE: Cultivo, aguacate, fruticultura, riego, red, cabezal.

KEYWORDS: Crop, avocado, friculture, irrigation, network, watering head

PARAULES CLAUS: Cultiu, alvocat, fruticultura, reg, xarxa, capçal

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA

DOCUMENTO Nº1. ANEJOS A LA MEMORIA

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

DOCUMENTO Nº3. PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº4. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y
SALUD

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGROALIMENTÀRIA I DEL MEDI NATURAL



PROYECTO DEL SISTEMA DE RIEGO DE UN CULTIVO DE AGUACATE EN LA
PARTIDA DE L'ARAP EN EL T.M. DE QUARTELL DE LES VALLS (VALÈNCIA)

DOCUMENTO Nº1. MEMORIA

Autor: VictorAltés Gaspar

Tutor: Jose Vicente Turégano Pastor

Curso académico: 2017/2018

València, Julio 2017

ÍNDICE

1. Antecedentes	8
2. Objeto y justificación del proyecto	8
3. Datos generales.....	9
3.1. Situación actual de las parcelas.....	9
3.2. Localización	9
3.4. Solicitante y promotor	9
3.5. Catastro	9
4. Limitaciones y condicionantes	9
4.1. Técnicas.....	9
4.2. Legales.....	10
4.3. Administrativas.....	10
4.4. Medioambientales	10
5. Estudios previos	10
5.1. Comercialización	10
5.2. Climatología.....	10
5.3. Geología y edafología.....	10
5.4. Agua.....	11
6. Selección del cultivo	11
7. Labores culturales	11
7.1. Labores previas	11
7.2. Marcos de plantación.....	12
7.3. Mantenimiento del suelo.....	12
7.4. Poda.....	12
7.5. Polinizadores	12
7.6. Fertilización	12
8. Plagas, enfermedades y vegetación adventicia	12
8.1. Plagas.....	12
8.2. Enfermedades	13
8.3. Vegetación adventicia	13
9. Diseño agronómico del riego	13
9.1. Evapotranspiración	13
9.2. Necesidades de riego	15
9.3. Programación y parámetros del riego.....	17
10. Diseño hidráulico.....	17
10.1. Subunidades de riego.....	17

10.2. Red de transporte	18
11. Cabezal de riego	19
11.1. Filtrado	19
11.2. Fertirrigación	19
11.3. Otros elementos del cabezal.....	19
12. Resumen del presupuesto.....	20

1. Antecedentes

Quartell de les Valls es un pueblo situado en la Vall de Segó, zona perteneciente a la comarca del Camp de Morvedre, en el punto medio entre València y Castellón, caracterizada por el microclima creado al estar rodeada de las sierras Calderona y Espadán, teniendo el valle una superficie de alrededor de 21 km².

La principal actividad económica de la zona es tanto el cultivo de cítricos como su gestión y comercialización, plantándose mayoritariamente variedades de naranjas y clementinas. En la mayoría de casos hablamos de parcelas de pequeña superficie, no llegando a la hectárea, midiéndose por lo general en hanegadas (831 m²). Des de antaño, la red de riego de la zona de los Valles se ha caracterizado por una red formada por acequias con agua procedente del manantial de la Font de Quart, pero en la última década se han ido incorporando las nuevas tecnologías, sustituyendo en muchas parcelas el riego a manta, siendo este aún muy común en la zona. A su vez, también encontramos en la zona de la marjal parcelas destinadas a horticultura de temporada como melones, tomates o calabazas. Por otra parte, desde hace pocos años, está irrumpiendo con fuerza el cultivo del aguacate dadas las características climáticas de la zona.

2. Objeto y justificación del proyecto

El objeto del proyecto en cuestión es el de la remodelación de una finca en la partida de l'Arap con una superficie total de 31.299 m², para la instauración del cultivo del aguacate. Dicha remodelación consiste en la instauración de un riego localizado, así como de la instalación del correspondiente cabezal de riego. Para ello, se llevarán a cabo distintas actuaciones, tales como:

- Se contemplarán los objetivos económicos de la plantación, en un marco nacional e internacional (véase *Anejo I. De los objetivos*).
- Se describirá la zona en cuestión, tanto a nivel general como a nivel específico de parcela, para determinar sus características climáticas, edafológicas, geológicas y hídricas (véase *Anejo II. De la zona*).
- Se realizará un pequeño estudio de alternativas, así como la justificación de la solución elegida (véase *Anejo III. Planificación y diseño de la explotación*).
- Se seleccionará aquel material vegetal que mejor se adapte a los requerimientos climáticos y económicos de la zona, entendido como variedad y patrones a elegir (véase *Anejo III. Planificación y diseño de la explotación*).
- Se enumerarán las labores necesarias para establecer la plantación y para su mantenimiento, así como los requerimientos nutricionales del cultivo (véase *Anejo III. Planificación y diseño de la explotación*).
- Se realizará una descripción detallada de los posibles patógenos, plagas y vegetación adventicia que pudieran tener cabida en la parcela con dicho cultivo implantado (véase *Anejo III. Planificación y diseño de la explotación*).
- Por otra parte, se realizará el debido diseño agronómico a través de la evapotranspiración, calculada a su vez mediante datos agroclimáticos de la zona, una vez realizado dicho cálculo se podrán estimar las necesidades de riego con la consecuente programación y parámetros de riego (véase *Anejo IV. Diseño agronómico*).
- Se realizará el cálculo del diseño hidráulico, entendido como el cálculo de subunidades de riego y el de la red de transporte necesarios para satisfacer las necesidades anteriormente calculadas (véase *Anejo V. Diseño hidráulico*).

- Se expondrá una posible solución en cuanto al equipo de filtrado y de fertirrigación a instalar en el cabezal de riego (véase *Anejo VI. Cabezal de riego*).

3. Datos generales

Se trata de un proyecto para abastecer mediante riego localizado un total de 37.299 m², formada la finca por un total de 2 parcelas registradas catastralmente, en el T.M. de Quartell de les Valls (València).

3.1. Situación actual de las parcelas

Una de las parcelas, la de menor superficie, está actualmente sin ningún cultivo, habiendo estado previamente ocupada por el cultivo de cítricos. Por otra parte, la parcela de mayor superficie se encuentra actualmente en uso, concretamente de cítricos de 15 años. No obstante, se ha observado que tanto el diseño agronómico, como el hidráulico, como la elección de especies y variedades, no es la correcta económicamente y técnicamente hablando, así pues, el proyectista ha decidido eliminar dicha plantación y establecer otro cultivo con un mejor diseño para obtener así unos beneficios mayores.

Asimismo, anteriormente, la parcela había estado cultivada de algarrobos durante más de 70 años.

3.2. Localización

Las parcelas en cuestión se encuentran en el Término Municipal de Quartell de les Valls, pudiéndose apreciar en el *Plano 1. Situación*.

3.3. Topografía

En términos generales, se trata de una zona llana, concretamente un valle (véase el apartado de edafología del *Anejo II. De la zona*).

A nivel parcelario, se puede apreciar la topografía en el *Plano 3. Topográfico*.

3.4. Solicitante y promotor

Responde como solicitante de este proyecto la Universitat Politècnica de València mientras que el promotor de este proyecto responde por D. VICTOR ALTÉS GASPAS con DNI 48022152-S y domicilio C/Pla de Cavalls, 155, Pacs del Penedès (Barcelona).

3.5. Catastro

La finca a proyectar está formada por un total de dos parcelas catastrales:

- La parcela de menor superficie (la situada más al norte) tiene una superficie de 6.124 m² y una referencia catastral de 46105A001000120000UR, localizada en el Polígono 1 Parcela 12. El Arap. Quartell (València)
- La parcela de mayor superficie tiene una superficie de 31.175 m² y una referencia catastral de 46105A001000130000UD, localizada en el Polígono 1 Parcela 13. El Arap. Quartell (València).

Siendo la superficie total de 37.299 m²

4. Limitaciones y condicionantes

4.1. Técnicas

Se plantearán en el *Documento Nº1. Anejos a la Memoria* del presente proyecto, adoptando la solución considerada más adecuada

4.2. Legales

Vienen especificadas en el *Documento Nº4. Pliego de Condiciones* de este proyecto.

4.3. Administrativas

No hay por parte del Exmo. Ayuntamiento de Quartell de les Valls ninguna limitación con efectos al correcto desarrollo y ejecución del presente proyecto.

Por otra parte, tampoco se prevé ninguna remodelación del Plan General de Ordenación Urbana que pudiera afectar a la clasificación del suelo, siendo actualmente esta de uso agrícola.

4.4. Medioambientales

El proyecto en cuestión se lleva a cabo en territorio de la Comunidad Valenciana, siendo la normativa a aplicar la *LEY 5/2014, del 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunidad Valenciana*. Como se indica en los Anejos I,II y III de este marco legal, el presente proyecto no precisa de ninguna autorización ambiental integrada, licencia ambiental, declaración ambiental o comunicación de actividad inocua y no cuenta con ningún impedimento de carácter medioambiental.

5. Estudios previos

5.1. Comercialización

Uno de los puntos de mayor complicación para la proyección de un nuevo cultivo es el de la comercialización del producto, para ello se ha realizado una pequeña evaluación a nivel nacional de los rendimientos, hectáreas plantadas y precios pagados al agricultor para distintas variedades, viendo a su vez los posibles focos de mercado, estimando a grosso modo un precio medio pagado al agricultor de 2€/kg en los meses de producción de la variedad "LambHass" y unos rendimientos de alrededor de las 8,5 t/ha, obteniendo unos ingresos brutos de 17.000 €/ha y año.

Dichas evaluaciones vienen dadas en el *Anejo I. De los objetivos* del presente proyecto.

5.2. Climatología

La climatología de la zona de la Vall de Segó, se caracteriza por su marcado clima mediterráneo, con veranos calurosos e inviernos frescos, con las habituales lluvias torrenciales (gota fría) siendo las precipitaciones anuales medias de 437,85 mm.

En el *Anejo II. De la zona* se ha procedido a un análisis exhaustivo del clima de la zona tomando como datos los aportados por la estación agroclimática de Benavites de les Valls, a escasos 8 kilómetros de la finca en cuestión.

5.3. Geología y edafología

Por lo que respecta a la geología general de la zona de la Vall de Segó, podemos aportar que la zona corresponde a la era del Cenozoico (cuaternario), es decir, formada alrededor de hace 66 millones de años. Siendo el material geológico principal, indiciariamente, terrazas de origen sedimentario a través de depósitos continentales debidos a los montes colindantes con el valle, siendo el principal mineral constitutivo las arcillas rojas.

Edafológicamente hablando, a nivel parcelario, se trata de un suelo muy modificado por el ser humano, concretamente un Antrosolárico, en el que se han producido modificaciones profundas en las características del suelo original debido a la adición de materia orgánica, irrigación larga y continuada y aportes de tierra, teniendo una textura franco-arcillo-arenosa.

Mayores especificaciones tales como las características del suelo se pueden apreciar en el *Anejo II. De la zona* de este proyecto.

5.4. Agua

El agua que se utilizará para el riego proviene de una Comunidad de Regantes, perteneciente a AGRARSO, S.L. Dicha Comunidad de Regantes obtiene el agua de la Font de Quart. Para mayor información véase *2.3. Agua Anejo II* de este proyecto.

Por lo que respecta al suministro de agua desde la Comunidad de Regantes se realiza mediante una canalización llegando a la válvula principal de la parcela, garantizando un caudal al hidrante en el cabezal de 20 m³/h y una presión de 35 m.c.a.

6. Selección del cultivo

Se ha elegido el cultivo del aguacate, *Persea americana* caracterizado por su porte erecto, pudiendo llegar a alcanzar decenas de metros de altura, a su vez, dentro de dicha especie existen distintas razas de aguacate: mexicana, guatemalteca, contaricensis y antillana, todas estas razas son originarias de Centroamérica, con distintas características cada una, teniendo sus hábitats en distintas altitudes o distintos tamaños de fruto. A través del cruce entre dichas razas se ha conseguido al cabo del tiempo una gran variedad de cultivares entre los que destacan Hass (siendo el más cultivado en el estado y en el mundo), Bacon, Fuerte o LambHass.

Una de las características más interesantes del aguacate es su protógina dicogamia, lo que significa que las flores son bisexuales pero funcionales en diferente momento del día, siendo receptivas en primer momento de un modo y en otro momento del otro. Así, según su comportamiento floral, los cultivares se clasifican en grupo A y B. En las variedades del grupo A la flor se comporta como femenina durante el primer día por la mañana mientras que se comportan como masculinas durante la tarde del día siguiente. Por lo que para polinizar una variedad A es necesaria una variedad B y viceversa. Este suceso fisiológico ocurre en las latitudes tropicales, en cambio, en las latitudes subtropicales (como es nuestro caso) se ha comprobado que existe un solape entre fases masculinas y femeninas, siendo posible la autopolinización.

Dadas las características de la zona, y tras evaluar las distintas variedades y portainjertos, se ha optado por la elección de la variedad LambHass y el patrón Toro Canyon.

El estudio detallado de la selección del cultivo está reflejado en el *Anejo III. Planificación y diseño de la explotación. 3.2.1. Selección del cultivo*.

7. Labores culturales

En el *Anejo III. Planificación y diseño de la explotación. 3.2.2. Labores culturales*, se enuncian las distintas labores a realizar para la instauración y el cultivo del aguacate en la finca.

7.1. Labores previas

En primera instancia se procederá a la eliminación de los cultivos previos, en nuestro caso se trata de cítricos. Dicha eliminación se realizará mediante el uso de aperos en tractores, así como la retirada de la posible vegetación adventicia anterior y el triturado e incorporación de los restos del cultivo, como puedan ser raíces o ramas, que nos aportarán al suelo una materia orgánica útil para el cultivo. Seguidamente se realizará una labor poco profunda a unos 30 cm de profundidad mediante un arado de vertedera, permitiendo así la aireación del suelo. Dichas

labores tendrían su desarrollo en verano para aprovechar el calor y la luz solar para la desinfectación del suelo.

Asimismo, se realizará la mesetación, tras el aporte de materia orgánica a razón de 25 t/ha de estiércol, finalmente se realizarán los hoyos para los plantones de dimensiones 45x45x45.

La fecha recomendada para la plantación es durante los meses de primavera (marzo-mayo) o durante los de otoño por tal de evitar el impacto del frío en el momento de la implantación del cultivo.

7.2. Marcos de plantación

Al elegir la variedad "LambHass" con un crecimiento medio se opta por unos marcos de plantación de 5x4.

7.3 Mantenimiento del suelo

Se opta por el uso de cubiertas vegetales en las calles para evitar la erosión, la pérdida de humedad y sobre todo para favorecer la existencia de fauna auxiliar. Por otra parte, en las zonas de mesetas se optará por la incorporación de restos de poda y hojas que naturalmente caigan del árbol, siendo éstas las características que más favorecen al aguacate, al incrementar el nivel de M.O. de los primeros centímetros del suelo.

7.4. Poda

Se deberá realizar la correspondiente poda de formación, formando un árbol en vaso con 2 o 3 ramas principales, favoreciendo la formación de faldas. Por otra parte, pasados los primeros 4 o 5 años se seguirá con una poda ligera evitando a su vez una verticalidad que implicaría pérdida de producción, así la altura recomendada estaría alrededor de los 3 metros.

7.5. Polinizadores

En las zonas subtropicales, se recomienda el uso de insectos polinizadores como puede ser el *Bombus terrestres* para aumentar la polinización entomófila.

7.6. Fertilización

De manera prudente e inicial, se realizará una fertilización a razón de 100 UF de Nitrógeno, 50 UF de Fósforo y 50 UF de Potasio mediante fertirrigación, aun así, dichos niveles se verán modificados después de haber realizado el pertinente análisis foliar tras los primeros años de plantación.

8. Plagas, enfermedades y vegetación adventicia

En el epígrafe 3.2.4. *Plagas, enfermedades y vegetación adventicia* del Anejo III. *Planificación y diseño de la explotación* se ha realizado un análisis exhaustivo de las principales restricciones en patógenos así como su posible control sobre ellos en nuestra plantación.

8.1 Plagas

Entre las plagas más importantes del aguacate en la zona mediterránea destacan:

- *Oligonychus perseae*, Ácaro cristalino: acaro tetraníquido que tiene su control a través de ácaros fitoseidos.
- *Oligonychus spinicae*, Araña parda o marrón: a su vez un tetraníquido pudiéndose controlar a través de fauna auxiliar como los ácaros fitoseidos.

8.2. Enfermedades

Entre las enfermedades con mayor impacto en el aguacate en la zona mediterránea encontramos:

- *Phytophthoracinnamomio* tristeza del aguacate: se trata de un oomiceto (hongo) que vive en el suelo y pudre las puntas de las raíces alimenticias de los árboles. Su control se basa en mantener unos niveles altos de materia orgánica en el suelo así como evitar los malos drenajes y encharcamientos.
- *Rosellinanecatrixo* podredumbre blanca radicular: se trata de un hongo ascomiceto, que se encuentra en la mayoría de suelos de la costa mediterránea, debilita progresivamente la planta invadiendo la raíz de esta. La base de su control radica en medidas preventivas tales como el uso de portainjertos tolerantes, retirada y quema de plantas infectadas o medidas desinfectantes como la solarización ya que no hay evidencias de controles químicos o biológicos eficaces para lucha contra dicho patógeno.

8.3. Vegetación adventicia

Se han enumerado las posibles especies que pudieran aparecer en nuestra zona de cultivo, así como las posibles cubiertas vegetales a incorporar a nuestra plantación.

9. Diseño agronómico del riego

Se ha realizado el pertinente diseño agronómico, teniendo en cuenta los datos tomados por la estación agroclimática de Benavites de les Valls, a escasos 6 kilómetros de la zona, calculando a través de los datos de los últimos 10 años, la evapotranspiración de referencia mediante la ecuación de FAO Penman-Monteith y a su vez se han evaluado los coeficientes de cultivo a aplicar en nuestra zona. Una vez conocidas las necesidades hídricas, entendidas como la diferencia entre la evapotranspiración del cultivo y la precipitación efectiva, se ha procedido al cálculo de la programación y los parámetros del riego, determinando finalmente, las necesidades totales y el número de riegos por semana, dependiendo del mes (Véase *Anejo IV. Diseño agronómico* para mayor información).

9.1. Evapotranspiración

Se entiende evapotranspiración (ET) como la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otras partes mediante transpiración del cultivo (FAO), expresándose normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo. Expresando así la cantidad de agua perdida de una superficie cultivada en unidades de altura de agua. La ecuación para el cálculo de la ET de FAO Penman-Monteith viene dada por:

$$ET_o = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T+273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot u_2)}$$

Una vez realizados todos los cálculos pertinentes para la obtención de todos los parámetros de la ecuación, se ha llegado a estos resultados:

Tabla 1. Valores mensuales de Evapotranspiración de referencia

MES	Días	ET _o (mm)
Enero	31	34,25
Febrero	28	49,74
Marzo	31	79,25
Abril	30	105,95
Mayo	31	134,52
Junio	30	145,75
Julio	31	154,62
Agosto	31	142,50
Septiembre	30	108,91
Octubre	31	74,99
Noviembre	30	44,29
Diciembre	31	29,03

Por otra parte, una vez conocida la ET_o se procede al cálculo de la evapotranspiración del cultivo que viene dada por la ecuación:

$$ET_c = K_c \cdot ET_o$$

Donde la K_c es un parámetro conocido como coeficiente único del cultivo en el que se tienen en cuenta las características de la especie en concreto, así, en nuestro caso se ha tomado los datos proporcionados por el IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias):

Tabla 2. Valores mensuales del coeficiente de cultivo para el aguacate (K_c)

MES	K _c
Enero	0,395
Febrero	0,494
Marzo	0,544
Abril	0,544
Mayo	0,593
Junio	0,643
Julio	0,643
Agosto	0,643
Septiembre	0,593
Octubre	0,544
Noviembre	0,544
Diciembre	0,494

Obteniendo así una evapotranspiración del cultivo de:

Tabla 3. Evapotranspiración del cultivo

MES	ETc (mm)
Enero	34,65
Febrero	50,24
Marzo	79,79
Abril	106,49
Mayo	135,12
Junio	146,39
Julio	155,26
Agosto	143,14
Septiembre	109,50
Octubre	75,54
Noviembre	44,83
Diciembre	29,52

9.2. Necesidades de riego

Para determinar las necesidades de riego se debe realizar un balance hídrico, entendido este como la diferencia entre al agua perdida por la planta y el agua ganada de manera natural, a través de la precipitación, así pues, consideramos que:

$$Nn = ET_c \cdot K1 - P_e$$

Donde:

Nn: necesidades netas del cultivo (mm/mes)

ET_c: evapotranspiración del cultivo (mm/mes)

K1: coeficiente de localización

Por otra parte P_e entendida como precipitación efectiva viene dada por distintas ecuaciones dependiendo de la cantidad de precipitación mensual, tras realizar los cálculos, se han obtenido las siguientes necesidades netas:

Tabla 4. Necesidades netas mensuales del aguacate

MES	Necesidades netas (mm/mes)
Enero	2,23
Febrero	14,25
Marzo	10,94
Abril	39,97
Mayo	56,46
Junio	68,56
Julio	79,54
Agosto	73,30
Septiembre	39,03
Octubre	15,38
Noviembre	0,00
Diciembre	3,50

Una vez determinadas las necesidades netas del cultivo, se procede a calcular las necesidades brutas, teniendo en cuenta la eficiencia de aplicación y requerimientos de lixiviación. En el caso de la eficiencia de aplicación, al tratarse de riego localizado en superficie consideramos tomar como dato una eficiencia de 0,9 (EA=0,9).

$$Nb = \frac{Nn}{EA}$$

Obteniendo unas necesidades brutas de:

Tabla 5. Necesidades brutas mensuales del aguacate

MES	Necesidades brutas(mm/día)
Enero	2,48
Febrero	15,84
Marzo	12,15
Abril	44,41
Mayo	62,73
Junio	76,18
Julio	88,37
Agosto	81,45
Septiembre	43,36
Octubre	17,09
Noviembre	0,00
Diciembre	3,88

9.3. Programación y parámetros del riego

Se ha optado por el uso de emisores autocompensantes UNIRAM 16120 con un caudal de 3,5 l/h, obteniendo la siguiente programación del riego:

Tabla 6. Programación y parámetros del riego

Mes	Necesidades Totales (l/día y planta)	Número de riegos por semana	Intervalo entre riegos	Tiempo de riego (h)
Enero	1,8	1	7,0	0,44
Febrero	12,6	1	7,0	3,14
Marzo	8,7	2	3,5	1,09
Abril	32,9	3	2,3	2,74
Mayo	45,0	3	2,3	3,75
Junio	56,4	5	1,4	2,82
Julio	63,4	5	1,4	3,17
Agosto	58,4	5	1,4	2,92
Septiembre	32,1	2	3,5	4,02
Octubre	12,3	1	7,0	3,06
Noviembre	0,0	1	7,0	0,00
Diciembre	2,8	1	7,0	0,70

10. Diseño hidráulico

10.1. Subunidades de riego

Una vez conocidas las necesidades de riego se deben diseñar las subunidades de riego, así como la red de distribución en la finca. Así pues, se ha realizado el dimensionado de los laterales y las tuberías terciarias de cada subunidad mediante el criterio económico y de velocidad, para así obtener los diámetros más adecuados y a la vez más económicos. Obteniendo los siguientes resultados (véase *Anejo Diseño hidráulico* para mayor información)

- Características del emisor: Se ha optado por el uso de emisores autocompensantes UNIRAM 16120 con un caudal de 3,5 l/h.
- Características del lateral: para las tuberías encargadas de integrar los emisores se utilizarán laterales de polietileno de baja densidad (PE 32) con una presión máxima de trabajo de 5 bar (UNE 53367), siendo su diámetro nominal DN16 (Diámetro interior de 14,2 mm y espesor de 0,9mm).
- Características de la terciaria: PVC UNE EN 1452 PN6

Tabla 7. Resumen de subunidades

SUBUNIDAD	CAUDAL (l/h)	P_{oLMD}/γ (m.c.a.)	P_{oT}/γ (m.c.a.)	DN(mm)	Di(mm)
S.1.	5.159	12,73	18,94	32	27,2
S.2.	3.010	11,90	18,45	25	22
S.3.	3.024	10,50	11,86	32	27,2
S.4.	6.699	12,54	14,10	40	34
S.5.	7.206,5	10,70	13,01	40	34
S.6.	7.105	11,26	13,49	40	34
S.7.	8.312,5	11,07	14,46	40	34
S.8.	8.008	11,07	13,92	40	34

10.2. Red de transporte

Una vez diseñadas y dimensionadas las subunidades de riego en la superficie de nuestra finca, procedemos al diseño de la red de transporte.

Esta se define como el conjunto de elementos (bombas, tuberías, filtros, etc) cuyo objeto es el tratamiento, transporte y distribución del agua de riego desde el punto de alimentación (Depósito o Hidrante) hasta el inicio de cada una de las subunidades, garantizando en todas estas los requerimientos de caudal y presión para su correcto funcionamiento.

Se han realizado un total de 3 sectores, para garantizar en ellos el caudal necesario (dadas las características del hidrante)

Tras los correspondientes cálculos, se han obtenido los siguientes resultados:

Tabla 8. Resumen red de transporte

LÍNEA	Longitud (m)	AH _{1-j} (m.c.a.)	Di(mm)	DN(mm)	Di(mm)	h _r (m.c.a.)	$\frac{P_i}{\gamma}$ (m.c.a.) En el nudo (-)	v (m/s)
1	268	8,66	72,74	90	81,4	2,55	33,05	0,871
2		9,00	72,74	90	81,4	8,09	24,96	0,871
3	44	0,75	40,35	50	46,8	1,70	24,00	1,319
4	51	-0,75	32,10	40	37	2,66	20,59	1,333
5	68,3	5,58	36,38	50	45,2	4,38	29,77	1,683
5.1	68,3	6,55	47,33	63	59	2,00	32,14	1,455
5.2	68,3	5,58	47,32	63	59	3,12	31,03	1,658
6	56	7,95	42,05	50	46,8	6,19	27,36	2,312
6.1	56	6,98	43,59	63	59	2,55	29,88	1,658
7	74	7,98	43,17	63	59	3,37	27,51	1,658
8	67,5	8,35	40,76	50	46,8	7,47	20,28	2,312
9	94	8,97	30,77	40	37	11,19	16,77	2,069

11. Cabezal de riego

Se entiendo como cabezal de riego el conjunto de elementos (tuberías, bombas, filtros, etc.) necesarios para satisfacer el funcionamiento de una red de riego, así pues, en nuestro caso se ha optado por la instalación de dicho cabezal en una caseta existente de 7x7 metros instalando en su interior un equipo de filtrado, un equipo de fertirrigación, el hidrante (ya existente), y las correspondientes válvulas de mariposa, antirretorno, reguladores de presión, manómetros, depósitos de fertilizantes y ácido y electroválvulas. (véase *Anejo VI. Cabezal de riego*)

11.1. Filtrado

En cuanto al filtrado, se han seleccionado distintos dispositivos para retener las posibles partículas de materia orgánica o inorgánica que puedan obstruir las tuberías.

Aguas arriba, en la Comunidad de Regantes, se realiza un prefiltrado para eliminar las partículas de mayor tamaño, llegando a nuestra instalación con partículas pequeñas pero que aún pueden obstruir nuestras conducciones.

Así pues, se opta por la instalación de dos hidrociclones en paralelo, encargados de separar partículas de arenas y limos, de un tamaño mayor de 0,1 mm. Se ha elegido el modelo HIGH FLOW de la casa comercial GAER®.

Por otra parte, para el filtrado de elementos de menor tamaño se ha optado por la disposición de filtros de anillas en paralelo, estos filtros compuestos por anillas ranuradas son los encargados de retener partículas de menor tamaño.

Así, tras consultar catálogos de fabricantes, se han seleccionado dos filtros de anilla a disponer en paralelo de la casa comercial Regaber, Compact SKS 2”.

11.2. Fertirrigación

Conocidas las necesidades de fertilización se ha podido dimensionar los equipos de fertirrigación, entendido como los depósitos necesarios para abastecer la red como la bomba inyectora necesaria.

En nuestro caso se ha elegido una bomba dosificadora electromagnética ITC con un caudal máximo de suministro de 9 l/h.

Por otra parte, se dispondrán en la caseta del cabezal dos depósitos de polietileno 100 y 350 litros para los distintos fertilizantes a utilizar.

11.3. Otros elementos del cabezal

Se han instalado otros elementos en el cabezal tales como válvulas, filtros o depósitos de fertilizantes.

12. Resumen del presupuesto

Capítulo	Importe
Capítulo 1 ACTUACIONES PREVIAS	16.980,86
Capítulo 2 RED DE TRANSPORTE	2.779,01
Capítulo 3 SUBUNIDADES	6.538,02
Capítulo 4 CABEZAL DE RIEGO	4.662,66
Capítulo 5 MATERIAL VEGETAL	37.294,95
Presupuesto de ejecución material	68.255,50
13% de gastos generales	8.873,22
6% de beneficio industrial	4.095,33
Suma	81.224,05
21% IVA	17.057,05
Presupuesto de ejecución por contrata	98.281,10

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de **NOVENTAY OCHO MIL DOSCIENTOS OCHENTAY UN EUROS CON DIEZCÉNTIMOS.**

En València a 29 de Julio de 2018,

Fdo. Victor Altés Gaspar

