

Proyecto de Plantación y Puesta en Riego con Tecnología Solar Fotovoltaica de 10 ha de Cultivo de Aloe Vera y Stevia en Régimen Ecológico en la Finca “La Portuguesa”, Término Municipal de Dos Hermanas (Sevilla).



Tutor:  
Gregorio Egea Cegarra

Firma:

Autor:  
Justo Puerto Gómez

Firma:

Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de Aloe Vera y Stevia en la finca “La Portuguesa” perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla).

## **-ÍNDICE GENERAL-**



## DOCUMENTO I. MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

<b>MEMORIA</b>	<b>7</b>
<b>1. ANTECEDENTES</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETO DEL PROYECTO</b>	<b>8</b>
<b>3. ANÁLISIS Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Directrices del problema</b>	<b>8</b>
3.1.1. Objetivos del promotor	9
3.1.2. Finalidad del proyecto	9
<b>3.2. Condicionantes derivados</b>	<b>9</b>
<b>3.3. Criterios de diseño</b>	<b>10</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LA FINCA</b>	<b>10</b>
<b>4.1. Localización y superficie</b>	<b>10</b>
<b>4.2. Climatología</b>	<b>11</b>
4.2.1. Parámetros climáticos	11
4.2.2. Clasificación agroclimática de Papadakis	11
<b>4.3. Edafología y geología de la finca</b>	<b>12</b>
<b>4.4. Agua de riego</b>	<b>12</b>
<b>5. INGENIERÍA DEL PROYECTO</b>	<b>13</b>
<b>5.1. Planificación y diseño de la plantación</b>	<b>13</b>
5.1.1. Justificación de la plantación y tipo de plantón	13
5.1.2. Sistema de cultivo	14
5.1.3. Diseño de la plantación	14
5.1.3.1. Marco de plantación	14
5.1.4. Preparación del terreno	15
5.1.4.1. Labores previas	15
5.1.4.2. Parcelación	15
5.1.4.3. Construcción de los lomos	15
5.1.5. implantación del cultivo	16
5.1.5.1. Replanteo	16
5.1.5.2. Plantación	16
5.1.5.3. Colocación de las tuberías porta-emisores y malla plástica geotextil anti-adventicias	16
5.1.6. Proceso de conversión a producción ecológica	17
<b>5.2. Técnicas de cultivo</b>	<b>17</b>
5.2.1. Manejo del suelo	17
5.2.2. Fertilización	18
5.2.3. Plagas y enfermedades	18
5.2.4. Cosecha	19
5.2.5. Riego	20

5.2.6. Calendario de labores	20
<b>5.3. Maquinaria</b>	<b>21</b>
<b>6. INGENIERÍA DE LAS OBRAS</b>	<b>23</b>
<b>6.1. Sistema de riego</b>	<b>23</b>
6.1.1. Descripción general	23
6.1.2. Red de conducciones y emisores de riego	23
6.1.3. Cabezal de riego	23
6.1.4. Equipo de bombeo	24
<b>6.2. Obras y estructuras</b>	<b>24</b>
6.2.1. Caseta de bombeo	24
6.2.2. Estructura soporte de los paneles solares	25
<b>6.3. Energía eléctrica</b>	<b>25</b>
<b>7. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y VIABILIDAD DEL PROYECTO</b>	<b>26</b>
7.1. Indicadores económicos	26
7.2. Viabilidad del proyecto	26
<b>8. PRESUPUESTO GENERAL.</b>	<b>26</b>
<b>9. EQUIPO REDACTOR Y FIRMAS</b>	<b>27</b>
<b>ANEJOS A LA MEMORIA</b>	
ANEJO 1. DATOS Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	28
ANEJO 2. ANÁLISIS DE SUELO	42
ANEJO 3. ANÁLISIS DE AGUA	54
ANEJO 4. MATERIAL VEGETAL	64
ANEJO 5. DISEÑO DE LA PLANTACIÓN	75
ANEJO 6. TÉCNICAS DE CULTIVO	89
ANEJO 7. MAQUINARIA	137
ANEJO 8. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO	153
ANEJO 9. DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO	175
ANEJO 10. FERTIRRIGACIÓN	195
ANEJO 11. OBRAS Y ESTRUCTURAS	207
ANEJO 12. ENERGÍA ELÉCTRICA	220
ANEJO 13. ESTUDIO ECONÓMICO	232

---

## **DOCUMENTO II. PLANOS**

---

- PLANO 1. SITUACIÓN 1:50000
- PLANO 2. SITUACIÓN 1:10000
- PLANO 3. TOPOGRÁFICO
- PLANO 4. EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS
- PLANO 5. SITUACIÓN PREVIA/POSTERIOR
- PLANO 6. RED DE TUBERÍAS Y SECTORES DE RIEGO
- PLANO 7. RED DE DISTRIBUCIÓN
- PLANO 8. ZANJAS Y ARQUETAS DE RIEGO
- PLANO 9. CASETA DE BOMBEO
- PLANO 10. PLANTA, ALZADO Y PERFIL DE LA ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS PANELES SOLARES

---

## **DOCUMENTO III. PLIEGO DE CONDICIONES**

---

- No se adjunta -

---

## **DOCUMENTO IV. PRESUPUESTOS**

---

<b>1. MEDICIONES</b>	262
<b>2. CUADRO DE PRECIOS</b>	268
<b>2.1. Cuadro de precios nº1</b>	268
<b>2.2. Cuadro de precios nº2</b>	274
<b>3. PRESUPUESTOS PARCIALES</b>	280
<b>4. RESUMEN DE PRESUPUESTO</b>	288
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	290

## **DOCUMENTO I. Memoria y Anejos a la Memoria**

Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10,6 ha de Aloe Vera y Stevia en la finca "La Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla)

**-Memoria-**



## **1. ANTECEDENTES.**

La finca en la que se va a realizar el proyecto está compuesta por cinco parcelas que en total suman 100 ha. Todas estas parcelas se han usado anteriormente para la producción de cultivos extensivos (trigo y girasol principalmente) en régimen productivo de agricultura convencional. En el interior de la finca existen una serie de edificaciones e instalaciones, de las cuales se prevé utilizar algunas para la realización de este proyecto.

En concreto, este proyecto se centra en una de estas parcelas anteriormente mencionadas, de 10 ha de superficie y que se encuentra colindante a las edificaciones e instalaciones de la finca.

## **2. OBJETO DEL PROYECTO.**

Este proyecto, satisfaciendo la demanda del propietario-promotor, diseña una nueva explotación de carácter ecológico basada en cultivos novedosos como el aloe y la stevia, buscando el distanciarse de los típicos cultivos tradicionales y sobre explotados de la zona.

En el proyecto se diseña también la puesta en riego de dicha parcela, recurriendo a técnicas novedosas y de bajo impacto ambiental como es el riego solar, junto con el dimensionado de una caseta para el riego. Por otra parte, cabe remarcar que la nueva plantación se realizará sobre lomos recubiertos por malla plástica geotextil.

El objetivo y requisito es diseñar una plantación moderna de carácter ecológico que conviva con el medio agrario produciendo el menor impacto posible y que a la vez sea rentable económicamente. De tal manera, se busca que esto le dé un valor añadido a la producción, favoreciendo el desarrollo rural de la zona y ayudando a la recuperación del agroecosistema considerablemente degradado por las prácticas de la agricultura convencional.

## **3. ANÁLISIS Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

### **3.1. Directrices del problema.**

Actualmente, la finca "La Portuguesa", cuenta con unas 100 hectáreas de superficie cultivable dedicadas a la producción extensiva bajo régimen de agricultura convencional. Bajo este régimen, el beneficio producido en la finca se obtiene principalmente de los pagos provenientes de las subvenciones recibidas por la PAC, que junto a la gran superficie de la que cuenta la finca, consiguen que esta sea rentable. Se ha estudiado los beneficios que se obtendrían de esta finca eliminando el aporte monetario proveniente de dicha subvención, teniéndose que el beneficio

obtenido de la venta de la producción apenas cubre los gatos en insumos y mano de obra de la campaña.

La problemática principal de este tipo de explotación es la fuerte dependencia de estas subvenciones para que el modelo productivo sea rentable para el propietario, ya que el producto obtenido posee un bajo valor de venta.

Por otra parte, existen otra serie de problemas detectados a raíz del tipo de agricultura establecido en la finca. En primer lugar, tenemos el alto requerimiento y dependencia de insumos ajenos a la finca, que se precisan anualmente para el correcto desarrollo de los cultivos. Esta dependencia se atribuye principalmente al consumo en abonos y fitosanitarios. En relación a lo anterior, se tiene una degradación del sustrato de la finca, bajo en materia orgánica y carente de nutrientes, así como el deterioro del agroecosistema donde se incluyen tanto fauna como flora.

### **3.1.1. Objetivos del promotor.**

El principal objetivo del promotor es el de establecer un modelo de producción alternativo dentro de su finca. Este nuevo modelo, buscará tanto el aumentar el valor añadido del producto obtenido, mediante la incorporación de un nuevo modelo de producción y la utilización de nuevas tecnologías más respetuosas con el agroecosistema. Como la recuperación de la superficie de cultivo deteriorada durante los posteriores años.

Es objetivo primordial el asegurar la rentabilidad del proyecto, evitando la dependencia de subvenciones para que el modelo productivo sea rentable y dimensionar una instalación versátil que pueda usarse en el futuro para otros fines.

### **3.1.2. Finalidad del proyecto.**

Por tanto, la finalidad de este proyecto se centra en satisfacer las necesidades del promotor, basándose en resolver la problemática de la finca. Para ello, se tendrá en consideración todo lo relacionado con esta, es decir, superficie disponible, características climáticas del entorno, características de suelo y agua, recursos e instalaciones disponibles. De tal manera, se diseñará una explotación alternativa dentro de la finca, con cultivos y régimen de producción diferentes a los ya existentes en la finca y recurriendo a nuevas tecnologías que ayuden a disminuir las necesidades de insumos producidas a lo largo de la explotación.

## **3.2. Condicionantes derivados.**

Es un condicionante impuesto por el promotor, el establecer la nueva plantación dentro de una de las parcelas de la finca. Esta parcela es la situada al nor-oeste, junto al cortijo, contando con una superficie de unas 10ha.

Por otra parte, se precisa de un modelo de producción que asegure un mayor valor del producto obtenido, en cuanto a esto, el promotor requiere que se realice un modelo de producción para acreditar el producto obtenido como ecológico, es decir, realizar el diseño de la nueva plantación basándose en el modelo de producción de la agricultura ecológica.

Debido al actual estado del suelo, es condición necesaria recurrir a cultivos que no sean excesivamente exigentes en cuanto a nutrientes se refiere, ya que se busca con la implantación de esta nueva plantación el aumentar la fertilidad del suelo paulatinamente a lo largo de la vida del proyecto. De tal manera se ha optado por el aloe y la stevia.

### **3.3. Criterio de diseño.**

Para el diseño del proyecto, se ha seguido un criterio que busque la disminución en lo posible de la inversión realizada por el promotor, pero que garantice la versatilidad de la explotación y las instalaciones proyectadas. Por otra parte, se ha seguido un criterio conservador a la hora de establecer los costes y beneficios que se generarán en la explotación para asegurar su rentabilidad.

Así pues, se han barajado los posibles diseños de la explotación, concluyendo al final en la elección de las estrategias que garanticen una mayor eficiencia en el desarrollo de la explotación.

## **4. DESCRIPCIÓN DE LA FINCA.**

### **4.1. Localización y superficie.**

La finca "La Portuguesa" se encuentra entre el término municipal de Dos Hermanas y el de Alcalá de Guadaíra (Sevilla). Se accede a la finca continuando por la calle del cerro Blanco, incorporándose a la antigua carretera Dos Hermanas-Utrera (SE-426). A 0,5 km desde la salida de Dos Hermanas.

Sus coordenadas son latitud: 37°16'03,89"N; y longitud: 5°53'56,40"O.

La superficie es de 10,6 ha y se sitúa dentro del término municipal de Dos Hermanas (Sevilla), en la zona de campiña entre los términos municipales de Dos Hermanas y Utrera. Zona donde tradicionalmente se producen cereales, girasol, olivar y algodón.

El reparto de la superficie en su interior de cara a la realización del proyecto queda tal y como se muestra en la Tabla 1.

Uso	Superficie (ha)
Stevia	2,24
Stevia	2,73
Aloe	2,6
Aloe	2,41
Caminos	0,62

**Tabla 1.** Superficie ocupada en la finca por cada uso.

## 4.2. Climatología.

### 4.2.1. Parámetros climáticos.

Tras el estudio realizado (Anejo 1), tal y como cabía esperar, el tipo de clima que rige la zona a estudio resultó ser de tipo mediterráneo. Este clima se caracteriza por inviernos lluviosos y de temperaturas moderadas, veranos calurosos y secos, con otoños y primaveras variables, tanto en temperaturas como en precipitaciones.

Es por eso que este clima no limita el cultivo de las especies objetivo. En cuanto al Aloe Vera y la Stevia, decir que uno de sus factores más limitantes son las heladas, las cuales son muy escasas en este tipo de clima, por lo que no se esperan grandes problemas producidos por este factor. Otro aspecto importante es la temperatura óptima a la que estos cultivos se desarrollan, que oscila en ambos entre los 10 y los 30°C, resistiendo temperaturas máximas de 45°C y mínimas de 3°C. Por lo que en cuanto a temperatura no se prevén problemas.

En cuanto al tema de las precipitaciones, otro aspecto importante es el encharcamiento continuado del suelo, que puede dañar a ambos cultivos, sobre todo al Aloe. Pero según hemos visto no se producen grandes periodos de lluvias muy intensas, por lo que en principio no debe de ser una preocupación. Hay que tener en cuenta el periodo de meses secos, ya que en esta franja será obligatorio el riego, siendo aconsejable durante todo el año, sobre todo en el caso de la Stevia, para no ver mermada la capacidad de desarrollo de los cultivos.

### 4.2.2. CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA DE PAPADAKIS.

La clasificación climática de Papadakis utiliza en su desarrollo valores referidos a temperaturas extremas y no a temperaturas medias. Es por esto que sus valores se consideran más representativos para definir zonas aptas para determinados cultivos. Además el régimen hídrico se caracteriza a partir del balance de agua en el suelo frente a la mera consideración de las precipitaciones medias que utilizan otras clasificaciones.

Papadakis clasifica el régimen térmico en función del tipo de invierno y el tipo de verano. Por tanto, teniéndose un invierno tipo **Ci** y un verano tipo **G**, por tanto el

régimen térmico de la finca es **Su** (Subtropical cálico). El régimen hídrico que corresponde al clima de la zona a estudio es de tipo **Me** (Mediterráneo seco). Finalmente, a partir del régimen térmico e hídrico, Papadakis identifica la unidad climática para este caso como **Mediterráneo** (Anejo 1).

#### **4.3. EDAFOLOGÍA Y GEOLOGÍA DE LA FINCA.**

Tanto la Stevia como el Aloe coinciden en la necesidad de tener suelos bien drenados. En cuanto a las **Propiedades Físicas**, como se ha descrito en el Anejo 2, la textura del suelo de la finca (Arcillo-arenosa) junto con el bajo nivel de sodio, propiciarán que no existan problemas de textura y estructura que conlleven a un encharcamiento del suelo. Esto junto con la construcción de lomos para los cultivos, nos asegurará que no se produzcan problemas debidos a las propiedades físicas del suelo sobre los cultivos.

Por otra parte, en referencia a las **Propiedades Químicas**, tenemos que mencionar el escaso nivel de materia orgánica del suelo y su elevado estado de mineralización. Este escaso nivel de materia orgánica está acarreado la deficiencia de algunos nutrientes como es el caso del potasio o el fósforo, esenciales para los cultivos. Pese a que tanto el aloe como la stevia son catalogados como cultivos pocos exigentes en nutrientes, conviene mejorar dicho nivel de materia orgánica. Ya que en la agricultura ecológica, donde no se puede basar la estrategia fertilizadora en la aplicación de compuestos minerales de síntesis, se hace casi obligatorio tener una buena fertilidad en el suelo, que sea capaz de cubrir las necesidades nutricionales de los cultivos o gran parte de ellas.

A modo de conclusión, podemos decir que hemos visto que no existen mayores problemas relacionados con las propiedades químicas, como podrían ser pH extremo, salinidad o sodicidad. Por tanto podemos concluir en que los cultivos se desarrollen de una manera adecuada atendiendo a estos factores y teniendo en cuenta las medidas correctoras que se proponen en el Anejo 2.

#### **4.4. AGUA DE RIEGO.**

El agua que se utilizará para riego no presenta problemas para el cultivo de la Stevia y el Aloe, tal y como se ha determinado en la interpretación del análisis de agua realizada en el Anejo – 3.

Podemos concluir que, a rasgos generales, el agua no presenta grandes problemas para su uso. Encontrándose como principal riesgo, la formación de precipitados y la obturación de los emisores de riego. Pero tras realizar las pertinentes recomendaciones correctoras para este problema, no se esperan más incidencias en la utilización de la misma para regar los cultivos.

A todo lo anterior, ha de sumarse el filtrado. Es muy importante que a la hora de proyectar la instalación sea diseñado un sistema de filtrado que evite futuros problemas de obturación de emisores y componentes. Éstos pueden darse a causa de la existencia en el agua de sólidos en suspensión, microorganismos o materia orgánica.

## **5. INGENIERÍA DEL PROYECTO.**

### **5.1. Planificación y diseño de la plantación.**

#### **5.1.1. Justificación de la plantación y tipo de plantón.**

Las variedades elegidas son *Aloe Barbadensis Miller* y Eriete para el aloe y la stevia respectivamente. Las razones principales de la elección de estas variedades son, en primer lugar, la mayor concentración en aloínas que posee la variedad *Aloe Barbadensis Miller* respecto al resto de especies de aloe, siendo la sustancia más valorada actualmente en el mercado del aloe. Por lo que es la única variedad producida en la península a nivel comercial. Por otra parte, en cuanto a la variedad Eriete, se ha concluido que es la variedad que presenta mejores características en cuanto a nivel de glucósidos en hoja y características productivas dentro de las variedades de stevia. Tal y como se recoge en el Anejo 4, de material vegetal.

Se ha optado por recurrir a la utilización de esquejes para la realización de la nueva plantación, ya que como se ha explicado, la tasa de germinación de semilla del aloe es muy baja y no se recomienda la utilización de estas para nuevas plantaciones. Por otra parte, como se comentó en el Anejo 4, de material vegetal, las semillas de stevia tienen el inconveniente de no mantener las características de la planta madre, por tanto, no es recomendable recurrir a ellas si se precisa de unas características previamente buscadas en una variedad en concreto, ya que no quedan aseguradas las propiedades de la planta madre.

Por tanto, la adquisición de material certificado debe de hacerse bajo las condiciones más estrictas. La identificación, la sanidad y la pureza varietal tanto de las plantas madres, como las obtenidas de esta, han de haber sido certificadas mediante inspección del organismo correspondiente. Pese al incremento que el uso de este tipo de material puede generar en el presupuesto del presente proyecto, se optará por esta opción. Muy probablemente tal inversión esté justificada dadas las posibles inversiones que se tendrían que efectuar en un futuro si el material vegetal usado para la plantación arrastrara problemas sanitarios. Reponer marras de forma masiva, establecer una enfermedad en el suelo antes libre de ella o hacer endémica una plaga son riesgos que bajo ningún caso se deben correr.

Por otra parte, el material vegetal también debe poseer la certificación como ecológico, dado que la plantación que se diseña se encuentra bajo este sistema de

cultivo, conforme a lo expuesto en el Reglamento Europeo de Agricultura Ecológica (R. (CE nº 834/2007 del Consejo, de 28 de junio de 2007).

Como se ha mencionado, quedan recogidos los detalles sobre el material vegetal a utilizar en la explotación en el Anejo 4 de este proyecto.

### **5.1.2. Sistema de cultivo.**

A la hora de establecer un sistema de cultivo, tenemos que atender principalmente al marco donde este se engloba, es decir, la agricultura ecológica. Es por esto, que se hace indispensable fijar las bases de diseño en lo recogido en los reglamentos europeos, para poder recibir la calificación de producción ecológica. Sin embargo, no bastará con ceñirse exclusivamente a la normativa si lo que se pretende es establecer un agroecosistema en equilibrio con la fauna y la flora con la que convivirá y que a su vez, responda a lo que se espere de él en cuanto a producción. Es por esto que debemos de fijarnos en la relación entre el cultivo, el suelo y el agua, así como lo relacionado con el biotopo en el que el proyecto se ubicará.

### **5.1.3. Diseño de la plantación.**

En la zona donde se proyecta la explotación, se crearán cuatro parcelas similares en superficie, dos de ellas de aloe en un marco de 1x1,7m. Mientras en las otras dos se plantará la stevia, con dos hileras de plantas con marco de 0,25x0,3m dentro del lomo y 1,5m entre lomos. Sobre los lomos se colocará una malla plástica geotextil de color negro. Bajo esta malla se colocarán las tuberías porta-emisores.

En el Anejo 5, se desarrolla con detalle el diseño de la plantación.

#### **5.1.3.1. Marco de plantación.**

Son muchos los aspectos a tener en cuenta a la hora de elegir un marco de plantación que a la vez optimice el espacio, rentabilice al máximo la inversión, no suponga problemas en el manejo, ni exija una carga excesiva al medio edáfico. Se procede a continuación a enumerar los factores que se consideran más importantes:

- Iluminación.
- Disponibilidad de agua.
- Mecanización.
- Estado sanitario y plagas.
- Equilibrio con el ecosistema, disponibilidad de nutrientes y sostenibilidad.
- Orografía.

Tras un análisis de la situación, teniendo en cuenta los recursos disponibles, el sistema de cultivo y la experiencia en fincas similares, se toma la decisión de utilizar un marco

de plantación de  $1 \times 1,7 \text{ m}^2$  (5900 plantas/ha) para el aloe y  $0,25 \times 0,3 \text{ m}^2$  dentro del lomo y 1,5 m de distancia entre lomo para la stevia (66000 plantas/ha).

En cuanto a la disposición de los cultivos, estos se orientaran las líneas de cultivo en dirección noreste, que coincide con la linde de la finca y facilita la disposición de las líneas de cultivo en función de la forma de la misma, asegurando también una mayor interceptación de radiación solar por nuestros cultivos y evitando posibles problemas de sombreo.

#### **5.1.4. Preparación del terreno.**

##### **5.1.4.1. Labores previas.**

Las labores previas a realizar, van encaminadas a facilitar la construcción de los lomos, descompactar el suelo para un rápido desarrollo radicular de los cultivos y contribuir a aumentar la fertilidad de este. Por tanto, se realizará uno o dos pases cruzados de grada a una profundidad de unos 30 cm, que faciliten la construcción de los lomos.

Por otro lado, existen otros trabajos previos a la plantación y a la construcción de los lomos. En primer lugar, está el trazado y acondicionado de los caminos que atraviesan y rodean la finca, los cuales permitirán el tránsito a través de ella de la maquinaria necesaria tanto para los trabajos de establecimiento de la explotación, como para su manejo. El Plano 4 muestra cómo se distribuirá la red de caminos.

##### **5.1.4.2. Parcelación.**

La finca se dividirá en 4 parcelas que estarán limitadas entre sí por medio de los caminos. Esto facilitará el manejo de la explotación al verse favorecido el tránsito a lo largo de la misma, lo que repercutirá en un correcto funcionamiento logístico. En el Plano 4 (Emplazamiento de las obras) se puede apreciar cómo queda el resultado final.

##### **5.1.4.3. Construcción de lomos.**

En el Anejo 5, de diseño de la plantación, se concluye el marco de la nueva plantación, así como la orientación de las líneas de cultivo. Por tanto, los ejes de los lomos han de seguir esta misma orientación (Noreste) y mantener una separación de 1,7m para el aloe y 1,5m para la stevia.

Los lomos serán de 30 cm de altura y 50 cm de anchura en la parte superior, con suaves pendientes hasta su base. En total tendrán una anchura de 80 cm. Se construirán con tierra perteneciente al horizonte superficial del terreno, previo acondicionamiento de este, mediante el uso de un apero alomador remolcado por un tractor de gran potencia.



### **5.1.5. Implantación del cultivo.**

#### **5.1.5.1. Replanteo.**

Previo al enterrado de las tuberías de riego y la construcción de los lomos se ha de replantar sobre el terreno su ubicación exacta. Estos datos se han de coordinar íntimamente con los que se utilizarán para la plantación, una correcta alineación de los cultivos facilitará el manejo posterior de estos.

#### **5.1.5.2. Plantación.**

La plantación del aloe se realiza de manera manual recurriendo a operarios de campo. Para ello en primer lugar se realizarán cepas de 15 a 20 cm de profundidad mediante azada, en el lomo de los caballones y a la distancia anteriormente descrita.

Dentro de la cepa se coloca el plantón de aloe y se tapa con tierra hasta la corona, apisonando después la tierra alrededor de la planta, para evitar que queden bolsas de aire.

De manera similar se realizará la plantación de la stevia, ya que hoy día no existe en la zona maquinaria para realizar esta labor.

Por ello, los operarios realizaran cepas poco profundas de 10-15 cm mediante azada, introducirán los plantones de stevia dentro de las cepas y taparan hasta el cuello de la planta, teniendo en cuenta apisonar levemente alrededor de la misma para evitar que queden bolsas de aire.

Al tratarse de una explotación bajo regadío, no será necesario realizar la plantación antes de que se establezcan las lluvias, es decir en otoño, por eso se optará por una fecha en la que no existan riegos de heladas, ya que los plantones, en especial los de stevia, son muy sensibles a las mismas. Por ello la plantación se realizará en primavera, en el mes de marzo.

#### **5.1.5.3. Colocación de las tuberías porta-emisores y malla plástica geotextil anti-adventicias.**

Tras la plantación, aún quedan dos operaciones más para terminar de establecer la nueva plantación. En primer lugar, se han de colocar las tuberías porta-emisores (laterales) en las filas de cultivo. Una vez instalado por completo el sistema de riego y habiéndose comprobado su correcto funcionamiento, se procede a la colocación de la malla plástica sobre los lomos.

Al haberse proyectado la plantación sobre lomos, surge un inconveniente entre las bondades que puede suponer su utilización, siendo este la dificultad del control de las adventicias. Por otro lado, estas tuberías porta-emisores, para poder manejar correctamente la cubierta sin producir daños en las gomas, estas tendrían que estar

enterradas o ser quitadas cada vez que se fuera a realizar cualquier trabajo. Cualquiera de los factores anteriormente citados supondría una inversión y trabajo extra. Por tanto, se propone la utilización de una malla plástica geotextil que se colocaría sobre los lomos, quedando las tuberías porta-emisores bajo ella. Para colocarla se enterrarán los bordes de esta bajo los bordes del lomo (ver Anejo 5).

El empleo de esta malla negra como técnica de acolchado reporta otros importantes beneficios, como por ejemplo, un uso más eficiente del agua del suelo, lo que permitirá obtener un ahorro sustancial en el consumo de agua de riego, ya que esta se espera que actuará como barrera ante la evaporación de agua en el suelo.

#### **5.1.6. Proceso de conversión a producción ecológica.**

En el Anejo 5 (Diseño de la Plantación), se expone el proceso a seguir a la hora de realizar la conversión a producción ecológica del proyecto. Concluyéndose en la inscripción de la finca a conversión ecológica el primer año del proyecto. Por lo que el proceso de conversión durará dos años, siendo en el tercer año de vida del proyecto en el que se alcanzará la certificación de producción ecológica de la cosecha de la explotación. Se comenta aquí la posible problemática que puede existir a la hora de realizar dicha conversión, fuertemente ligada a la recuperación del suelo y los bajos rendimientos que se prevén debido a esto los primeros años de cultivo.

### **5.2. Técnicas de cultivo.**

#### **5.2.1. Manejo del suelo.**

En cuanto al manejo del suelo, paralelamente al recubrimiento de los lomos con malla plástica geotextil expuesto, se ha propuesto la utilización de una cubierta vegetal sembrada que, entre otras cosas, supondría el aumento de la fertilidad del suelo, sería una herramienta eficaz en la lucha contra plagas y ayudaría a conservar el agua del suelo. Las especies que se utilizarán, Veza (*Vicia sativa*) y Mostaza Blanca (*Sinapsis alba*), compondrán una rotación bianual (abierta a modificaciones). La cubierta se controlará tres veces al año: en primer lugar mediante un pase de desbrozadora a finales de Febrero o principios de Marzo. Un segundo control se realizará antes de la entrada del verano, es decir, final de abril o principios de mayo, mediante un pase de cultivador entre líneas de cultivo que buscará controlar los rebrotes del primer control y enterrar los restos de la cubierta en el suelo. El último control se realizará a final de verano, es decir, principios de septiembre, también recurriendo a un pase de cultivador.

#### **5.2.2. Fertilización.**

La fertilización es otro de los aspectos claves del manejo de cultivo, directamente relacionado con la fertilidad del suelo y con el manejo de la cubierta vegetal. En el

Anejo 6, se ha estudiado la evolución de los nutrientes en un año medio de producción, obteniéndose que según lo estimado, con el aporte de nutrientes de la cubierta vegetal quedaran cubiertas las necesidades de los cultivos en cuanto a nitrógeno y fósforo. Quedando pues carencias de potasio. A pesar de que el aporte continuado de materia orgánica procedente de la cubierta vegetal debería favorecer el paso de este elemento a la solución del suelo, es importante mantener una vigilancia en su fertilización.

Por otra parte, en el Anejo 10 (Fertirrigación), se ha elaborado un plan de incorporación de materia orgánica en forma de humus líquido a razón de dos aplicaciones anuales de 40l/ha cada una. Se persigue con esto aumentar la fertilidad del suelo y abastecer de nutrientes a los cultivos en los momentos de más requerimiento.

### **5.2.3. Plagas y Enfermedades.**

Actualmente, según la información recogida en fincas productoras, no existe una plaga o enfermedad de real importancia en nuestra zona para los cultivos de este proyecto. Esto puede deberse a que su incorporación en nuestra zona es relativamente reciente, por lo que aún no se han podido establecer junto a los cultivos como pasa en los cultivos típicos del sur peninsular. Pese a esto, se han recopilado las principales plagas y enfermedades que se han detectado en fons productoras extranjeras y algunas de nuestra zona, con el fin de comprender sus ciclos biológicos, comportamiento, síntomas, daños y debilidades. Estos conocimientos se hacen imprescindibles para su adecuado manejo, ya que al tratarse de un cultivo ecológico, llevar un control integrado de los patógenos es esencial.

Por último, se han establecido las pautas a seguir para el control integral de estos patógenos en la explotación. Atendiendo a los siguientes puntos:

- Material vegetal.
- Densidad de siembra.
- Labores de cosecha y extracción de hijuelos.
- Inspecciones.
- Materia orgánica.
- Control biológico.
- Compuestos orgánicos e inorgánicos.

En el Anejo 6, se desarrolla con detalle el diseño del control integrado y la descripción de las plagas y enfermedades.

#### 5.2.4. Cosecha.

La cosecha, si no la más, es una de las operaciones más importantes en cualquier finca productora. Aunque se halla puesto especial cuidado en mantener la salud y la fertilidad de la explotación, con el objetivo de obtener un producto de calidad acompañado de una buena cantidad de cosecha, un mal manejo de esta puede dar al traste con el buen trabajo de todo un año. Esto no sólo influiría en la pérdida de valor de la cosecha, sino incluso repercutir en la producción del año siguiente. Como se ha visto, la cosecha es importante incluso en el manejo de plagas y enfermedades.

Ya que actualmente no existe un criterio en cuanto a los parámetros buscados en la producción de aloe y stevia, se optará por buscar la mayor cantidad de producto obtenido sin descuidar la calidad. De esta forma se ha descrito el proceso a seguir a la hora de realizar la recolección de los cultivos.

En cuanto al aloe, se ha concluido en la realización de dos cortes al año a partir del segundo año de cultivo, uno sobre marzo y otro en octubre. Se dejará entre ambos cortes unos 6 meses de espaciamiento, tiempo en el cual se ha estimado la maduración de nuevas hojas de aloe. El criterio a seguir en la recolección de hojas de aloe es simple, buscándose aquellas que son consideradas como maduras, esto es, que posean un peso aproximado de entre 700 a 900 gramos. El método en la recolección es manual mediante una espátula o cuchillo, ya que actualmente no existe maquinaria para la realización de esta labor.

Por otra parte, la stevia seguirá un proceso de recolección mecanizado, mediante un pase de segadora. El proceso de cosecha de este cultivo es similar al de la alfalfa, realizándose varios cortes al año de la misma. En principio, se aseguran dos cortes al año, uno a finales de septiembre o principios de octubre y otro a mediados de mayo. En fincas productoras, se ha observado la posibilidad de un tercer corte durante el verano, en función de la calidad del desarrollo del cultivo en la finca. En principio, en este proyecto solo se contemplarán los dos cortes citados anteriormente, siguiendo un criterio conservador. Hay que destacar que el criterio a seguir a la hora de realizar el corte es que las plantas hayan adquirido un tamaño aproximado de 50 a 60 cm.

En cuanto al proceso de post-cosecha, en lo referido al aloe poco hay que decir, ya que las industrias transformadoras de este buscan la hoja fresca recogida directamente de la planta. En cuanto a la stevia, es necesario un proceso de deshojado y secado de hoja para la comercialización de la cosecha. Este proceso de secado se realizará en una nave existente en la finca, que actualmente no tiene uso. Una vez secado el material, este se procederá a ser deshojado mediante métodos manuales.

En el Anejo 6, se desarrolla con detalle los momentos y métodos de cosecha de ambos cultivos.

### 5.2.5. Riego.

El riego se realizará conforme a las necesidades establecidas en el Anejo 8, de diseño agronómico del riego. Se divide la finca en 12 sectores de riego conforme a la capacidad del pozo y al tiempo de riego disponible diario. Hay que tener en cuenta que al estar el riego alimentado por paneles solares, el tiempo de utilización de la instalación de riego no supone un gasto de energía de la red, por tanto no generará costes de utilización. De tal manera que se ha buscado aprovechar el máximo número de horas disponibles para el riego, sectorizando así lo máximo que los parámetros han permitido. De esta manera, se espera reducir el gasto en cuanto a las tuberías conductoras, ya que los caudales necesarios en cada sector se hacen menores.

La instalación estará dimensionada para satisfacer las máximas necesidades de los cultivos. En la Tabla 2, se muestran las dosis de riego estimadas para un año medio.

$\frac{\text{mm}}{\text{mes}}$	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total $\frac{\text{mm}}{\text{año}}$
Dr	-	-	6,92	38,46	14,91	110,15	115,26	67,95	40	-	-	-	393,65

**Tabla 2.** Dosis de riego cubriendo la demanda estimada (D,) a lo largo de un año medio.

Por otra parte, en ningún momento se ha tenido en cuenta, tanto en el balance hídrico como en el cálculo directo de la evapotranspiración del cultivo, el efecto que pudiera tener el manejo del suelo, fundamentado en el uso de un acolchado de malla plástica de material geotextil de color negro y un control de la cubierta vegetal sembrada. Por ello, en principio cabría esperar que esto supusiera por un lado, una disminución de la evapotranspiración debida al uso del acolchado y al manejo de la cubierta (segado en primavera) y por otro, una "retención" del agua acumulada en el suelo debida también al manejo de la cubierta (pase de cultivador a principios de verano).

### 5.2.6. Calendario de labores.

La Tabla 3 muestra de manera aproximada, un calendario de labores que se espera realizar a lo largo de un año, considerando que los cultivos se encuentran en plena producción.

Mes	Trabajos
Enero	
Febrero	Extracción de hijuelos del aloe Siega cubierta vegetal
Marzo	Tratamiento fitosanitario preventivo (si procede) Cosecha aloe Salida de reposo invernal de la stevia
Abril	Control de cubierta vegetal y enterrado mediante cultivador
Mayo	Cosecha stevia Tratamiento fitosanitario preventivo (si procede)
Junio	Aplicación de humus líquido
Julio	Cosecha de stevia (si procede) Análisis foliar
Agosto	Extracción de hijuelos del aloe
Septiembre	Control de cubierta vegetal y enterrado mediante cultivador Comienzo de floración de la stevia Cosecha stevia
Octubre	Siembra cubierta vegetal Cosecha aloe Aplicación de humus líquido
Noviembre	Tratamiento fitosanitario preventivo (si procede) Entrada en reposo invernal de la stevia
Diciembre	

**Tabla 3.** Distribución de los trabajos a lo largo de un año.

### 5.3. Maquinaria.

Siempre y cuando esté justificado económicamente, la finca debe poder solventar por sí misma las labores básicas que se hayan de realizar en la finca. No sólo por la agilidad y eficiencia en los trabajos que ello supone, sino también porque su realización por parte del personal propio supone que éstos se encuentren en continua formación,

desarrollando capacidad para enfrentarse a diferentes problemas y aumentando su versatilidad, pudiendo entonces la explotación rentabilizar las ventajas que tiene poseer personal cualificado. Para ello será necesaria la adquisición de determinada maquinaria y la utilización de maquinaria que ya existe en la finca. Estas se enumeran en la Tabla 4, junto con la labor principal que desempeñarán.

Tarea		Maquinaria	Requiere tractor (sí/no)
-	Remolcado y accionado de aperos	Tractor	-
Recolección		Segadora	sí
Pulverización	Tratamientos foliares	Pulverizador	sí
Trasporte de diversa mercancías		Remolque	sí
Manejo del suelo	Roturación capa superficial del suelo	Cultivador	sí
	Incorporación de restos		
-	Siega cubierta vegetal	Motodesbrozadora de mano	no
Abonado	Estercolado	Remolque repartidor	sí
-	Limpieza, llenado ruedas y pintado	Compresor	sí
	Movimiento de material	Pala y cuernos	sí

**Tabla 4.** Tareas y maquinaria necesaria para realizarla.

Aparte de la enumeración y descripción de los aperos necesarios, sus características y costes, en el Anejo 7 de maquinaria, se ha hecho hincapié tanto en el mantenimiento de éstos, como en la importancia de cumplir las normas establecidas en seguridad y salud.

## **6. INGENIERÍA DE LAS OBRAS.**

### **6.1. Sistema de riego.**

#### **6.1.1. Descripción general.**

El sistema de riego será de Riego de Alta Frecuencia. Estará formado por el equipo de bombeo alimentado por paneles solares, el cabezal de riego, la red de distribución soterrada, los porta-laterales y los porta-emisores.

Se ha dimensionado en base a la situación más desfavorable, es decir, para el mes de mayores necesidades hídricas (junio  $N_b = 3,96$  mm/día).

Constará de una red de distribución soterrada, más un sistema de tuberías porta-emisores que llevarán el agua hasta las plantas. La red de distribución partirá del cabezal de riego, que es donde se encuentra el equipo de filtrado y el resto de componentes, como son las válvulas y el programador. El cabezal estará alimentado por un equipo de bombeo alimentado por la energía producida por los paneles solares, que ha de poder trabajar a la potencia necesaria satisfactoriamente.

#### **6.1.2. Red de conducciones y emisores de riego.**

La instalación proyectada consta de tuberías, ramales o laterales porta-emisores de polietileno de baja densidad de 12 mm de diámetro (diámetro interior de 11,8 mm) y 2,1 atmósferas de presión de trabajo. Los goteros son integrados y autocompensantes (intervalo de autocompensación de 0,4 a 2,1 atm).

Las tuberías porta-laterales o porta-ramales serán de PVC a 6 atm. Se insertará una tubería porta-emisores a cada lado de la tubería porta-lateral. Coincidiendo con la separación entre filas de cultivo, es decir, 1,7 m y 1,5 m para el aloe y la stevia respectivamente. En total habrá dos porta-emisores en cada inserción, uno para cada fila de cultivo. La red de distribución también es de PVC a 6 atm. Toda la conducción de PVC (tuberías porta-laterales y red de distribución) irá soterrada, para evitar la degradación por el sol.

Los detalles de los cálculos, así como las longitudes totales, los diámetros y las características de las zanjas se encuentran detallados tanto en los Planos 6, 7 y 8 (Red de Tuberías y Sectores de Riego), como en el Anejo 9, de diseño hidráulico del riego.

#### **6.1.3. Cabezal de riego.**

Los principales componentes de los que constará el cabezal de riego son los siguientes:

- Válvula antirretorno.
- Manómetros.



- Filtro de arena
- Tanque e inyector de abonos.
- Filtro de mallas.
- Regulador de presión.
- Programador.

Los filtros de arena irán colocados, en paralelo, en el cabezal antes del tanque de incorporación de abonos. Es decir, irá a continuación de la bomba de riego. El filtro de malla irá colocado tras los filtros de arena y depósito de fertilizantes para retener las impurezas y precipitados que puedan contener o provocar los abonos.

El tanque de incorporación de abonos se utilizará para la realización del aporte de humus líquido, así como para los tratamientos de ácido nítrico necesarios para asegurar la no obturación de los goteros. Por otra parte, como se comentó en el Anejo 10, de fertirrigación, puede ser necesario la realización de un abonado más específico una vez se valoren los verdaderos requerimientos nutricionales de los cultivos.

#### **6.1.4. Equipo de bombeo.**

La presión máxima de trabajo de la instalación es la correspondiente al gotero más desfavorable del hidrante 'a', y cuyo valor es de 41,4 m.c.a. (Anejo 9). En función de esta presión, que ha sido obtenida valorando la altura geométrica y las pérdidas de carga de los elementos singulares y filtros, se ha dimensionado la bomba. A partir de esto se ha elegido un conjunto de controlador y bomba centrifuga sumergible para riego solar PSk2-9 C-SJ30-7 de la marca LORENTZ. La potencia nominal de la bomba es de 10kw, y según lo estudiado en el anejo 9, se espera que esta trabaje a 7,3kw de potencia máxima para suministrar el caudal máximo requerido.

### **6.2. Obras y estructuras.**

#### **6.2.1. Caseta de bombeo.**

La caseta alojará el equipo del cabezal y la bomba. Tendrá unas dimensiones de 5x5m, el techo será a un agua, con una altura máxima de 3,20m y una mínima de 2,50m. Los muros serán de fábrica de ladrillo perforado con techo de chapa sobre correas metálicas y suelo de hormigón armado. De la caseta partirán la tubería principal y los cables que conducen la señal eléctrica hacia las electroválvulas. Los detalles de la construcción de este elemento se plasman en el Anejo 11 y en el Plano 9.

#### **6.2.2. Estructura soporte de los paneles solares.**

La estructura soporte de los paneles solares será de tipo lineal, dividida en dos estructuras que portarán cada una 22 paneles en disposición vertical. Esta estructura consta de perfiles portantes de aluminio 6082T6 PS 250, donde se fijarán los paneles.

Estos perfiles se unirán entre sí mediante un conjunto guía de conexión de perfiles, que a su vez se fijarán a soportes triangulares en ángulo de inclinación de 35°.

Se han estudiado las acciones del viento y la nieve para el dimensionado de la estructura, sobre todo la acción del viento en cuanto a vuelco o levantamiento de la misma, y se ha concluido en la necesidad de establecer unos lastres de hormigón de 0,5x1m de superficie y 0,35m de canto, de masa 366kg. En dichos lastres se anclará la estructura mediante tornillos perforantes y estos se situarán directamente sobre el terreno. En el Anejo 11 y Plano 10 se detallan las características de la estructura.

### **6.3. Energía eléctrica.**

La energía eléctrica que alimentará el sistema de riego será la producida por los paneles solares. De tal manera, la instalación constará de un total de 44 paneles solares de 265w de potencia nominal cada uno. Estos paneles se dispondrán en dos líneas de 22 paneles conectados en serie mediante línea monofásica. Estas dos líneas se conectarán al controlador de la bomba en paralelo. Hay que mencionar que entre las líneas de los paneles y el controlador de la bomba se instalará un interruptor de corriente, para evitar peligros por sobre tensiones. Luego desde el controlador saldrá una línea trifásica que se conectará a la bomba y se encargará de alimentarla, desde aquí también saldrá el cableado hacia la sonda de la bomba y el resto de elementos.

Se espera que se genere una potencia máxima, coincidiendo con el mes de máximos requerimientos, de 11kw, dicha potencia es la medida bajo condiciones estándar y que en la realidad es casi imposible de conseguir, debido a una serie de pérdidas que se producen por factores externos y propios de la instalación. De tal manera que la potencia máxima real que suministrará la instalación se ha estimado en 7,93kw. Habiéndose comprobado que dicha potencia es suficiente para el correcto funcionamiento de la instalación.

Las características de los elementos del sistema (paneles solares, elementos de la instalación, características eléctricas, etc) se encuentran recogidos y detallados en el Anejo 12.

## **7. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y VIABILIDAD DEL PROYECTO.**

### **7.1. Indicadores económicos.**

Para la realización del proyecto se precisarán 349.421,97€, que serán financiados por una entidad bancaria mediante un crédito de 11 años al 9% de interés. Siendo la cuota anual a pagar al banco durante los 11 años pactados de 51.346€.

El VAN (Valor Actual Neto) obtenido en los cálculos realizados en el Anejo 13 (Estudio Económico) asciende a la cifra de 88.013,28 €, con un TIR del 12,9% (siendo el TIE del 9%).

## 7.2. Viabilidad del proyecto.

Al ser el VAN mayor que cero y el del TIR superior al del TIE, consideraremos el proyecto como viable y rentable.

## 8. PRESUPUESTO GENERAL.

A continuación se adjunta el resumen del presupuesto, calculado detalladamente en el Documento IV (Presupuesto).

### RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	Sistema de Riego.....	36.669,26	15,11
2	Plantación.....	191.440,67	78,89
3	Electrificación.....	9.811,07	4,04
4	Maquinaria.....	4.750,00	1,96
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>242.671,00</b>	
	13,00% Gastos generales.....	31.547,23	
	6,00% Beneficio industrial.....	14.560,26	
	SUMA DE G.G. y B.I.	46.107,49	
	21,00% I.V.A.....	60.643,48	
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>349.421,97</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>349.421,97</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS VEINTIUN EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

, a 12 de diciembre de 2016.

El promotor

La dirección facultativa

## **9. EQUIPO REDACTOR Y FIRMAS.**

El presente proyecto ha sido redactado íntegramente por el estudiante de Grado en Ingeniería Agronómica Justo Puerto Gómez:

En Sevilla, a 10 de enero de 2016.

Firma:

-ANEJO 1-

## **DATOS Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA**



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>31</b>
<b>2. DATOS CLIMÁTICOS</b>	<b>31</b>
<b>3. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO</b>	<b>32</b>
<b>4. CLASIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE PAPADAKIS</b>	<b>33</b>
<b>4.1. Tipo de invierno</b>	<b>33</b>
<b>4.2. Tipo de verano</b>	<b>33</b>
<b>4.3. Régimen térmico</b>	<b>36</b>
<b>4.4. Régimen hídrico</b>	<b>36</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUCCIÓN.

Los datos climáticos presentados a continuación corresponden a la estación climática del Aeropuerto de Sevilla. Siendo esta la estación más próxima a la localidad donde se encuentra la finca del proyecto (Dos Hermanas). Con los cuales podremos analizar de manera aproximada las características climáticas de la zona.

A continuación se muestran las características de la estación seleccionada:

<b>Estación Meteorológica de Sevilla Aeropuerto</b>	
Período	1981-2010
Altitud (m)	34
Latitud	37º 25' 0''
Longitud	5º 52' 45''

**Tabla 1.** Características de la Estación Meteorológica de Sevilla Aeropuerto, provincia de Sevilla (Agencia Estatal de Meteorología).

## 2. DATOS CLIMÁTICOS.

En la tabla que se acompaña a continuación, se muestran los principales datos climáticos recogidos por la estación anteriormente descrita.

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I	t'	T
Enero	10.9	16.0	5.7	66	71	6.1	0.0	0.4	2.7	1.8	11.2	183	1.0	10.9
Febrero	12.5	18.1	7.0	50	67	5.8	0.0	0.5	3.0	0.7	7.9	189	1.5	12.5
Marzo	15.6	21.9	9.2	36	59	4.3	0.0	0.6	2.3	0.0	8.6	220	5.3	15.6
Abril	17.3	23.4	11.1	54	57	6.1	0.0	1.4	1.4	0.0	6.0	238	7.1	17.3
Mayo	20.7	27.2	14.2	30	53	3.7	0.0	1.2	0.7	0.0	6.9	293	10.2	20.7
Junio	25.1	32.2	18.0	10	48	1.3	0.0	0.7	0.2	0.0	12.9	317	14.0	25.1
Julio	28.2	36.0	20.3	2	44	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	21.1	354	16.5	28.2
Agosto	27.9	35.5	20.4	5	48	0.5	0.0	0.4	0.2	0.0	18.7	328	16.0	27.9
Septiembre	25.0	31.7	18.2	27	54	2.4	0.0	0.8	0.5	0.0	10.3	244	14.3	25.0
Octubre	20.2	26.0	14.4	68	62	6.1	0.0	1.2	2.4	0.0	7.8	216	9.9	20.2
Noviembre	15.1	20.2	10.0	91	70	6.4	0.0	0.9	2.1	0.0	8.0	181	4.9	15.1
Diciembre	11.9	16.6	7.3	99	74	7.5	0.0	0.8	3.0	0.5	8.4	154	2.3	11.9
Año	19.2	25.4	13.0	539	59	50.5	0.0	9.1	18.7	3.2	129.0	-	-	19.2

**Tabla 2.** Datos Climáticos de la Estación de Sevilla Aeropuerto, provincia de Sevilla (Agencia Estatal de Meteorología).



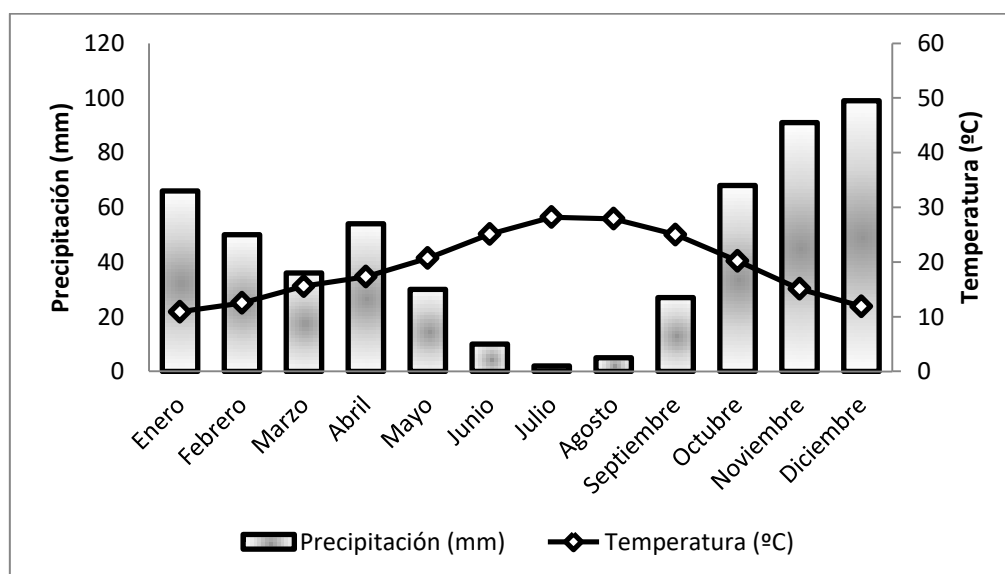
Leyenda de la tabla:

- T** Temperatura media mensual/anual (°C)
- TM** Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
- Tm** Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
- R** Precipitación mensual/anual media (mm)
- H** Humedad relativa media (%)
- DR** Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
- DN** Número medio mensual/anual de días de nieve
- DT** Número medio mensual/anual de días de tormenta
- DF** Número medio mensual/anual de días de niebla
- DH** Número medio mensual/anual de días de helada
- DD** Número medio mensual/anual de días despejados
- I** Número medio mensual/anual de horas de sol
- t'** Temperatura media mensual/anual de las mínimas absolutas

### **3. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO.**

El gráfico que se muestra a continuación (Gráfico 1) muestra el diagrama ombrotérmico.

Para este tipo de gráficos, se considerará un mes como árido si la precipitación (mm) es dos veces inferior a la temperatura (°C). Si por el contrario es superior se considerará semihúmedo; y será húmedo si la precipitación supera en tres veces a la temperatura. Se llama periodo seco al periodo comprendido por los meses áridos. De tal manera obtenemos que



**Gráfico 1.** Diagrama Ombrotérmico de la Estación Meteorológica de Sevilla Aeropuerto.

## **4. CLASIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE PAPADAKIS.**

La clasificación Climática de Papadakis se considera la más aconsejable a la hora de definir zonas aptas para los cultivos; ya que se basa en valores de temperatura extremos, y no en temperaturas medias. Por otro lado el balance hídrico está referido al balance de agua en el suelo, y no a las precipitaciones medias.

Según esta clasificación las principales características que afectan a la viabilidad de los cultivos son:

- Tipo de invierno
- Tipo de verano
- Régimen hídrico.

A continuación se procederá al cálculo de cada uno de estas características:

### **4.1. Tipo de Invierno:**

El tipo de invierno es un parámetro que nos da una idea de la dureza de la época más fría. Para definirlo tendremos que buscar el mes más frío del año, en nuestro caso Enero.

<b>Mes más frío del año (Enero)</b>	
Temperatura media de las mínimas absolutas (t')	1,0 °C
Temperatura media de las mínimas diarias (Tm)	5,7 °C
Temperatura media de las máximas diarias (TM)	16°C

**Tabla 3.** Parámetros meteorológicos del mes más frío (Enero).

Según estos valores, se obtiene que el tipo de invierno es **Ci (Citrus citrus)**, ya que se cumple que  $-2,5 < t' < 7$  y  $10 < TM < 21$  °C en el mes más frío.

### **4.2. Tipo de Verano:**

Para saber el tipo de verano, Papadakis define tres periodos referentes a las heladas. Los cuales se muestran a continuación:

- EMLH: Estación Media Libre de Heladas.
- EDLH: Estación Disponible Libre de Heladas.
- EmlH: Estación mínima Libre de Heladas.

Los periodos anteriores se delimitan mediante la temperatura media de las mínimas absolutas ( $t'$ , tabla 2) suponiendo que éstas se producen el día primero del mes cuando la marcha de las temperaturas es ascendente y el último día del mes cuando disminuyen. Los valores de  $t'$  establecidos por Papadakis para delimitar cada uno de dichos periodos se muestran a continuación:

- EMLH:  $t' > 0^{\circ}\text{C}$
- EDLH:  $t' > 2^{\circ}\text{C}$
- EmlH:  $t' > 7^{\circ}\text{C}$

Pasaremos pues a calcular la duración de cada periodo:

**EMLH:** Como podemos observar en la tabla 2; todos los datos son superiores a  $0^{\circ}\text{C}$ . Por tanto la duración de este periodo será de 12 meses.

**EDLH:** Como se comentó anteriormente, Papadakis supone que  $t'$  se da el primer día del mes cuando la marcha de la temperatura es ascendente. Por tanto tendríamos que el 1 de Febrero la temperatura es de  $1,5^{\circ}\text{C}$ ; ya que el 1 de Marzo tendría una temperatura de  $5,3^{\circ}\text{C}$ , tendremos que interpolar para averiguar qué día de Febrero alcanza los  $2^{\circ}\text{C}$ .

$$\Delta t' = 5,3 - 1,5 = 3,8 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad 2^{\circ}\text{C} - t'(\text{febrero}) = 2 - 1,5 = 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{array}{l} 1,5 \rightarrow 29 \text{ días} \longrightarrow \\ 0,5 \rightarrow X \text{ días} \longrightarrow \end{array} \quad \begin{array}{l} \longrightarrow \\ \nearrow \end{array} \quad X = 9,67 \approx 10 \text{ días}$$

Por tanto podemos decir que la EDLH comienza el 10 de Febrero (día juliano 41).

De la misma manera, cuando la marcha de las temperaturas es descendente se considera que  $t'$  corresponde al último día del mes. Teniéndose entonces una  $t'$  de  $2,3^{\circ}\text{C}$  el 31 de Diciembre y una  $t'$  de  $1,0^{\circ}\text{C}$  el 31 de Enero. Por tanto el día en que se alcancen los  $2^{\circ}\text{C}$  será:

$$\Delta t'_{31 \text{ dic} \rightarrow 31 \text{ ene}} = 1 - 2,3 = -1,3 \qquad t'(\text{enero}) - 2^{\circ}\text{C} = 1 - 2 = -1^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{array}{l} -1,3 \rightarrow 32 \text{ días} \longrightarrow \\ -1 \rightarrow X \text{ días} \nearrow \end{array} X = 24,61 \text{ días} \approx 25 \text{ días}$$

Es decir el final de la EDLH coincide con el día 24 de Enero (día juliano 24).

Por tanto la duración de EDLH es de:

$$41 - 24 = 17 \text{ días} \rightarrow 365 \text{ días/año} - 17 \text{ días} = 348 \text{ días}/30 \text{ (días/mes)} = 11,6 \text{ meses.}$$

**EmlH:** Para el primer periodo se procederá de igual manera que con el EDLH. Considerándolo con marcha de la temperatura ascendente, así pues vemos que el primer valor de  $t'$  en superar los  $7^{\circ}\text{C}$  se da el primer día de abril ( $7,1^{\circ}\text{C}$ ) y teniendo en cuenta que el primer día de marzo se tienen  $5,3^{\circ}\text{C}$ . Por lo que el día que se llegará a los  $7^{\circ}\text{C}$  será:

$$\Delta t'_{1 \text{ mar} \rightarrow 1 \text{ abr}} = 7,1 - 5,3 = 1,8 \text{ }^{\circ}\text{C} \qquad 7^{\circ}\text{C} - t'(\text{marzo}) = 7 - 5,3 = 1,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{array}{l} 1,8 \text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 31 \text{ días} \longrightarrow \\ 1,7 \text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow X \text{ días} \nearrow \end{array} X = 29,27 \text{ días} \approx 29 \text{ días}$$

Es decir, la estación mínima libre de heladas comenzará el día 29 de Marzo (día juliano 88).

De manera similar, en el segundo periodo se consideran las temperaturas como descendentes. Por tanto el 31 de Noviembre es el primer día que se baja de  $7^{\circ}\text{C}$  según los datos de  $t'$ , siendo su valor de  $4,9^{\circ}\text{C}$  y el 31 de Octubre es el último dato por encima de dicho valor con una temperatura de  $9,9^{\circ}\text{C}$ . Así pues el día en que se alcancen los  $7^{\circ}\text{C}$  será:

$$\Delta t'_{31 \text{ oct} \rightarrow 31 \text{ nov}} = 4,9 - 9,9 = -5^{\circ}\text{C} \qquad t'(\text{noviembre}) - 7^{\circ}\text{C} = 4,9 - 7 = -2,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{array}{l} -5^{\circ}\text{C} \rightarrow 31 \text{ días} \longrightarrow \\ -2,1^{\circ}\text{C} \rightarrow X \text{ días} \nearrow \end{array} X = 13,02 \text{ días} \approx 13 \text{ días}$$

Por tanto, la estación mínima libre de heladas finaliza el día 12 de Noviembre (día juliano 316). De tal manera que la duración de la EmlH es de:

$$316 - 88 = 228 \text{ días} \rightarrow \text{EmlH} = (228 \text{ días}) / (30 \text{ días/mes}) = 7,6 \text{ meses}$$

A continuación se recopilan los datos necesarios para la determinación del tipo de verano, entre los cuales aparecen los periodos anteriormente calculados y datos climáticos procedentes de la tabla 2.

<b>Tipo de Verano (datos necesarios)</b>	
Estación Media Libre de Heladas (EMLH)	12 meses
Estación Disponible Libre de Heladas (EDHL)	11,6 meses
Estación Mínima Libre de Heladas (EmlH)	7,6 meses
Media de temperaturas medias de máximas de los 2 meses más cálidos (TM <sub>2</sub> )	35,7 °C
Media de temperaturas medias de máximas de los 4 meses más cálidos (TM <sub>4</sub> )	33,8 °C
Media de temperaturas medias de máximas de los 6 meses más cálidos (TM <sub>6</sub> )	31,4 °C
Temperatura media de las máximas diarias del mes más cálido (TM)	36,0 °C
Temperatura media de las mínimas diarias del mes más cálido	20,3 °C
Media de temperaturas medias de mínimas de los 2 meses más cálidos (Tm <sub>2</sub> )	20,3 °C

**Tabla 4.** Parámetros meteorológicos necesarios para la determinación del tipo de verano.

Ya que se cumple que  $EmlH > 4,5$ ,  $TM_6 > 25$  y  $TM > 33,5$  °C, tenemos que estamos ante un verano de tipo **Gossypium cálido**, es decir **verano G**.

### 4.3. Régimen Térmico:

Papadakis clasifica el régimen térmico en función del tipo de invierno y el tipo de verano. Por tanto, teniéndose un invierno tipo **Ci** y un verano tipo **G**, el régimen térmico es **Su (subtropical cálido)**.

### 4.4. Régimen Hídrico:

Pasamos en este punto a definir el régimen hídrico del clima de la zona, o lo que es lo mismo, la cantidad de agua natural disponible para las plantas. Se calculará a través de

dos índices: el Índice de Humedad anual (Ih) y la Lluvia de Lavado Anual (Ln), que se calcularán más adelante.

Se definirán a continuación los parámetros necesarios para el estudio de la evolución mes a mes del agua en el suelo:

**Precipitación Media (P):** Las medidas mensuales de precipitación media se tomarán de la tabla 2. Nótese que en dicha tabla se recogen los datos bajo la letra R, y a continuación nos referiremos a ella como P.

**Evapotranspiración Potencial (ETP):** Es el valor de agua que se pierde tanto por evaporación del agua de la superficie del suelo, como la pérdida por la transpiración de la planta.

Calcularemos la ETP mediante un método matemático que usa los datos medibles del clima, dicho método es el de **FAO-Penman-Monteith** que es el actualmente recomendado (Ordovás et al. 2008). La fórmula por la que se rige es la siguiente:

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

Dónde:

ET: Evapotranspiración (mm/día).

T: Temperatura media del aire a 2m de altura (°C).

G: densidad del flujo de calor hacia el suelo ( $Mj \cdot m^{-2} \cdot día^{-1}$ ).

$R_n$ : Radiación neta en la superficie del cultivo ( $Mj \cdot m^{-2} \cdot día^{-1}$ ).

$\gamma$ : Coeficiente psicrométrico ( $kPa \cdot °C^{-1}$ ).

$\Delta$ : pendiente de la curva que relaciona la tensión de vapor en saturación y la temperatura ( $kPa \cdot °C^{-1}$ ).

$u_2$ : Velocidad del viento medido a 2m de altura ( $m \cdot s^{-1}$ ).

$e_a$ : tensión de vapor del aire (kPa).

$e_s$ : tensión de vapor en saturación del aire (kPa).

$(e_s - e_a)$  déficit de tensión de vapor del aire, medido a 2m de altura (kPa).

Mediante este método se puede calcular la ETP para periodos que oscilen entre 10 a 31 días a partir de datos climáticos medios de Temperatura (T), humedad del aire (H), velocidad del viento (u) y radiación neta.

**Reserva de agua en el suelo (R).** Se produce reserva de agua en el suelo cuando la precipitación de un mes es superior a la evapotranspiración. Por lo contrario, cuando la evapotranspiración es superior a las precipitaciones, se reducirá la reserva de agua en el suelo. El valor de R oscilará entre 0 y 100 mm, ya que se consideran estos los límites de almacenamiento de agua del suelo. De tal forma vemos que la reserva del mes i ( $R_i$ ), en función de la del mes anterior ( $R_{i-1}$ ), será:

$$\text{Si } 0 < R_{i-1} + (P_i - ETP_i) < R_{\max} = 100 \text{ mm} \rightarrow R_i = R_{i-1} + (P_i - ETP_i);$$

$$\text{Si } R_{i-1} + (P_i - ETP_i) \geq R_{\max} = 100 \text{ mm} \rightarrow R_i = R_{\max} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Si } 0 \geq R_{i-1} + (P_i - ETP_i) \rightarrow R_i = 0$$

Se establecen dos suposiciones posibles para el cálculo de la reserva de agua. En el caso de que la evapotranspiración potencial anual sea mayor que la precipitación anual, se supone que la reserva en el suelo es nula al final del periodo seco. En el caso en el que la precipitación anual supere a la evapotranspiración potencial anual, se supone que después del periodo húmedo la reserva del suelo es máxima.

Se establece aparte otro parámetro adicional ETR (evapotranspiración real), con el que se cuantifica la cantidad real de agua que se evapora. Es decir:

$$\text{Si } ETP_i < P_i + R_{i-1} \rightarrow ETR_i = ETP_i;$$

$$\text{Si } ETP_i > P_i + R_{i-1} \rightarrow ETR_i = P_i + R_{i-1}$$

**Índice de humedad mensual ( $Ih_i$ ).** Este índice se calcula mediante la expresión:

$$Ih_i = \frac{(P_i + R_{i-1})}{ETP_i}$$

En función de los valores que se adquieran de este índice, los meses se clasificarán hídricamente tal como se muestra en la tabla 5.

Clasificación según índice de humedad mensual	
Seco (S)	$Ih_i < 0,5$
Intermedio (I)	$0,5 < Ih_i < 1$
Posthúmedo (PH)	$1 < Ih_i; P_i < ETP_i$
Húmedo (H)	$1 < Ih_i; ETP_i < P_i$

Tabla 5. Clasificación de los meses según su índice de humedad.

**Lluvia de lavado mensual ( $Ln_i$ ).** Según Papadakis solo se producirá lluvia de lavado los meses húmedos, siendo su valor el siguiente:

$$Ln_i = P_i - ETP_i$$

Una vez definidos todos los parámetros encargados de definir el régimen hídrico de la zona, pasaremos calcularlos y recopilarlos en la tabla 6.

Balance de agua en el suelo												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$ETP_i \left(\frac{mm}{mes}\right)$	33,9	45,4	75,8	102,8	144,1	159,2	168,3	163,3	106,2	73,4	41,4	34,2
$P_i \left(\frac{mm}{mes}\right)$	66	50	36	54	30	10	2	5	27	68	91	99
$R_i \left(\frac{mm}{mes}\right)$	100	100	60,2	5,4	0	0	0	0	0	0	49,6	100
$ETR_i \left(\frac{mm}{mes}\right)$	33,9	45,4	75,8	102,8	35,4	10	2	5	27	68	41,4	34,2
$Ih_i$	4,90	3,30	1,79	1,12	0,25	0,06	0,01	0,03	0,25	0,93	2,20	4,35
Tipo de mes	H	H	PH	PH	S	S	S	S	S	I	H	H
$Ln_i (mm)$	32,1	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	49,6	64,8

Tabla 6. Balance hídrico según Papadakis.



Una vez obtenidos todos los parámetros necesarios del balance hídrico; se han de calcular los índices anteriormente citados para clasificar en base al régimen hídrico el clima de la zona. Estos índices son:

**Índice de humedad anual (Ih).** Que se obtiene de la relación existente entre la precipitación anual recibida y la evapotranspiración potencial anual.

$$Ih = P_{\text{anual}} / ETP_{\text{anual}} \rightarrow Ih = 539 / 1148 = \mathbf{0,47}$$

**Lluvia de lavado anual (Ln).** Este valor recoge la suma de las lluvias de lavado que se producen en los meses húmedos anualmente.

$$Ln = \sum(P_i - ETP_i) \rightarrow Ln = 32,1 + 4,6 + 49,6 + 64,8 = \mathbf{151,1 \text{ mm}}$$

**Régimen Hídrico.** Siguiendo los valores de los índices calculados anteriormente obtenemos que según Papadakis, nuestro régimen hídrico es de tipo **Me (Mediterráneo seco)**, ya que se cumple que  $Ln < 0,2ETP_{\text{anual}}$ ,  $0,22 < Ih < 0,88$  y en al menos uno de los meses con media de máximas (TM) superior a 16°C se cumple que  $P_i + R_{i-1} > ETP_i$ .

**Unidad Climática.** Finalmente, mediante el régimen térmico **Su (Subtropical cálido)** e hídrico **Me (Mediterráneo seco)** podemos obtener la unidad climática que describe Papadakis, en este caso **Mediterráneo**.

## **5. Conclusiones:**

Del estudio realizado se observa que el clima como se suponía es de tipo mediterráneo. Este clima se caracteriza por inviernos lluviosos y de temperaturas moderadas, veranos calurosos y secos, con otoños y primaveras variables, tanto en temperaturas como en precipitaciones.

Es por eso que este clima no limita el cultivo de las especies objetivo. En cuanto al Aloe Vera y la Stevia, decir que uno de sus factores más limitantes son las heladas, las cuales son muy escasas en este tipo de clima, por lo que no se esperan grandes problemas producidos por este factor. Otro aspecto importante es la temperatura

óptima a la que estos cultivos se desarrollan, que oscila en ambos entre los 10 y los 30°C, resistiendo temperaturas máximas de 45°C y mínimas de 3°C. Por lo que en cuanto a temperatura no se prevén problemas.

En cuanto al tema de las precipitaciones, otro aspecto importante es el encharcamiento continuado del suelo, que puede dañar a ambos cultivos, sobre todo al Aloe. Pero según hemos visto no se producen grandes periodos de lluvias muy intensas, por lo que en principio no debe de ser una preocupación. Hay que tener en cuenta el periodo de meses secos, ya que en esta franja será obligatorio el riego, siendo aconsejable durante todo el año, sobre todo en el caso de la Stevia, para no ver mermada la capacidad de desarrollo de los cultivos.

-ANEJO 2-

## **ANÁLISIS DE SUELO**



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>45</b>
<b>2. RESULTADO DE LA ANALÍTICA</b>	<b>45</b>
<b>3. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS</b>	<b>45</b>
<b>3.1. Propiedades físicas</b>	<b>45</b>
3.1.1. Textura	45
3.1.2. Estructura	46
3.1.3. Otros parámetros físicos	46
<b>3.2. Propiedades químicas</b>	<b>47</b>
3.2.1. pH	47
3.2.2. Capacidad de Intercambio Catiónico	47
3.2.3. Porcentaje de Saturación de Bases	47
3.2.4. Porcentaje de Sodio Intercambiable	48
3.2.5. Relación entre cationes	49
3.2.6. Contenido en carbonatos	49
3.2.7. Contenido en materia orgánica y relación C/N	49
<b>4. MEDIDAS CORRECTORAS</b>	<b>51</b>
<b>4.1. Carencia de fósforo</b>	<b>51</b>
<b>4.2. Carencia de potasio</b>	<b>51</b>
<b>4.3. Materia orgánica</b>	<b>52</b>
<b>4.4. Clorosis férrica</b>	<b>52</b>
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el siguiente anejo estudiaremos las características del suelo de la finca, atendiendo a sus propiedades tanto físicas como químicas. Para así poder llevar a cabo un planteamiento correcto en cuanto a lo que se refiere a factores que intervienen con el medio edáfico, tales como abonados, riegos, desarrollo radicular del cultivo, etc.

Para ello usaremos una analítica realizada hace 2 años por el propietario de la finca, hecha con la intención de conocer el estado del suelo para una posible implantación de cultivo de algodón en regadío. Puede que alguno de los parámetros haya variado en estos 2 años, pero la variación de los mismos no debe de repercutir fuertemente en las estrategias sobre abonado o manejo que se plantearán en este proyecto.

## **2. RESULTADO DE LA ANALÍTICA.**

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la analítica del suelo realizada. Las muestras se entregaron en el laboratorio el día 24/04/2013, y se recibió el resultado el día 13/05/2013. El documento expedido por parte del laboratorio se encuentra al final de este anejo.

<b>Análisis de suelo.</b>	
pH	7,46
Conductividad (mS/cm)	1,908
Materia orgánica total (%)	30,15
Carbono Orgánico	0,084
Calcio (mg/100g suelo)	400
Magnesio (mg/100g suelo)	25
Fósforo (mg/kg)	79
Potasio (mg/kg)	663
Sodio (mg/kg)	866
Carbonatos totales (%)	30,5
Textura	Arcillo-arenoso
CIC (me/100g)	23,21
C/N	8,44

**Tabla 1.** Resultados del análisis de suelo.

## **3. INTERPRETACIÓN ANÁLISIS.**

### **3.1. Propiedades Físicas.**

#### **3.1.1. Textura.**

En nuestro caso, el análisis presenta directamente el tipo de textura del suelo y no los porcentajes de cada una de las partículas del suelo.

Como podemos observar en la tabla 1, nos encontramos ante un suelo de textura Arcillo-arenosa. Este valor a de ser usado cuidadosamente, ya que esto solo indica la textura del suelo y no su estructura, que es la que realmente condiciona el comportamiento del suelo. Pese a esto podemos concluir algunos aspectos referidos a características generales de este tipo de suelo. Al poseer a la vez gran contenido en arcillas y arena, podemos esperar que presente características intermedias entre ambas. Así pues se prevé una aireación y drenaje correctos, gracias a la presencia de las partículas de arena. Por otro lado, las arcillas ayudaran a formar agregados en el suelo, lo cual mejorará la capacidad de retener agua en el suelo y de retener nutrientes en el complejo de cambio. En general podremos decir que no existirá dominancia entre macroporos y microporos. Por lo que el suelo no tendrá riesgo de encharcamiento (hay que tener en cuenta la estructura), presentando también una buena resistencia frente a la inercia térmica.

En principio, desde un punto de vista agronómico, este tipo de clase textural, a expensas de otros parámetros, es favorable a los cultivos que este proyecto plantea para la explotación.

### **3.1.2. Estructura.**

La estructura es otra de las propiedades físicas de gran importancia a la hora de analizar un suelo. Ya que el hecho de que un suelo posea un buen grado de estructuramiento repercute con una serie de ventajas a la hora de realizar prácticas agrícolas. Por ejemplo, se facilita la emergencia de plántulas y semillas, se facilita el desarrollo radicular, aumenta la infiltración y la retención de agua, favorece la aireación, se disminuye la erosión, aumenta la cantidad de nutrientes retenidos en el suelo y disponibles para la planta o se reduce el riesgo de compactación de estratos del suelo. El suelo de la finca presenta a simple vista una buena estructura, que se puede corroborar con el alto contenido en calcio y sales disueltas, aunque el bajo contenido en materia orgánica podría causar algún problema de estructura por debilidad en la formación de agregados.

### **3.1.3. Otros Parámetros Físicos.**

De las dos propiedades descritas anteriormente (textura y estructura), quedan definidas otras características del suelo tales como la densidad aparente, la capacidad de retención de agua útil, la velocidad de infiltración, entre otras.

Gracias a la textura, podemos definir las constantes hidrológicas, que aportan una idea clara de los estados del agua en el suelo. Para conocerlas es necesario recurrir a la tabla de Rawls et al., 1982. En la cual, en función de la textura de nuestro suelo, obtendremos unos valores medios. En nuestro caso, los resultados obtenidos para un suelo de textura arcillo-arenosa quedan plasmados en la tabla 2.

<b>Características del suelo en función de su textura.</b>	
Porosidad (%)	43
Conductividad Hidráulica saturada (cm/h)	0,12
Capacidad de campo (%volumen)	33,9
Punto de marchitamiento (%volumen)	23,9
Humedad disponible (%volumen)	10

**Tabla 2.** Características del suelo en función de su textura (arcillo-arenosa), según Rawls et al. (1982).

## **3.2. Propiedades Químicas.**

### **3.2.1. pH.**

En primer lugar analizaremos el pH de la solución del suelo, el cual hace referencia a la concentración (en forma logarítmica) de iones  $H^+$  de la disolución acuosa que se ha mantenido en contacto con el suelo el tiempo suficiente para alcanzar el equilibrio. En los suelos agrícolas, el pH suele oscilar entre 5,5 (suelos ácidos) y 8,5 (suelos básicos o alcalinos). En nuestro caso, el valor de pH del suelo es 7,46. Este valor de pH se considera normal o ligeramente básico. En principio no se deben de presentar problemas con este valor de pH, aunque al ser ligeramente básico puede repercutir en el nivel de degradación de la materia orgánica, así como en la disponibilidad de fosfatos, hierro y magnesio.

En general diremos que el valor de pH es normal.

### **3.2.2. Capacidad de Intercambio Catiónico.**

En referencia a la composición del complejo de cambio responsable de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), podemos decir que está por encima del valor medio para este tipo de textura, ya que tiene un valor de 23,21 me/100g, y se considera que un suelo tiene un nivel muy elevado de CIC cuando tiene 15 me/100g en suelos con textura gruesa y 25 me/100g en suelos con textura fina (Moreno et al., 2009). Este elevado nivel de CIC conllevará una serie de beneficios sobre los cultivos, tales como que los iones que se liberen a la solución del suelo por fertilizantes o por la descomposición del humus, queden absorbidos al complejo de cambio y por tanto protegidos del lavado, así como mantener una baja concentración de iones disueltos en la solución del suelo, ya que estos se encontrarán retenidos en el complejo de cambio, lo que hará que no interfieran en la ósmosis de las raíces de las plantas. En resumen, una alta CIC se relaciona con una alta fertilidad.

### **3.2.3. Porcentaje de Saturación de Bases (PSB).**

El porcentaje de saturación de bases, hace referencia a la relación entre el contenido en bases de cambio y la CIC. Se expresa mediante la siguiente expresión:



$$PSB = \frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [K^+] + [Na^+]}{CIC} \times 100$$

En nuestro caso, las concentraciones de los cationes nos las da el análisis en mg/100g, por lo que tendremos que pasarlos a me/100g dividiendo por sus pesos equivalentes para poderlos aplicar en la fórmula.

$$[Ca^{2+}] = (400 \text{ mg}/100\text{g}) / (20 \text{ me}/\text{mg}) = 20 \text{ me}/100\text{g}$$

$$[Mg^{2+}] = (25 \text{ mg}/100\text{g}) / (12 \text{ me}/\text{mg}) = 2,08 \text{ me}/100\text{g}$$

$$[K^+] = (663 \text{ mg}/\text{kg} \times 1\text{kg}/1000\text{g} \times 10\text{g}) / (39 \text{ me}/\text{mg}) = 0,17 \text{ me}/100\text{g}$$

$$[Na^+] = (866 \text{ mg}/\text{kg} \times 1\text{kg}/1000\text{g} \times 10\text{g}) / (23 \text{ me}/\text{mg}) = 0,38 \text{ me}/100\text{g}$$

$$PSB = \frac{20 + 2,08 + 0,17 + 0,38}{23,21} \cdot 100 = 97,5\%$$

Cuando el PSB es superior al 80%, se dice que el complejo de cambio está saturado. En nuestros suelos, en los que abunda el carbonato cálcico, es normal que se presente esta situación, y que el Ca suponga del 50 al 80% de la CIC, tal y como podemos observar en los valores de nuestro análisis. Con un suelo saturado de bases, podemos esperar que exista buena disponibilidad de calcio, magnesio y potasio para la nutrición del cultivo.

#### 3.2.4. Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI).

Pasamos ahora a analizar el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), el cual refleja el porcentaje de posiciones de cambio ocupadas por el sodio. Este valor es usado para determinar la sodicidad del suelo. En el apartado 3.2.3. de este mismo anejo, podemos ver la concentración de  $Na^+$  expresada en me/100g, tomando un valor de 0,38 me/100g. Pasamos ahora a calcular dicho porcentaje según la siguiente expresión:

$$PSI = \frac{[Na^+]}{CIC} \cdot 100$$

$$PSI = \frac{0,38}{23,21} \cdot 100 = 1,63\%$$

Un suelo es considerado como sódico cuando su PSI es superior al 15%, en nuestro caso el valor está muy por debajo de dicha cifra, por lo que no se esperan problemas relacionados con una alta sodicidad.

### 3.2.5. Relaciones entre Cationes.

Teniendo unos valores de calcio de cambio de 20 me/100g y de magnesio de cambio de 2,08 me/100g, calculados en el apartado 4.2.3. de este anejo, las relaciones entre ambos cationes quedan de la siguiente manera.

$$\text{Ca/Mg} = 20/2,08 = 9,61$$

$$\text{K/Mg} = 0,17/2,08 = 0,08$$

Del primer valor se obtiene que está cerca del crítico que es 10, para el cual se encontrarían deficiencias de magnesio. Por otro lado el valor recogido en segundo lugar nos indica al ser menor a 1 que existen deficiencias de potasio en el suelo.

### 3.2.6. Contenido en Carbonatos.

Como vemos en la tabla 1 el contenido en carbonatos es del 30,5%, bastante superior al clasificado como apreciable (>5-10% Moreno et al., 2009). Valores altos en carbonatos son típicos de los suelos calcáreos, muy comunes en esta zona.

Un alto contenido en carbonatos afecta de manera positiva a la estructura, a la capacidad de almacenaje de nutrientes, a la solubilidad y asimilabilidad de nutrientes, a la actividad microbiana y a la resistencia frente a la acidificación de los suelos.

Por otro lado, los suelos con alto contenido en carbonatos, acarrearán una serie de desventajas tales como aumentos de pH, lo que explicaría el valor cercano a la alcalinidad de nuestro suelo, también un contenido elevado de carbonatos promueve la inmovilización del Fe y la carencia de elementos en algunas especies sensibles.

Por último el exceso de estas partículas también promueve carencias de fósforo, ya que favorece su precipitación.

### 3.2.7. Contenido en Materia Orgánica y Relación C/N.

Previo al análisis de la materia orgánica, y al estado de transformación que esta presenta según su C/N, hay que mencionar que en esta finca se ha llevado hasta la fecha un sistema de producción, de trigo y girasol, basado en la recogida de los restos vegetales de los cultivos para usarlos como paja, unido al carácter calcáreo del suelo, harán que la materia orgánica del suelo sea escasa.

Pasamos pues a analizar el nivel de materia orgánica total que presenta el suelo. Para ello, tendremos que transformar el % de carbono orgánico en % materia orgánica total, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Carbono orgánico (\%)} = 0,58 \times \text{M.O. total (\%)}$$

Por tanto:

M.O. total (%) = Carbono orgánico (%) / 0,58 = 0,084/0,58 = **0,14%**

Un valor de 0,14% de materia orgánica es muy pobre, ya que se consideran aceptables valores de 1 al 1,5% de materia orgánica para secano y regadío (Terrón, 2009). Es por esto que se hará conveniente elaborar un plan de enmiendas orgánicas para intentar corregir el nivel de materia orgánica del suelo, ya que esta ayuda de diferentes maneras a la composición del suelo. Como por ejemplo:

#### **Mejora las propiedades físicas.**

Como contribuyente a la agregación entre partículas del suelo, mejorando su estructura, lo que facilita la penetración y crecimiento de las raíces y de órganos subterráneos de los vegetales, facilita el laboreo en suelos arcillosos y reduce la formación de costras superficiales, reduce la escorrentía y la erosión. Esta mejora de la estructura ayuda también a la retención de agua del suelo.

#### **Mejora las propiedades químicas.**

La materia orgánica ayuda por otro lado a mejorar las propiedades químicas del suelo, por ejemplo aporta nutrientes de manera gradual mientras que esta se mineraliza, sobre todo nitrógeno. Contribuye también al aumento de la CIC lo que evita la pérdida por lavado de determinados elementos beneficiosos para los cultivos, o eleva la capacidad de amortiguación del suelo ante cambios de pH.

#### **Mejora las propiedades biológicas.**

La materia orgánica mientras que se encuentra en proceso de descomposición libera hormonas reguladoras del crecimiento vegetal, que ayudan al desarrollo de los cultivos. Por otra parte, la materia orgánica sirve como sustento para la fauna edáfica, proporcionándole energía, nutrientes y un aumento en su actividad.

Es por todos estos beneficios, que un buen nivel de materia orgánica en el suelo aporta, por lo que se hace tan importante elevar el nivel de materia orgánica del suelo, más aun si hablamos de una producción ecológica donde no se pueden aplicar fertilizantes de síntesis.

Pasamos ahora a analizar la carbono-nitrógeno (C/N). Como podemos observar en la tabla 1, la relación C/N toma un valor de 8,44, por debajo de lo deseado, ya que una buena C/N debe de rondar entre 9 y 11. Una C/N por debajo de 9 indica que la materia orgánica está muy mineralizada, normalmente se acompaña con un % de materia orgánica del suelo muy bajo, erosión y desertificación. Esto concuerda con el bajo nivel de materia orgánica que se recoge en el análisis de suelo. Probablemente producido por las técnicas seguidas desde hace muchos años atrás, regidas por la utilización de fertilizantes de síntesis, en donde no se ha aportado materia orgánica de ningún tipo.

Por otra parte, en valores de C/N por debajo de 9 se justifica la aplicación de enmiendas orgánicas para corregir esta deficiencia.

### **3.2.8. Salinidad.**

Pasamos por último a analizar la salinidad del suelo. Para que un suelo se considere salino debe tener una conductividad eléctrica del estrato de saturación ( $CE_e$ ), mayor a 4 mmhos/cm o lo que es lo mismo 4 dS/m a 25°C y con PSI < 15%. Como vemos en la tabla 1, la conductividad es de 1,908 mS/cm equivalente a 1,908 dS/m. Por tanto podemos decir que este suelo no es salino. Por lo que evitaremos los problemas que este tipo de suelo presenta, sobre todo en cultivos sensibles.

## **4. MEDIDAS CORRECTORAS.**

A continuación se describirán algunas de las medidas correctoras que se prevé que puedan llevarse a cabo para corregir algunas de las deficiencias más significativas de este suelo, siempre atendiendo a que las actuaciones sean justificadas. Se dejará para el apartado de fertilización y técnicas de cultivo las actuaciones que se llevarán a cabo.

### **4.1. Carencia de fósforo.**

Podemos suponer que la baja disponibilidad de este elemento en el suelo es debida al pH ligeramente elevado, pero sobre todo a la escasa materia orgánica que presenta el suelo. Ya que la materia orgánica disminuye la precipitación de los fosfatos de calcio insolubles en suelos calcáreos, porque esta se ve inhibida por la presencia de ácidos orgánicos. Por otro lado el contenido de fósforo orgánico mineralizable, mayoritariamente presente en productos orgánicos en transición, supone un incremento del contenido de fósforo asimilable en el suelo respecto a los fertilizantes inorgánicos. Por lo que cuanto mayor es la cantidad materia orgánica en el suelo, mayor es la proporción del fósforo aplicado que permanece como adsorbido o precipitado soluble, formas que contribuyen más a la reserva disponible de dicho elemento. Por ello, se debe de realizar un aumento de la materia orgánica del suelo.

### **4.2. Carencia de Potasio.**

Como hemos visto en el apartado 3.2.5., existe deficiencia de Potasio en el suelo. Esto puede deberse al bajo contenido en materia orgánica del mismo. Lo que puede suponer que nuestros cultivos no se desarrollen de una manera óptima, ya que el potasio es considerado como macronutriente y es esencial para el desarrollo vegetal. De tal manera, se elaborará en el anejo 6 un plan de fertilización que asegure que no se producen carencias de este elemento. Comentar que una posible solución a este problema puede ser el aumentar el nivel de materia orgánica del suelo, para así aumentar también el nivel de nutrientes que esta va liberando a la solución del suelo.

### **4.3. Materia orgánica.**

La materia orgánica de un suelo es la respuesta al balance entre la cantidad de humus formado a partir de restos orgánicos aportados al suelo, y la cantidad de humus perdido por mineralización. En función de si son mayores las ganancias o las pérdidas, el nivel de humus aumentará o disminuirá.

Hay que tener en cuenta que el nivel de humus tiende al equilibrio, así pues, en suelos donde se ha llevado un modelo productivo donde se han realizado muchas extracciones de materia orgánica y pocos aportes, el nivel de materia orgánica se establecerá en un nivel bajo, que no tiene por qué ser el óptimo para ese tipo de suelo.

Es por esto que si deseamos elevar el contenido de materia orgánica en el suelo, deberemos aumentar los aportes de materia orgánica durante muchos años, tantos más como intensas sean las labores de cultivo, ya que por ejemplo el laboreo aumenta la mineralización anual de la misma. Para así establecer el nivel de materia orgánica en el óptimo para regadío, es decir un 1,5-2%, y una vez alcanzado, realizar los aportes pertinentes para mantenerlo y que no se pierda por mineralización.

Estos aportes de materia orgánica con el objetivo de corregir el nivel de la misma del suelo, se denominan enmiendas orgánicas o enmiendas húmicas. Estas enmiendas tienen también por objetivo activar la vida edáfica, aportar elementos minerales y sustancias fitoactivas que estimulan el desarrollo vegetal y microbiano. Los productos empleados con este fin, pueden proceder de la misma finca o bien del exterior, incluyen estiércoles, residuos de cosechas, abonos verdes, compost, etc.

Para este proyecto se elaborará en el anejo 6 – Técnicas de Cultivo un plan de enmiendas orgánicas que tienen una doble finalidad. En primer lugar, elevar el nivel de materia orgánica del suelo, que como hemos visto es muy bajo, lo que ayudará a recobrar los beneficios que un buen nivel de materia orgánica tiene sobre las propiedades del suelo. Y en segundo lugar, servir como base para la fertilización de los cultivos.

### **4.4. Clorosis férrica.**

La clorosis férrica se puede dar porque el suelo sea demasiado alcalino y aunque haya hierro en abundancia, por su falta de solubilidad, la planta no lo puede absorber; también, en ocasiones las plantas cloróticas pueden tener abundancia de hierro en sus raíces, pero como éste tiene escaso poder de movilización y translocación en la planta, no consigue acceder a las hojas.

Esta falta de absorción del hierro también se puede producir por un pH del suelo demasiado elevado, o por un exceso de carbonatos que inhibe la respuesta de las plantas.

Las plantas tienen dificultad para absorber hierro cuando los suelos tienen altos niveles de metales pesados como el níquel, el cromo, el cobalto, el zinc, el cobre o el magnesio. Otros motivos que impiden la absorción del hierro son los suelos demasiado arcillosos, o encharcados.

En nuestro caso, el alto contenido en carbonatos puede producir dichas deficiencias, ya que valores del orden del 15 al 20% determinan la aparición de clorosis férrica en cultivos sensibles (Delgado et al., 2010). Es por esto que se hará indispensable seguir la evolución de los cultivos para detectar posibles carencias de este elemento, y si fuese necesario realizar un abonado de hierro en forma de quelatos, ya que es la forma más efectiva de aplicación; también los aportes de materia orgánica ayudan a paliar los efectos de la clorosis férrica.

## **5. CONCLUSIONES.**

Tanto la Stevia como el Aloe coinciden en la necesidad de tener suelos bien drenados. Como hemos descrito al principio de este anejo, la textura de este suelo (Arcillo-arenosa) junto con el bajo nivel de sodio, propiciarán que no existan problemas de textura y estructura que conlleven a un encharcamiento del suelo. Esto junto con la construcción de lomos para los cultivos, nos asegurará que no se produzcan problemas debidos a las propiedades físicas del suelo sobre los cultivos.

Por otra parte, en referencia a las propiedades químicas, tenemos que mencionar el escaso nivel de materia orgánica del suelo y su elevado estado de mineralización. Este escaso nivel de materia orgánica está acarreado la deficiencia de algunos nutrientes como es el caso del potasio o el fósforo, esenciales para los cultivos. Pese a que tanto el aloe como la stevia son catalogados como cultivos pocos exigentes en nutrientes, conviene mejorar dicho nivel de materia orgánica. Ya que en la agricultura ecológica, donde no se puede basar la estrategia fertilizadora en la aplicación de compuestos minerales de síntesis, se hace casi obligatorio tener una buena fertilidad en el suelo, que sea capaz de cubrir las necesidades nutricionales de los cultivos o gran parte de ellas.

Por otra parte, a lo largo de este anejo, hemos visto que no existen mayores problemas relacionados con las propiedades químicas, como podrían ser pH extremo, salinidad o sodicidad. Por tanto podemos concluir en que los cultivos se desarrollen de una manera adecuada atendiendo a estos factores y teniendo en cuenta las medidas correctoras propuestas.



## AGROBIAL LABORATORIO

ANÁLISIS DE AGUAS, ALIMENTOS, SUELOS Y RESIDUOS.

c/ Velázquez, 46. Telf. Y Fax : 955669444

41700 DOS HERMANAS ( SEVILLA )

E-mail: infol@agrobial.com

AUTORIZADO CONSEJERÍA AGRICULTURA Y PESCA A-91

LABORATORIO SALUD PÚBLICA A-116-I

C.I.F : F-41907320



Nº de Registro : 13/0202

Página 1

**Fecha Recepción** 24/04/2013  
**Fecha Informe** 13/05/2013  
**Modo de toma** TOMA SEGÚN NORMATIVA VIGENTE  
**Recogida por** TOMADA POR EL CLIENTE  
**Motivo de control** CONTROL PUNTUAL  
**Análisis tipo** SUELO TIPO III  
**Procedencia** Dos Hermanas

**Solicitante:** Dos Hermanas, Sevilla.

### ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Parámetro	Resultado	Unidades	Optimos
pH	7,46		Cercano a neutralidad
Carbonatos	30,5	%	Alto
Carbono Orgánico	0,084	%	Muy Pobre
CIC	23,21	me/100g	Alto
Relación C/N	8,44		Bajo
Conductividad	1,908	mS/cm	Normal
Calcio	400	mg/100g	Alto
Magnesio	25	mg/100g	Alto
Fósforo	79	mg/kg	Muy Alto
Potasio	663	mg/kg	Muy Alto
Sodio	866	mg/kg	Alto
Textura	Arcillo-arenoso		

NOTA: Este informe es aceptado por el cliente bajo la condición de que AGROBIAL LABORATORIOS, S.C.A., es solo responsable de la precisión de los análisis realizados sobre las muestras tal y como fueron recibidas.

Tal responsabilidad es limitada sólo al coste del análisis y AGROBIAL LABORATORIOS S.C.A., no ofrece ninguna otra garantía expresa o implícita.

AGROBIAL LABORATORIOS, S.COOP. ANO.  
Fdo.: Jefe Laboratorio  
C.I. Velázquez, 46  
Telf. y Fax: 955 66 94 44  
Análisis de agua, suelo, alimentos, residuos y efluentes  
41700 DOS HERMANAS (Sevilla)

-ANEJO 3-

# ANÁLISIS DE AGUA





## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>57</b>
<b>2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUA</b>	<b>57</b>
<b>3. COMPROBACIONES PREVIAS</b>	<b>57</b>
<b>4. EVALUACIÓN CALIDAD DEL AGUA</b>	<b>58</b>
<b>4.1. Salinidad</b>	<b>58</b>
<b>4.2. Sodicidad</b>	<b>58</b>
<b>4.3. Toxicidad por iones específicos</b>	<b>59</b>
<b>4.4. Contenido en nitrógeno nítrico</b>	<b>60</b>
<b>4.5. Dureza</b>	<b>60</b>
<b>4.6. Obturación de emisores en riego localizado</b>	<b>61</b>
<b>4.7. pH</b>	<b>62</b>
<b>5. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE AGUA</b>	<b>62</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

El agua que se evalúa y cuyas características se comentan en el presente anejo corresponde al pozo que se encuentra en la finca, y del cual se prevé realizar el aporte de riego. Las conclusiones que aquí se extraigan serán tomadas en consideración a la hora de la utilización de esta agua.

## **2. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUA.**

A continuación se recogen los resultados obtenidos en el análisis de agua. A diferencia del análisis de suelo, el presente análisis se realizó a comienzos de este mismo año 2016. El motivo de la realización del mismo, era comprobar la calidad del agua para una posible implantación de algodón de regadío en la finca. El documento expedido por el laboratorio se encuentra al final de este mismo anejo.

En principio se realizará una valoración de la calidad del agua general, y posteriormente concretaremos sus posibles consecuencias sobre los cultivos propuestos para este proyecto.

<b>Parametros</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>
Bicarbonatos	329,4	mg/l CO <sub>3</sub> H
Calcio	143	mg/l
Carbonatos	4,82	mg/l CO <sub>3</sub>
Cloruros	120,75	mg/l
Magnesio	49,2	mg/l
Nitratos (TON)	78,12	mg/l
pH	7,82	
Potasio	4,68	mg/l
Sodio	82,57	mg/l
Sulfatos	239,04	mg/l

**Tabla 1** – Resultados del análisis de agua.

## **3. COMPROVACIONES PREVIAS.**

Ahora que han quedado expuestos los datos del análisis de agua, pasaremos a realizar las comprobaciones previas del mismo. En primer lugar se ha de cumplir que el sumatorio de miliequivalentes de cationes sea aproximadamente igual al de aniones. Para ello tendremos que transformar nuestros datos de suelo de miligramos por litros a miliequivalentes por litro. A continuación se exponen los datos necesarios para ello.

Aniones	mg/L	PE	me/L	Cationes	mg/L	PE	me/L
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	329,4	61	5,40	Ca <sup>2+</sup>	143	20	7,15
Cl <sup>-</sup>	120,75	35	3,45	Mg <sup>2+</sup>	52,2	12	4,35
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	239,04	48	4,98	Na <sup>+</sup>	82,57	23	3,59
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	4,82	30	0,16	K <sup>+</sup>	5,68	40	0,142
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	78,12	62	1,26				
TOTAL	772,13		15,25		283,45		15,232

**Tabla 2** – Conversión de los iones de mg/L a me/L.

Se admite un error del 10% en la comparación de los sumatorios anteriormente citados. Si esta igualdad no se cumpliera significaría que el análisis es o incompleto o incorrecto.

$$\sum \text{aniones (me/L)} = \sum \text{cationes (me/L)}$$

$$\sum \text{aniones} = 15,25 \text{ me/L} \quad \sum \text{cationes} = 15,23 \text{ me/L}$$

Diferencia menor al 10% → Análisis correcto.

## 4. EVALUACIÓN CALIDAD DEL AGUA.

### 4.1. Salinidad.

Una vez verificado que el análisis es correcto, pasaremos a evaluar la calidad del agua. En primer lugar evaluaremos la salinidad. Como podemos apreciar en los datos del análisis, la conductividad eléctrica (CE) no ha sido medida directamente. Normalmente este parámetro es el utilizado para medir la salinidad del agua. El cual puede ser estimado indirectamente según la siguiente expresión:

$$\sum \text{sales totales (g/L)} = 0,64 \cdot \text{CE (dS/m)} \rightarrow \text{CE} = 1,05/0,64 = \mathbf{1,64 \text{ dS/m}}$$

$$\text{Sales totales} = \sum \text{aniones (g/L)} + \sum \text{cationes (g/L)} = 1,05 \text{ g/L}$$

Según la tabla 12.6, pág. 273, en la que se recogen las directrices para interpretar la calidad de las aguas para el riego (FAO, 1987) del libro Bases de la Producción Vegetal (Moreno et al.; 2009), nuestro valor de CE se encuentra en el rango de ligera a moderada restricción de uso (0,7 – 3 dS/m). En principio con este valor de CE no deben existir problemas con el riego, ya que esta ligera restricción ha de considerarse en cultivos muy sensibles a la salinidad, no siendo este nuestro caso.

### 4.2. Sodicidad.

Continuando con el análisis de la calidad del agua, pasamos a analizar la sodicidad de la misma. Este parámetro es importante debido a los problemas ligados a la pérdida de estabilidad estructural del suelo que acarrea el sodio. Tradicionalmente se ha usado el RAS (relación de adsorción de sodio) como método de evaluación. Este parámetro

tiene en cuenta los problemas de sodicidad como resultado de un exceso de Na en relación al Ca y Mg, si las concentraciones de estos están expresadas en me/L. El principal problema es que el Ca del agua del suelo puede variar, debido a su precipitación o disolución durante o después del riego, por lo que se establece una relación de cationes diferente a la del agua aplicada. Por esto el Ca utilizado para calcular el  $RAS^o$  (corregido) es denominado  $Ca^o$  (calcio corregido), el cual ajusta la concentración de calcio en el agua al valor de equilibrio esperado después del riego, incluyendo los efectos de los principales factores que afectan al contenido de calcio en la disolución del suelo. De tal forma se puede obtener dicho valor de  $Ca^o$  en las tablas publicadas en Water Quality for Agriculture (Ayers y Westcot, 1985) según la relación existente entre los carbonatos del agua y el calcio, así como de la conductividad eléctrica. Así pues pasamos a determinar dicho valor:

$$\frac{[HCO_3^-]}{[Ca^{2+}]} = \frac{5,40}{7,15} = 0,75$$

$$CE = 1,64 \text{ dS/m}$$

Tendremos que realizar una interpolación, ya que el valor de CE no aparece en la tabla.

$$CE \text{ (dS/m)} = 1,5 \rightarrow Ca^o = 2,62$$

$$CE \text{ (dS/m)} = 2 \rightarrow Ca^o = 2,70$$

$$\text{Diferencia } 0,50 \rightarrow \text{diferencia } 0,08$$

$$0,36 \rightarrow X$$

$$X = 0,058$$

$$Ca^o = \mathbf{2,678 \text{ dS/m}}$$

Pasamos ahora a determinar el valor de  $RAS^o$ :

$$RAS^o = \frac{[Na]}{\left[\frac{[Ca^o] + [Mg]}{2}\right]^{0,5}} = \frac{3,59}{\left[\frac{2,678 + 4,35}{2}\right]^{0,5}} = 1,91$$

Comprobamos el grado de restricción, atendiendo al valor de  $RAS^o$  y CE. De tal manera que nos encontramos que no existe restricción de uso en cuanto a la infiltración se refiere.

### 4.3. Toxicidad por iones específicos.

A continuación se analizan las posibles restricciones de los iones presentes en el agua que pueden resultar tóxicos para los cultivos.

**Sodio:** en cuanto al sodio, según el valor de  $RAS^o (< 3)$  obtenemos que no existe restricción de uso para riego por superficie, pero sí que existiría una ligera restricción de uso para riego por aspersión según el valor del  $Na^+$  ( $[Na^+] > 3 \text{ me/L}$ ). Esta restricción no nos afectará, ya que no se realizará el riego mediante aspersión.

**Cloro:** Para el cloro vemos que no existe restricción de uso para riego por superficie ( $[Cl^-] < 4 \text{ me/L}$ ). Por otra parte, sí que existiría restricción ligera a moderada para riego por aspersión ( $[Cl^-] > 3 \text{ me/L}$ ), pero al igual que para el sodio, esta restricción no nos afecta.

**Boro:** en el análisis no se ha recogido el valor del boro, pero según las comprobaciones previas realizadas, no debe existir un nivel considerable que pueda afectar a los cultivos en el suelo.

En principio queda verificado que no existe riego por toxicidad por estos elementos, que pueden provocar, si se encuentran en concentraciones altas en el agua de riego, que se produzcan quemaduras en puntas y bordes, clorosis internerviales o defoliaciones entre otros.

#### 4.4. Contenido en nitrógeno nítrico.

Veremos ahora el grado de restricción atendiendo al contenido en nitrógeno nítrico del agua.

$$\frac{78,12 \text{ mg } NO_3^-}{L} \cdot \frac{14 \text{ mg } N}{62 \text{ mg } NO_3^-} = 17,64 \text{ mg } N - NO_3^- / L$$

Se obtiene un valor de 17,64 mg/L de  $N-NO_3^-$ , lo que nos da una restricción de uso ligera a moderada ( $5 < \text{mg } N-NO_3^- < 30$ ). Los altos valores de nitrógeno nítrico en el agua pueden producir problemas como excesivo desarrollo vegetativo, retraso en la maduración, contaminación de acuíferos o disminución de la calidad de cosecha entre otros.

#### 4.5. Dureza.

La dureza de un agua es una manera de clasificar la capacidad de la misma para formar o disolver precipitados sobre los materiales o medios que esta atraviese. Atiende a la cantidad de  $CO_2$  libre y a los contenidos de sales de calcio y magnesio. Se mide en grados hidrotimétrico franceses, que se estiman según la siguiente expresión:

$$^oF = 5 \cdot \left( \frac{me}{L} de Ca + Mg \right)$$

$$^oF = 5 \cdot (7,15 + 4,35) = 57,5$$

El valor obtenido de grados hidrotimétricos franceses es 57,5, esto nos da que el agua es muy dura ( $^{\circ}F > 54$ ). Por tanto podemos esperar que se formen incrustaciones en los elementos de riego si no se realizan medidas correctoras.

#### 4.6. Obturación de emisores en riego localizado.

En el riego localizado, como el que se proyecta para nuestro proyecto, es usual que se produzcan obturaciones de los emisores de riego. Normalmente estas obstrucciones se producen por diferentes elementos que se encuentran en el agua de riego, que pueden ser de origen físico (sólidos en suspensión), químicos (carbonatos, sulfatos o metales) y biológicos (mucílago, microorganismos, etc).

Pero las que normalmente son más comunes son las producidas por la precipitación de carbonato de calcio, las cuales podemos evaluar mediante el Índice de Saturación de Langeliaer ( $I_s$ ), que responde a la siguiente expresión:

$$I_s = pH - pHc$$

El  $pHc$  es el valor teórico calculado de pH al cual un agua con una determinada alcalinidad y contenido en calcio está en equilibrio (ni sobresaturada ni subsaturada de carbonato cálcico). Este  $pHc$  se puede calcular mediante:

$$pHc = (pK2' - pKc') + p(Ca) + p(Alk)$$

Según las tablas publicadas en Water quality for Agriculture (Ayers y Westcot, 1985) los valores de los parámetros que aparecen la expresión anterior pueden ser calculados de la siguiente manera:

$$(pK2' - pKc') \rightarrow [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [Na^+] = 7,15 + 4,35 + 3,59 = 15,09 \text{ me/L} \rightarrow (pk2' - pkc) = 2,3$$

$$p(Ca) \rightarrow [Ca^{2+}] = 7,15 \text{ interpolando} \rightarrow p(Ca) = 2,84$$

$$p(Alk) \rightarrow [CO_3] + [HCO_3] = 0,16 + 5,40 = 5,56 \text{ me/L interpolando} \rightarrow p(alk) = 2,35$$

Por lo que se obtiene un valor de  $pHc$ :

$$pHc = 2,3 + 2,84 + 2,35 = 7,49$$

Así pues el valor del Índice de Saturación de Langeliaer será:

$$I_s = 7,82 - 7,49 = 0,33$$

Interpretando el valor de  $I_s$  en la tabla propuesta por los autores, observamos que existe un riego medio de obturación de los emisores ( $0 < I_s < 0,5$ ). Por tanto los

emisores no corren un elevado riesgo de obturación, pero hay que tener en cuenta ir comprobando a lo largo del funcionamiento del proyecto que esto no se produzca.

#### **4.7. pH.**

Por último analizaremos el pH del agua de riego. Esta posee un valor de pH de 7,82, siendo la amplitud de valores normales para el mismo de entre 6,5 a 8,4. Por lo que podemos concluir en un valor de pH normal. Por lo que no se prevén problemas como desequilibrios nutricionales o corrosión de emisores de riego, típicos de aguas con pH fuera del rango normal.

### **5. SOLUCIÓN DE PROBLEMA DE AGUA.**

Como hemos visto a lo largo del análisis de la calidad del agua de riego, el principal problema existente en el agua que se pretende usar es la dureza. Siendo el valor de esta catalogado como agua muy dura. Por tanto existirá un potencial riesgo de formación de incrustaciones en los elementos de riego.

Usualmente las soluciones propuestas para la corrección de la dureza del agua también son usadas para corregir los problemas de obturación de los emisores de riego. Así pues, de esta manera también disminuirémos el riesgo de que estos se obturen, ya que como vimos en el apartado de obturación de emisores, existe un riesgo medio de obturación de los mismos, y ya que estos irán situados bajo cubiertas geotextiles, será complicado comprobar que los mismos se obturen o no. Así quedará reducido el riesgo de que esta situación pueda darse.

Es típico de las aguas de nuestra zona tener altos contenidos en sales de calcio y magnesio, lo cual suele producir precipitados de carbonatos que causan la obturación y las incrustaciones en los elementos de riego. Es por esto que se suelen usar productos acidificantes para evitar que se produzcan estos precipitados. En concreto, en agricultura ecológica se usa el ácido nítrico para ello.

Para calcular la cantidad de ácido nítrico que debemos aplicar para corregir el problema de precipitado y obturación tendremos que determinar, en primer lugar, el nivel de carbonatos que tiene que existir en el agua para evitar la precipitación (Alkc), que se calcula de la siguiente manera:

$$p(\text{Alkc}) = p(\text{Alk}) + I_s$$

Los valores de  $p(\text{Alk})$  y  $I_s$  son los descritos en el apartado sobre obturación de emisores de este anejo. Por tanto:

$$p(\text{Alkc}) = 2,35 + 0,33 = 2,68$$



Una vez obtenido este valor, pasamos a interpretarlo en las tablas publicadas en Water Quality for Agriculture (Ayers y Westcot, 1985), obteniéndose que:

$$p(\text{Alkc}) = 2,68 \rightarrow \text{Alkc} = 2 \text{ me } (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)/\text{L}$$

Con una alcalinidad existente:

$$\text{Alk} = [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] = 0,16 + 5,40 = 5,56 \text{ me/L}$$

Vemos que la alcalinidad a eliminar será:

$$\text{Alke} = \text{Alk} - \text{Alkc} = 5,56 - 2 = 3,56 \text{ me } (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-)/\text{L}$$

Por tanto, usando un ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) 12N para realizar la limpieza de los elementos de riego de un tratamiento preventivo, necesitaríamos:

$$\text{HNO}_3(12\text{N}) = \frac{3,56 \text{ e HNO}_3}{\text{m}^3 \text{ agua}} \cdot \frac{\text{L ácido}}{12 \text{ e HNO}_3} = 0,3 \frac{\text{L HNO}_3}{\text{m}^3 \text{ agua}}$$

Una vez realizado el tratamiento preventivo, también puede ser necesario realizar tratamientos correctores periódicamente, según el estado de la instalación de riego. Para ello se seguirá el siguiente procedimiento:

Aplicar Ácido en una alta concentración (1-2%).

Comenzar la aplicación a muy baja presión.

Suspender el riego cuando haya pasado el volumen de ácido, comprobándolo mediante pHmetro en los últimos emisores. El agua debe tener un valor de pH de 2 – 3.

Mantener la instalación cerrada 20 – 30 minutos.

Dar una limpieza a presión.

## **6. CONCLUSIONES.**

Tras realizar un exhaustivo análisis de los principales parámetros que caracterizan la calidad del agua que se pretende usar para regar los cultivos de este proyecto. Podemos concluir que, a rasgos generales, el agua no presenta grandes problemas para su uso. Encontrándose como principal riesgo, la formación de precipitados y la obturación de los emisores de riego. Pero tras realizar las pertinentes recomendaciones correctoras para este problema, no se esperan más incidencias en la utilización de la misma para regar los cultivos.

Fdo: Jefe de



## AGROBIAL LABORATORIO

ANÁLISIS DE AGUAS, ALIMENTOS, SUELOS Y RESIDUOS.

c/ Velázquez, 46. Telf. Y Fax : 955669444

41700 DOS HERMANAS ( SEVILLA )

E-mail: info@agrobial.com

C.I.F : F-41907320

Nº de Registro : 16/0007

El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio está **Certificado** conforme a la Norma UNE-EN ISO 9001:2008 por BUREAU VERITAS.  
Autorizado Consejería Agricultura y Pesca. A-91-AU.

**Fecha de recepción** 08/01/2016  
**Fecha inicio análisis** 08/01/2016  
**Fecha finalización análisis** 18/01/2016  
**Fecha informe** 18/01/2016

**Recogida por** TOMADA POR CLIENTE      **SOLICITANTE:** Dos Hermanas, Sevilla.  
**Motivo de control** CONTROL PUNTUAL  
**Nº muestra** 1  
**Análisis tipo** AGUA DE RIEGO BÁSICO

### PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetros	Resultado	Unidades	PNT
Bicarbonatos	329,4	mg/l CO <sub>3</sub> H	PE-381
Calcio	143	mg/l	PEC-009
Carbonatos	4,82	mg/l CO <sub>3</sub>	PE-380
Cloruros	120,75	mg/l	PE-336
Magnesio	49,2	mg/l	PEC-009
Nitratos (TON)	78,12	mg/l	PE-336
pH	7,82		PEC-001
Potasio	4,68	mg/l	PEC-009
Sodio	82,57	mg/l	PEC-009
Sulfatos	239,04	mg/l	PEC-009

Fdo. Técnico de laboratorio.

Fdo. Jefe de laboratorio.

AGROBIAL LABORATORIOS, S.COOP. AND.

F - 41907320

C/. Velázquez, 46

Telf. y Fax: 955 66 94 44

41700 DOS HERMANAS (Sevilla)

NOTA: Este informe es aceptado por el cliente bajo la condición de que AGROBIAL LABORATORIOS, S.C.A., es solo responsable de la precisión de los análisis realizados sobre las muestras tal y como fueron recibidas.

Tal responsabilidad es limitada sólo al coste del análisis y AGROBIAL LABORATORIOS S.C.A., no ofrece ninguna otra garantía expresa o implícita.

-ANEJO 4-

## **MATERIAL VEGETAL**



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>67</b>
<b>2. EL CULTIVO DE ALOE VERA</b>	<b>67</b>
<b>2.1. Botánica y fisiología</b>	<b>67</b>
2.1.1. Ciclo vital	68
2.1.2. Maduración de las hojas	69
2.2. La variedad	69
2.3. Material vegetal	69
<b>3. EL CULTIVO DE LA STEVIA</b>	<b>70</b>
<b>3.1. Botánica y fisiología</b>	<b>70</b>
3.1.1. Ciclo vital	71
<b>3.2. Variedades</b>	<b>71</b>
3.2.1. Variedad Criolla	72
3.2.2. Variedad Eriete	72
3.2.3. Variedad Morita	72
<b>3.3. Material vegetal</b>	<b>73</b>
3.2.1. Propagación por semillas	73
3.2.2. Propagación por esquejes	73
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>74</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el presente Anejo se trata la naturaleza de los cultivos que se llevaran a cabo -Aloe vera y Stevia- haciendo hincapié en sus susceptibilidades, tolerancias y resistencias. Por otro lado, se describirá también el producto que se desea obtener en función de las características de cantidad/calidad que se buscan.

## **2. EL CULTIVO DE ALOE VERA.**

El Aloe es una planta con más de 360 variedades de especies distintas, presentando varios orígenes como el Sur de Europa, Norte de África, África meridional y Sur África.

El uso del aloe es de los más antiguos en fitoterapia, se ha usado a lo largo de la historia de la humanidad, hasta nuestros días, tanto en el tratamiento de enfermedades como en la cura de la piel y del cabello.

Aparecen referencias a esta planta en todas las grandes culturas antiguas: Romanos, Griegos, Hindúes, Árabes y de otros pueblos de la línea cálida de la tierra, usada por sus virtudes medicinales y cosméticas.

Siendo hoy día una materia prima muy valorada en el mercado, tanto alimentario, como cosmético y farmacológico, por sus múltiples virtudes.

### **2.1. Botánica y Fisiología.**

El Aloe es una planta herbácea perenne, de aspecto suculento, y con sistema radicular superficial. El tallo corto, en torno al cual se agrupa un rosetón de hojas. La raíz es larga, formando un rizoma que puede ser dividido para propagar la planta. Cuando se efectúan prácticas culturales y se corta el rizoma se da origen a una nueva planta, llamada hijuelo. Estos sirven para continuar propagando la plantación.

Su tamaño puede variar desde los 30 cm hasta los 3 m de ancho, dependiendo de la variedad, y puede llegar hasta los 2m de altura. Produce hojas lanceoladas de entre 30-60 cm de longitud; turgentes, verdes, y con márgenes llenos de dientes espinosos separados.

Sus hojas carnosas son llamadas pencas, y son capaces de acumular gran cantidad de agua, pudiendo aumentar de longitud y grosor. Contienen una gelatina que es llamada acíbar, que es lo que se explota comercialmente. Este es un jugo amarillo y amargo, donde se encuentra la aloína.

Para evitar la evapotranspiración en las horas de sol cierra sus poros o estomas. Estas reservas que se acumulan en las hojas, son almacenadas y consumidas lentamente cuando las lluvias escasean, pudiendo volver a perder parte del tamaño ganado, de la consistencia, o incluso de sacrificar parte de las hojas para sobrevivir. Por tanto es una

especie que está preparada para soportar gran presión por falta de riego o altas temperaturas.

Las flores pueden ser amarillas, anaranjadas, púrpuras o rojas, dependiendo de la variedad. Presenta androceo regular y simétrico, sépalos y pétalos generalmente de color semejante. Los estambres con largos filamentos, que arrancan del fondo de la flor, debajo del pistilo. El ovario es sésil, trilobulado, y presenta numerosos óvulos en cada cavidad del ovario. Florecen en primavera o verano, según la especie.

El fruto es capsular oblongo, marcado con tres ranuras que forman tres celdas con paredes inconsistentes. Las semillas son numerosas, aplanadas, angulosas y negras.

### 2.1.1 Ciclo Vital.

El Aloe es una planta perenne, de una longevidad media de entorno a los 10 años. En los cuales puede florecer una o dos veces por año. Dependiendo de lo optimas o no que sean las condiciones donde se establezca.

Lo normal en nuestra zona es que florezca una vez al año, sobre mediados del mes de Junio.

Su floración principal se produce a finales de primavera/principios de verano, tardando unos 6 meses desde que se inicia la floración hasta que se seca el tallo floral. De esta floración se producen semillas, pero no son interesantes desde un punto de vista agronómico, ya que son muy poco fértiles y pueden desarrollar plántulas de características dispares a las de la planta madre. Informes recogen valores aproximados de producción de 5-6 hojas desde una floración hasta la siguiente.



Figura 1. Esquema de planta de Aloe Vera

Su principal método de propagación es la producción de hijuelos, los cuales son clones de la planta madre, ya que se trata de una reproducción asexual, desarrollándose como estolones desde las yemas basales del tallo, cerca del sistema radicular de la planta madre. Siendo cosechados cuando poseen una altura de unos 20-45 cm. Pudiendo brotar antes de que la planta llegue al estado adulto. Se recogen valores medios de producción de 5-10 hijuelos por año.

Desde que se siembra el hijuelo de unos 20-40 cm, han de pasar unos 18 meses de media hasta que la planta alcance el estado adulto y se le puedan empezar a cosechar algunas hojas.

### **2.1.2 Maduración de las hojas.**

Las hojas son el producto final que se cosecha de la planta del Aloe. Entendemos por maduración el periodo desde que brota la hoja, hasta que esta adquiere las dimensiones y el contenido en gel óptimos para ser cosechadas y comercializadas.

Estudios realizados en la zona, describen una etapa de desarrollo media de unos 18 meses, hasta que las primeras hojas adquieran las dimensiones y contenido en gel óptimos para ser cosechadas. Posteriormente cada 6 meses, o cada vez que se completa el ciclo floral, maduran las nuevas hojas. Es decir que dependiendo de las condiciones del cultivo, en función de las floraciones que se den al año, podemos tener una o dos tandas de hojas maduras que pueden ser cosechadas.

### **2.2. La Variedad.**

La única variedad interesante desde un punto de vista comercial y productivo es *Aloe Barbadensis Miller*, también conocida comúnmente como Aloe Vera. Ya que posee la mayor concentración en aloínas, que es lo más valorado actualmente en el mercado. Siendo la única variedad producida en la península a nivel comercial.

A nivel universal, la parte más utilizada y demandada de la planta son sus hojas (como materia prima de diferentes industrias) y en particular sus productos internos.

Siendo esta variedad una de las que mayor tamaño y contenido en gel presenta en las hojas, de ahí su interés comercial.

### **2.3. Material Vegetal.**

Al tratarse de un cultivo que pasara en campo en torno a 10 años. La elección del material vegetal se convierte en un punto muy importante a la hora de que el proyecto funcione correctamente, ya que un material vegetal en mal estado puede acarrear serios problemas a la explotación desde un principio.

En el caso del aloe vera, para realizar las nuevas plantaciones, el material usado es el hijuelo mencionado anteriormente en este anejo. Ya que preserva las mismas características de la planta madre. A parte, la planta lo produce naturalmente como medio de reproducción asexual, además de que estos hijuelos no pueden quedarse junto a la planta madre en una producción comercial, ya que se alimentan de las reservas de la planta, mermando su rendimiento.

Al tratarse de una explotación en régimen ecológico, el material vegetal que se use para realizar la nueva plantación debe de estar certificado como tal, según lo establecido en el Reglamento Europeo de Agricultura Ecológica (R.(CE) nº 834/2007 del consejo de 28 de junio de 2007). Para ello basta con que los hijuelos provengan de una plantación calificada como ecológica.



Al escoger el hijuelo para plantar debemos buscar una plantación joven, de no más de 4 años. Esto dará más poder genético al hijuelo para su desarrollo, ya que hijuelos de plantas madres viejas serán más susceptibles a enfermedades, lo que detendrá su desarrollo. El tamaño ideal del hijuelo debe ser de 20 a 40 cm. Los hijuelos seleccionados no deben presentar problemas visuales de enfermedad (hojas marrones, marchitamientos, ...) y si el hijuelo presenta un tono verde, pero la madre se ve enferma, tampoco deberá escogerse ese hijuelo, ya que portará la enfermedad en sus tejidos. Si hay duda de si el hijuelo está sano, puede cortarse una pulgada de la raíz principal, hasta donde debe estar verde; si presenta tonalidades marrones debe desecharse el hijuelo.

### **3. EL CULTIVO DE LA STEVIA.**

La mayoría de los estudios admiten que la Stevia es una planta auténticamente paraguaya, originaria de la Región Oriental del país, donde era utilizada por los indios como edulcorante y para fines medicinales. Crece naturalmente o es cultivada en los distritos de Amambay e Iguazú, frontera de Brasil, Paraguay y Argentina (latitud 25°S).

En la actualidad es cultivada en muchos países, como Japón, China, Brasil y Paraguay que son los principales productores. Del Japón se ha extendido a todo el sudeste asiático, y recientemente se está implantando su uso y producción en Europa.

#### **3.1. Botánica y Fisiología.**

La *Stevia rebaudiana bertonii* es una planta de porte arbustivo que forma matas de 40 a 80 cms de altura y pertenece a la familia de las compuestas. Durante su desarrollo inicial, en el primer año, el tallo no presenta ramificaciones desde el suelo, hasta su primer corte. Una vez realizado este, rebrotan entre 4 o 5 tallos. En el segundo año de plantación se alcanzan de 10 a 12 tallos y por último el tercer año alcanza alrededor de los 20 tallos, valor que no suele variar en los sucesivos años.

Las raíces de la stevia son fibrosas, con abundante cepa que no profundiza en el terreno, desarrollándose cerca de la superficie. En su lugar de origen, la stevia rebaudiana es una especie semiperenne cuyo cultivo puede llegar a los 5-6 años de duración.

Las hojas son opuestas, ovaladas, con márgenes dentados, y acumulan el mayor contenido de glucósidos de la planta, poseyendo el tallo un 40-50% del contenido de estos respecto a la hoja, mientras que las raíces son la única parte de la planta que no contiene glucósidos. El nivel de glucósidos de las hojas es muy variable, de forma que el dulzor de las hojas puede oscilar entre un 2% y un 18%, según las variedades o cultivares.

Las flores son blancas, pequeñas, hermafroditas, y en España suelen aparecer hacia Octubre. La floración puede durar más de un mes. El hecho de que la floración no sea rápida ni uniforme determina que tampoco sea uniforme la maduración de las semillas, y que su recolección sea lenta y dificultosa.

Los frutos son aquenios, en gran parte estériles y muy ligeros, que son diseminados anemófila y entomófilamente. Las semillas resultantes presentan una germinación reducida, en torno al 30%, y unos resultados muy aleatorios en cuanto a la planta producida.

Existen 154 especies de Stevia, pero sólo la Stevia rebaudiana bertonii contiene sustancias edulcorantes en sus hojas.

### 3.1.1. Ciclo Vital.

La stevia es una planta perenne, generalmente en climas subtropicales (húmedos y cálidos), donde puede abarcar de entre 5 a 6 años. En las regiones de inviernos fríos, de heladas persistentes, se cultiva como planta anual, y se cosecha en otoño, tras iniciarse la floración. El manejo se asemeja mucho al de la alfalfa, ya que tras el corte o los cortes rebrota, hay que tener en cuenta que en los meses fríos tiene una parada de desarrollo.

En España el ciclo de la stevia comienza hacia primavera con la siembra. Aproximadamente al cabo de dos meses está apta para el primer corte, rebrotando posteriormente y se vuelve a cortar al cabo de dos o tres meses, coincidiendo con el inicio de la floración. La stevia produce hojas mientras tenga temperaturas apropiadas y suficiente horas de sol. Cuando el fotoperiodo de la planta disminuye da comienzo la floración, parándose su desarrollo una vez que esta finaliza. Esta parada coincide con el descenso de las temperaturas. Por último, una vez pasado los meses invernales y con el ascenso de la temperatura comienza a rebrotar de nuevo.



Figura 2. Esquema planta de Stevia rebaudiana .Bertonii.

### 3.2. Variedades.

En la stevia, a diferencia del aloe, sí que existen diferentes variedades que presentan cualidades interesantes desde un punto de vista comercial. A continuación estudiaremos las principales variedades comerciales y compararemos sus cualidades.

### **3.2.1. Variedad Criolla.**

La variedad criolla es nativa de Paraguay y una de las más usadas por los agricultores paraguayos en la actualidad. Es un cultivar que ha ido decantando a lo largo de muchos años de selección natural hasta alcanzar su estado actual de relativa estabilidad.

Una de sus mayores ventajas es que se puede propagar por semilla con resultados satisfactorios, ya que se trata de una variedad bastante rústica, parcialmente resistente a la sequía, con una altura media de 60-80 cm y producción de glucósidos alrededor del 12%, pudiendo llegar al 14% en condiciones óptimas. El rendimiento medio de hojas está en unos 1200 kg por hectárea y año. Sin embargo, el hecho de que este cultivar esté integrado por plantas de varios tipos hace que la floración se produzca escalonadamente y a lo largo de un mes, lo que dificulta una recolección eficiente y en el momento más adecuado para conseguir niveles de glucósidos altos y homogéneos.

### **3.2.2. Variedad Eirete.**

El cultivar eriete fue desarrollado por el Instituto Agronómico nacional de Paraguay en 2005, como variedad clonal, con la denominación IAN/VC-142 (ERIETE), con características muy superiores a la variedad criolla. Con objeto de mantener la identidad genética, este nuevo cultivar debe ser propagado únicamente por esquejes. La propagación por semilla conlleva una reducción considerable de glucósidos y se reduce en torno a un 29% el rendimiento de hojas. El cultivar Eriete tiene un ciclo más largo (de 10 a 12 días) que la variedad criolla. Es de porte alto, llegando a 1,2m en Diciembre – Enero en Paraguay (mientras que la criolla llega a 0,60 m en esa época), y posee hojas grandes y abundantes, con un tallo poco ramificado, por lo que permite una alta densidad en el cultivo.

En cuanto a la floración, ésta se produce de forma totalmente uniforme, y esto permite realizar el corte y la cosecha de hojas en el mejor momento para obtener el mayor contenido de glucósido, esto es, cuando aparecen los primeros botones florales. Como sabemos, la variedad Criolla tiene una floración muy desigual y prolongada en el tiempo, lo que no permite realizar los cortes en el momento óptimo. Además, la variedad Eiriete contiene niveles más altos de rebaudiósido, hasta un 10% frente al 3% de la criolla. La diferencia entre elementos edulcorantes totales medios está en casi el 19% para eiriete y el 12% para criolla.

Es por esto que la variedad Eirete se aconseja para las nuevas plantaciones de stevia.

### **3.2.3. Variedad Morita.**

La variedad Morita (Morita I y Morita II), fue creada por el mejorador genético japonés Toyoshige Morita. Este cultivar proviene de la mejora genética de la variedad criolla,

presentando resistencias a determinadas enfermedades y buscando tener un mayor contenido en glucósidos. Actualmente es una variedad en auge, ya que se adapta muy bien a diferentes condiciones climáticas.

### **3.3. Material Vegetal.**

Al igual que en el caso del Aloe, la Stevia al tratarse de un cultivo plurianual, es imprescindible que el material vegetal usado esté en las mejores condiciones posibles y que cumpla con lo establecido en el Reglamento Europeo de Agricultura Ecológica (R.(CE) nº 834/2007 del consejo de 28 de junio de 2007).

A diferencia del Aloe, la Stevia presenta múltiples métodos de reproducción y obtención de material vegetal para nuevas plantaciones, a continuación describiremos los diferentes métodos.

#### **3.3.1. Propagación por Semillas.**

Como mencionamos anteriormente, la Stevia tiene una floración larga de casi un mes y una fecundación cruzada que puede mejorarse con la presencia de alguna colmena en las proximidades del cultivo. En otro caso hay que recurrir a sacudir las plantas para imitar la función del viento en la polinización. Los frutos y semillas resultantes presentan un porcentaje bajo de germinación, que oscila entre el 10% y el 38%. Además, la posibilidad de germinación de los frutos no suele durar mucho tiempo. De tal forma que a los cuatro meses de su recolección la capacidad de germinación se reduce en un 50%, manteniéndose así durante un año aproximadamente, siendo a partir del segundo año casi nulas las posibilidades de germinación.

Pese a esto, el principal inconveniente que presenta la propagación por semilla es la pérdida de las características de la planta madre. De tal forma que se obtienen niveles de glucósido en hoja muy dispares dentro de las plantas que han sido obtenidas por semillas.

Es por eso que hoy día la mayoría de países productores (exceptuando China) no recurren a este método de propagación.

#### **3.3.2. Propagación por Esquejes.**

Para la obtención de esquejes es necesario primero seleccionar las plantas madres que mejores características presenten. De tal forma en los países en que existe una tradición en el cultivo de la stevia, existen viveros muy especializados en la producción de plantones de alta selección de los mejores cultivares, en los que se puede adquirir las plantas que vamos luego a cultivar para convertirlas en nuestras plantas madre, de las que obtendremos los esquejes necesarios para continuar con nuestra explotación.

En España, la Asociación Española de la Stevia Rebaudiana se ha fijado entre sus objetivos preferentes, potenciar la aparición de viveros especializados en el cultivo de plantas madre de las mejores variedades de stevia, con objeto de que los cultivadores españoles de stevia puedan encontrar a un precio justo los plantones.

En cuanto a los esquejes mencionar que se pueden obtener dos tipos de esquejes de la planta madre, unos terminales y otros subterminales.

Los esquejes terminales se obtienen cortando por debajo del último nudo que encontremos en el extremo terminal de una rama de la planta. Mientras que los subterminales se obtienen de las partes medias de las ramas de la planta, entre nudo y nudo. Estos esquejes se insertan en semilleros con sustrato apropiado y hormonas de enraizamiento, y una vez la raíz presenta un desarrollo apropiado está listo para ser trasplantado en campo.

#### **4. CONCLUSIONES.**

La elección del material vegetal y la variedad es un factor clave, donde es inasumible cometer errores, ya que esto supondría un mal desarrollo futuro de la plantación. Es por eso que se hace esencial justificar cada una de las decisiones en cuanto a lo que la selección de material vegetal se refiere.

En el caso del Aloe la variedad queda marcada por las exigencias del mercado, que demanda la variedad *Aloe Barbadensis Miller*, siendo hoy día la única variedad comercial existente. Mientras que en el caso de la Stevia nos decantaremos por la variedad Eirete, ya que se ha demostrado que es la que presenta mayor calidad de producción. Siendo objetivo primordial de este proyecto la obtención de un producto de calidad.

-ANEJO 5-

## **DISEÑO DE LA PLANTACIÓN**



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>78</b>
<b>2. DENSIDAD Y DISPOSICIÓN</b>	<b>78</b>
<b>3. REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN</b>	<b>79</b>
<b>3.1. Preparación del terreno</b>	<b>80</b>
3.1.1. Labores previas	80
3.1.2. Construcción de lomos	80
<b>3.2. Plantación</b>	<b>82</b>
<b>3.3. Colocación de Tuberías Porta-Emisores y malla plástica geotextil anti adventicias.</b>	<b>82</b>
<b>4. PREVISIÓN DE COSECHA</b>	<b>84</b>
<b>5. CONVERSIÓN A AGRICULTURA ECOLÓGICA</b>	<b>85</b>
<b>5.1. Dificultades para la conversión a producción ecológica</b>	<b>87</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>



## **1. INTRODUCCIÓN.**

Una vez establecidos los requerimientos climáticos, edáficos e hídricos de los futuros cultivos, y viendo que estos concuerdan con los parámetros de clima, suelo y agua, quedan aseguradas las condiciones para que los cultivos tengan un desarrollo viable en campo.

Ahora pues, habiendo descrito en el anejo anterior el material vegetal que se va a usar para la nueva plantación, el siguiente paso es definir el diseño que la futura plantación tendrá, en cuanto a densidad, disposición de plantas, labores previas de preparación del terreno y procedimiento a la hora de acometerlas. Dejando los cuidados y labores posteriores a la plantación para siguientes anejos.

## **2. DENSIDAD Y DISPOSICIÓN.**

A la hora de acometer una nueva plantación, son muchos los factores a tener en cuenta a la hora de elegir un marco y una densidad de plantación, que garanticen una buena optimización del espacio, rentabilice la inversión, no acarree problemas de manejo, ni sea una carga excesiva para el medio edáfico. Por eso a continuación se exponen los factores a tener en cuenta a la hora de elegir un marco de plantación.

**Iluminación.** La iluminación ha de ser suficiente para que ambos cultivos puedan realizar correctamente la fotosíntesis. El aloe al ser una planta crasa, de poca densidad foliar, no suele presentar problemas de falta de iluminación, caso contrario que en stevia, que al cultivarse en densidades elevadas sí que puede presentar problemas por sombreado entre plantas, sobre todo en las partes bajas.

**Disponibilidad de agua.** La explotación se encontrará en regadío. Sin embargo, el agua a usar tendrá limitaciones en cuanto a calidad y disponibilidad. Es por eso que tenemos que tener en cuenta una densidad que propicie un mejor aprovechamiento del agua, sobre todo en los meses de verano, que las lluvias son casi inexistentes y el buen funcionamiento de los cultivos dependerá del manejo del riego.

**Mecanización.** En el anejo 7 (Maquinaria) se expondrá detalladamente la maquinaria que se usará para esta plantación. Por ahora mencionar que el cultivo de aloe vera y stevia son cultivos poco mecanizados, y que recurren mucho a la mano de obra de operarios. Por ello la densidad de plantación debe de asegurar un buen espacio de trabajo para los mismos.

**Estado sanitario y plagas.** Es importante tener en cuenta las diferentes plagas o enfermedades que afectan a nuestros cultivos, sobre todo aquellas que por las circunstancias creadas por una densidad de plantación mal elegida, propicien la aparición de la misma. Cabe destacar la incidencia de ciertos hongos sobre stevia,

como *Septoria steviae* sp o *Oidium* sp. Los cuales proliferan con condiciones de alta humedad y baja aireación, de ahí la importancia de una correcta elección de densidad.

### **Equilibrio con el ecosistema, disponibilidad de nutrientes y sostenibilidad.**

Al estar orientado este proyecto a la producción ecológica, se hace imprescindible prever la relación existente entre nuestros cultivos y el medio que lo rodea, debiendo quedar garantizadas unas buenas relaciones entre ambos, que generen el menor impacto posible. Hay que tener en cuenta también la nutrición de nuestros cultivos, la cual ha de realizarse de manera orgánica, es decir, sin recurrir a fertilizantes químicos de síntesis, por eso la densidad inicial debe de ser consecuente a esto, para que no se produzcan carencias de algún elemento durante el desarrollo del cultivo.

**Orografía.** La situación orográfica del terreno es otro factor importante a la hora de diseñar una densidad de plantación, sobre todo si presenta grandes desniveles. En nuestro caso, la finca tiene pendiente nula, presentándose un terreno muy homogéneo a lo largo de toda la finca, por esto, no será un factor muy importante a la hora de decidir una densidad u otra.

Una vez expuestos los factores más importantes tenidos en cuenta a la hora de optar por una densidad determinada, se ha concluido en utilizar un marco en aloe de 1m entre planta y 1,7m entre surco, lo que nos da una densidad de unas 5900 plantas/ha. Se ha elegido este marco según criterios observados en explotaciones de la zona, ya que se ha demostrado un correcto funcionamiento. En cuanto a la stevia se va a optar por una densidad de plantas de unas 60.000 plantas/ha, lo que nos deja un marco de 0,3x0,2m entre plantas dentro del lomo y 1,5m entre lomos. De esta manera se conseguirá una densidad de aproximadamente 66.000 plantas/ha, densidad recomendada para el cultivo de stevia según estudios realizados por el Grupo de Desarrollo Rural (GDR) Medio Guadalquivir en una finca experimental en Córdoba, donde se establecen como densidades óptimas entre 55 y 70 mil plantas por hectárea.

Por último, se orientaran las líneas de cultivo en dirección noreste, que coincide con la linde de la finca y facilita la disposición de las líneas de cultivo en función de la forma de la misma, asegurando también una mayor interceptación de radiación solar por nuestros cultivos y evitando posibles problemas de sombreo.

## **3. REALIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN.**

La realización de la plantación es un factor clave para el buen funcionamiento de la explotación, ya que de realizarla erróneamente, supondría perjuicios para el funcionamiento del proyecto desde sus inicios. Por eso prestaremos especial interés en la realización de las mismas.

Por otro lado, unas buenas labores previas a la implantación de los cultivos, encaminadas a mejorar las condiciones del medio de desarrollo de los mismos, ayudarán a que estos entren antes en etapa productiva y disminuirá la probabilidad de que se produzcan marras.

A continuación se enumeran dichas labores.

### **3.1. Preparación del Terreno.**

#### **3.1.1. Labores previas.**

En cuanto a la preparación del terreno, diversos autores, verifican la importancia de una labor previa superficial del mismo. La cual va encaminada a la descompactación del suelo y a su esponjamiento, para que puedan desarrollarse con mayor facilidad los sistemas radicales de las plantas y se infiltre mejor el agua, así como facilitar la labor de construcción de los lomos.

Para ello bastaría con uno o dos pases de grada, a una profundidad de 30-35 cm.

Por otro lado, hay que tener en cuenta otros trabajos previos antes comenzar con las plantaciones o construcción de caballones. En primer lugar tendremos que trazar y acondicionar los caminos o vías de servicio, para la realización tanto de la fase de establecimiento, como para el manejo de la finca. También hay que trazar y abrir las zanjas para la implantación del sistema de riego (red de distribución y porta-ramales).

#### **3.1.2. Construcción de lomos.**

Previo a la construcción de los lomos, es necesario realizar su replanteo, para conocer la disposición espacial de los mismos dentro de la finca.

En el apartado 2 de este anejo, se detalla el marco de plantación realizado para la explotación, así como la orientación de los surcos y distancia entre los mismos.

Los lomos serán de 30-40 cm de altura, ya que los sistemas radicales de los cultivos en cuestión no son demasiado profundos. Con una anchura en la parte superior de 50-60 cm, y se realizarán mediante el pase de una aporcadora.

En la figura 1 se muestra el aspecto de la sección de dos filas de cultivo de aloe, incluyendo las dimensiones ya indicadas.

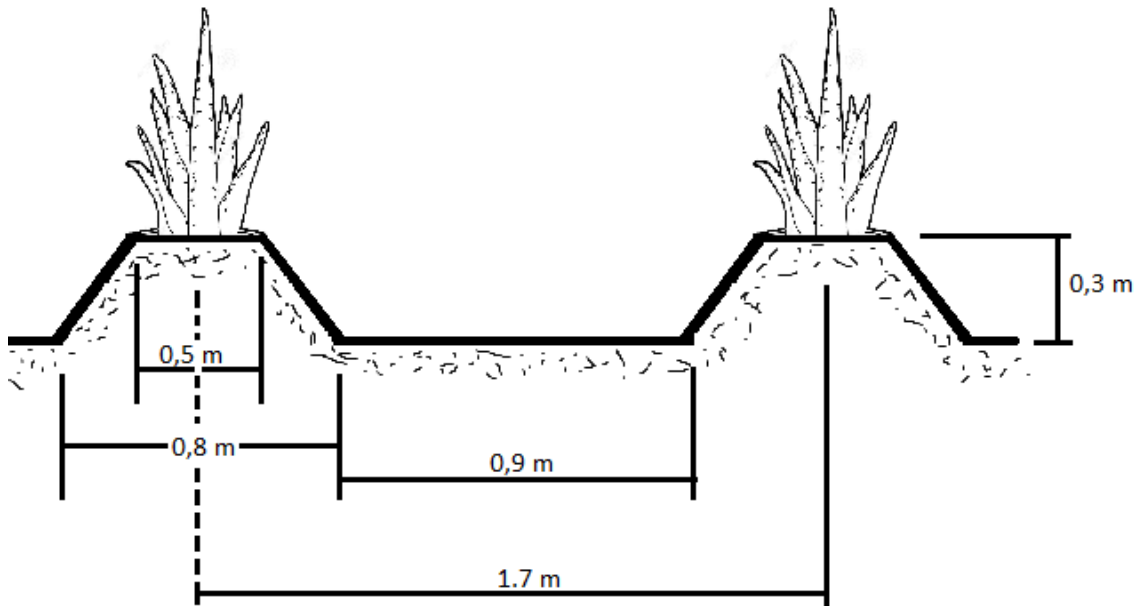


Figura 1 – Croquis de la sección de dos filas de cultivo de aloe.

La figura 2 muestra el esquema de plantación de los surcos de stevia, incluyendo las medidas que se han indicado con anterioridad.

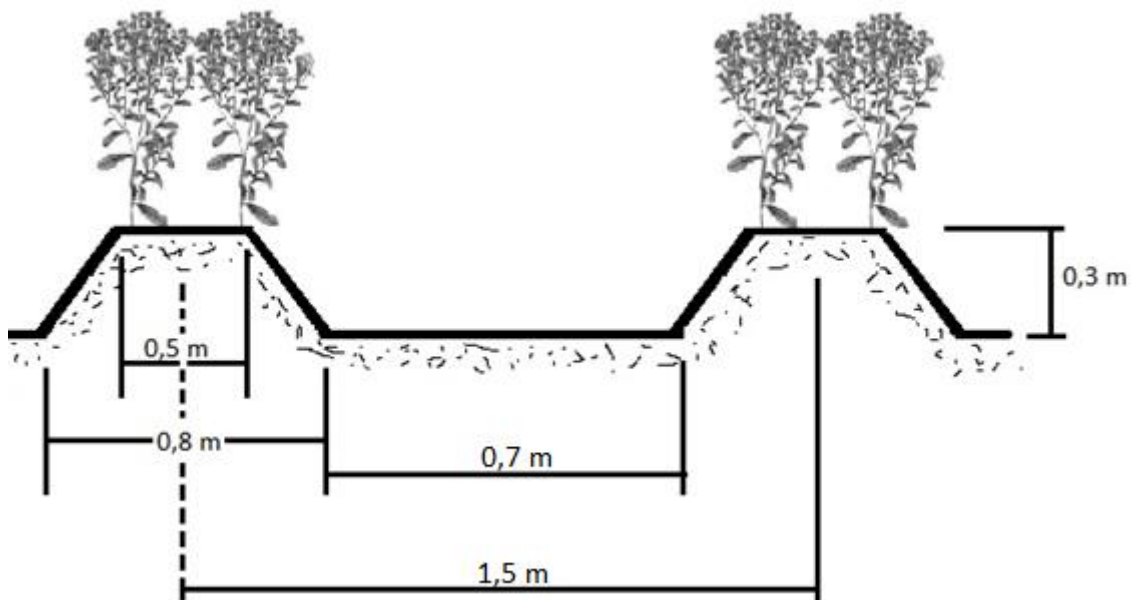


Figura 2 – Croquis de la sección de dos filas de cultivo de stevia.

Estos datos deben de coordinarse íntimamente con los que se utilizarán para realizar la plantación, puesto que una correcta alineación y distanciamiento entre surcos facilitará su posterior manejo.

### 3.2. Plantación.

La plantación del aloe se realiza de manera manual recurriendo a operarios de campo. Para ello en primer lugar se realizarán cepas de 15 a 20 cm de profundidad mediante azada, en el lomo de los caballones y a la distancia anteriormente descrita.

Dentro de la cepa se coloca el plantón de aloe y se tapa con tierra hasta la corona, apisonando después la tierra alrededor de la planta, para evitar que queden bolsas de aire.

De manera similar se realizará la plantación de la stevia, ya que hoy día no existe en la zona maquinaria para realizar esta labor.

Por ello los operarios realizaran cepas poco profundas, de 10-15 cm mediante azada, introducirán los plantones de stevia dentro de las cepas y taparan hasta el cuello de la planta, teniendo en cuenta apisonar levemente alrededor de la misma para evitar que queden bolsas de aire.

Al tratarse de una explotación bajo regadío, no será necesario realizar la plantación antes de que se establezcan las lluvias, es decir en otoño, por eso se optará por una fecha en la que no existan riegos de heladas, ya que los plantones, en especial los de stevia, son muy sensibles a las mismas. Por ello la plantación se realizará en primavera, en el mes de marzo.

### **3.3. Colocación de Tuberías Porta-Emisores y malla plástica geotextil anti adventicias.**

Tras la plantación aún quedan un par de labores a realizar antes de terminar de establecer la nueva plantación.

En primer lugar será necesario realizar la labor de colocación de las tuberías porta-emisores (laterales) en las filas de cultivo. Estas se conectarán a su vez a los porta-laterales y estos a su vez, a sus respectivos hidrantes. Para entonces los hidrantes ya habrán sido colocados en las labores previas anteriormente descritas.

Al existir dos marcos de plantación distintos, uno para cada cultivo, las instalaciones de riego también lo serán, como veremos en el anejo de riego.

Una vez instalado el sistema de riego, y habiendo comprobado su correcto funcionamiento, se procederá a extender la malla geotextil encima de los lomos de la plantación, cubriendo los ramales de riego.

La principal causa de la utilización de este tipo de mallas es como método de lucha contra la aparición de plantas adventicias, ya que al tratarse de una plantación en lomos, el control de las adventicias se dificulta. Puesto que en agricultura ecológica el uso de herbicidas está totalmente prohibido, se haría casi indispensable recurrir a

operarios para la eliminación y manejo de las adventicias, lo que acarrearía un incremento de trabajo y coste del proyecto.

Para colocar la maya se procedería en primer lugar a enterrar los bordes de las mismas en los bordes y extremos de los lomos del surco. Si fuese necesario, se podría recurrir a algún tipo de refuerzo para asegurar su sujeción. Pero en principio con enterrar los bordes bastaría para que queden fijados en su posición. En la figura 3 podemos observar el aspecto de los lomos cubiertos con este tipo de malla.



**Figura 3** – Cultivo de aloe vera en Huelva, con cubiertas geotextiles.

Tras consultar con fabricantes de este tipo de mallas utilizadas en diversas explotaciones, acerca de su uso como control de adventicias, recopilamos sus principales características técnicas:

Tejido de rafia de prolipropileno negro.

Urdimbre: 6 hilos/cm; trama: 4,5 hilos/cm

Permeabilidad: 2,9 l/m<sup>2</sup>

Por otra parte, el uso de mallas geotextiles implica otra serie de beneficios sobre los cultivos, aparte del control sobre las adventicias, según afirman estudios realizados sobre el uso de este tipo de material en el ámbito de la agricultura ecológica (Arenas et al., 2013). Como pueden ser:

- Un desarrollo más rápido de las plantas, lo que seguramente se traducirá en una entrada en producción más precoz. El acolchado mantiene el sistema radical de la planta protegido de cambios de temperatura bruscos, a la vez que permite la respiración adecuada de éste, lo que favorece el desarrollo radicular.
- Un uso más eficiente del agua del suelo, lo que permite obtener un ahorro sustancial de hasta el 30% del agua de riego sin renunciar a los demás beneficios obtenidos por el empleo de la malla. La malla actúa de barrera ante la evaporación de agua en el suelo.

Para este tipo de mallas se espera una vida útil de 3-5 años, dependiendo de la exposición a la radiación solar.

#### **4. PREVISIÓN DE COSECHA.**

Por último, en este anejo trataremos de vislumbrar las posibles producciones de los cultivos en la finca.

En primer lugar atenderemos a la posible producción del aloe. Según (Moreno et al. 2012) el rendimiento de las hojas de aloe, es decir su peso por hectárea, varía según la densidad de cultivo y el régimen productivo (secano o regadío). De tal forma arroja datos para fincas de secano y regadío.

Para una finca de secano en plena producción, es decir de a partir de 2 a 3 años, donde se encuentra una densidad de 2500 plantas/ha y que se recoge hoja de un peso medio de 375 gramos. Se prevé un rendimiento que oscila entre 3750 kg/ha año (si se realiza un corte al año) y 7500 kg/ha año (si se realizan dos cortes al año).

Por otra parte, para superficies en regadío y plena producción (es decir a partir de los 18 meses), con un marco de plantación de 1x1 m (10000 plantas/ha) y un peso medio de 450 gramos por hoja, se obtendrá un rendimiento que oscilará entre 54000 kg/ha (para 3 cortes al año) y 108000 kg/ha (para 6 cortes al año).

Los datos recogidos anteriormente nos ayudarán a calcular una posible producción para nuestra finca. Teniendo en cuenta, que este proyecto persigue obtener un producto de calidad, buscando producir hojas de entre 700 y 900 gramos de peso (como se expone en el apartado de cosecha del Anejo 6) y que la densidad que se propone en este proyecto no es la misma que la presentada anteriormente, para el caso de regadío. Podemos concluir en los siguientes aspectos que marcarán el rendimiento anual de nuestro cultivo:

- Densidad: 5880 plantas/ha (marco 1x1,7m).
- Cortes/año: 1 corte/año (2º año) y 2 cortes/año (3º a 10º año).
- Nº hojas/corte: 5 a 10 hojas.
- Peso de hoja: 700 a 900 gramos.

Para suponer la producción, aplicaremos un criterio conservador. De manera que tomaremos el caso de menor rendimiento del cultivo, es decir, que se recogerán 5 hojas por corte con un peso de 700 g/hoja. Así pues se prevé una producción de **20580 kg/ha** el segundo año y de **41160 kg/ha** los sucesivos años.

Pasamos ahora a analizar la posible producción que se espera obtener del cultivo de la stevia. Dicha producción varía mucho según la zona climática donde se produzca el cultivo. Ya que en algunas zonas el clima propicia que se puedan realizar más cortes al año. Así pues, según (Ramirez et al. 2011) en la zona de Yucatán en Méjico para un marco de plantación similar al elegido para este proyecto, se dan producciones de entre 1500 y 4000 kg de hoja seca/ha y año, dependiendo del número de cortes al año (1 a 6 cortes al año) y tecnificación del cultivo. Por otra parte, el Grupo de Desarrollo Rural (GDR) Medio Guadalquivir recoge valores medios de 60 gramos de hoja seca/planta y año, para dos cortes anuales en la provincia de Córdoba. Aparte expone que para densidades comprendidas entre 55 y 75 mil plantas/ha, se obtienen producciones de entre 2500 y 3500 kg de hoja seca/ha.

De tal manera, supondremos de manera conservadora una producción de **2500 kg de hoja seca/ha** al año, ya que las características climáticas de Córdoba son muy similares a las de la zona de este proyecto. Así pues, prevemos la realización de dos cortes anuales. Este número de cortes es susceptible a cambiar si las condiciones de desarrollo del cultivo posibilitan la realización de un tercer corte.

## **5. CONVERSIÓN A AGRICULTURA ECOLÓGICA.**

Se define la conversión hacia la producción ecológica como la transición de la agricultura no ecológica a la agricultura ecológica durante un periodo de tiempo determinado en el que se aplicarán las disposiciones relativas a la producción ecológica (Reglamento UE 834/2007). Por tanto, independientemente que la finca se gestione en producción convencional, integrada o ecológica (sin certificar) es necesario someterse al proceso de conversión, tanto en la etapa de producción como en la transformación.

En este aspecto, cada agricultor puede diseñar el proceso de conversión que más se ajuste a su objetivo, dicho diseño ha de quedar recogido en su plan de conversión. De manera global, diremos que existen diferentes procesos de transición, los cuales se exponen a continuación:

- **Conversión total:** cuando se aborda de forma simultánea la conversión de la finca completa.
- **Conversión gradual:** cuando se aborda la conversión de una parte de la finca.
- **Conversión vertical:** cuando la conversión se hace poco a poco, como por ejemplo, empezando con la disminución de insumos no autorizados.



En nuestro caso, nos encontramos ante una conversión gradual. Solo se convertirán a producción ecológica las 10 hectáreas que se plantean en este proyecto, quedando en producción convencional el resto de superficie de la finca.

Suponiendo que se inscriba en el proceso de transición a agricultura ecológica el primer año de vida del proyecto, será necesario un tiempo hasta que se pueda obtener la certificación de producción ecológica de la cosecha de los cultivos. El Reglamento UE 834/2007 dedica un artículo completo al proceso de conversión, además de las múltiples menciones que hace en diferentes artículos. En resumen, se recoge lo siguiente:

- Obligatoriedad de estar sometido al proceso de control desde el momento que se inicia el proceso de conversión. Y este proceso se inicia cuando el operador comunica a un organismo de control su voluntad de acogerse al sistema ecológico.
- Obligatoriedad de cumplir todas las normas que afecten a la producción ecológica también en el proceso de conversión.
- Posibilidad de que se definan diferentes periodos de conversión, dependiendo de especies vegetales y animales.
- Las normas para permitir la convivencia entre animales y/o producciones vegetales ya ecológicas con los que estén en proceso de conversión.
- La posibilidad de reducción del periodo de conversión establecido, siempre que se demuestren claramente los antecedentes ecológicos de la finca en estudio.
- La obligatoriedad de comercializar los productos resultantes del proceso de conversión de forma diferenciada.
- La prohibición del uso del logotipo europeo para los productos en conversión.

Por último, se fija el periodo de conversión a producción ecológica en 2 años para cultivos herbáceos y 3 años para leñosos. Es por tanto, que si inscribimos la explotación a conversión en producción ecológica el primer año, no será hasta el tercer año que estará certificada la producción como ecológica, ya que serán necesarios 2 años desde la inscripción hasta la obtención de la certificación.

### **5.1. Dificultades para la conversión a producción ecológica.**

En primer lugar mencionar que en esta finca, y en esta zona en general, siempre se ha llevado a cabo el mismo sistema de producción. Donde la alternancia anual entre el trigo y el girasol siempre ha sido la dominante, basándose su producción en la aplicación de herbicidas como lucha contra las plantas adventicias, y la aplicación de urea como medio de fertilidad del suelo. Es por esto, que se prevé una dificultad de

producción los primeros años, ya que el suelo se ha estado considerando meramente como un soporte para la planta donde aplicarle los nutrientes. Por tanto la fertilidad del mismo tardará años en recuperarse. Suponiéndose así bajadas en el rendimiento de los cultivos los primeros años.

Por otro lado, la mentalidad del promotor, es la heredada de un sistema productivista, donde no se tiene en cuenta la mejora de la biodiversidad ni de los factores o relaciones que se establecen en el medio agrario, así como el mantenimiento de un buen estado del suelo, si no el intentar producir lo máximo posible a costa de aplicar los insumos necesarios y perder calidad en el medio, por tanto ha de aprender a producir asumiendo que tendrá unas pérdidas de producción a cambio de mejorar el entorno de la finca y de reducir los insumos aportados. Asumiendo también a convivir con las plantas adventicias y aplicando métodos distintos a herbicidas para intentar paliar su incidencia.

En general el principal problemas que se prevé es la adaptación y la concienciación por parte del productor en seguir este sistema de producción.

## **6. CONCLUSIONES.**

El diseño de la plantación es clave en cualquier proyecto de índole agrícola relacionado con los cultivos que durarán varios años en el campo.

Se concluye por tanto que la nueva plantación se ubicarán las plantas con un marco de 1x1,7 m (5900 plantas/ha) para el aloe y 0,3x0,2 m (66000 plantas/ha) para la stevia. Sobre un lomo recubierto por una malla plástica geotextil. Bajo esta malla se colocarán las tuberías porta-emisores.

Como se puede ver, existe toda una lista de factores a tener en cuenta a la hora de decidir sobre la densidad y disposición de la plantación. El tiempo y el propio cultivo darán o no la razón a la disposición tomada, pero al menos en lo que respecta a la redacción del proyecto, se han intentado justificar todas y cada una de las decisiones tomadas en este punto.

Igualmente se ha hecho en cuanto a la plantación se refiere, incluyendo todas las operaciones previas y posteriores directamente relacionadas con ella. En este caso, se llega a uno de los puntos clave del proyecto: la construcción de los caballones y el uso de la malla plástica a modo de acolchado. Las repercusiones económicas de esta decisión son importantes y tendrán un gran peso en el presupuesto. Sin embargo, se apuesta firmemente desde aquí en su uso, en la convicción de que servirán de ejemplo para el futuro como muestra de cultivos ecológicos de alta productividad.

Por último, se ha intentado hacer una previsión de cosecha para los años de vida del proyecto. A pesar de que se ha procurado justificar consecuentemente las cantidades

propuestas, estos datos no dejan de ser más que una estimación. En todo caso, el criterio utilizado ha sido conservador.

-ANEJO 6-

## **TÉCNICAS DE CULTIVO**



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>92</b>
<b>2. MANEJO DEL SUELO</b>	<b>92</b>
<b>2.1. Labores previas</b>	<b>93</b>
<b>2.2. Cubierta vegetal</b>	<b>93</b>
2.2.1. Tipo de cubierta vegetal	93
2.2.2. Siembra	94
2.2.3. Fechas y modos de control	95
<b>3. FERTILIDAD DEL SUELO</b>	<b>97</b>
<b>3.1. Materia orgánica</b>	<b>97</b>
3.1.1. Materia orgánica mineralizada	97
3.1.2. Materia orgánica humificada	99
3.1.3. Equilibrio	100
<b>3.2. Balance de nutrientes</b>	<b>100</b>
3.2.1. Extracciones	101
3.2.2. Entradas	102
<b>3.3. Resultado del balance de nutriente</b>	<b>108</b>
<b>4. TÉCNICAS DE CULTIVO</b>	<b>109</b>
<b>4.1. Patógenos del aloe vera</b>	<b>109</b>
4.1.1. Bacterias	110
4.1.2. Hongos	111
4.1.3. Plagas	115
<b>4.2. Patógenos de la stevia</b>	<b>121</b>
4.2.1. Hongos	121
4.2.2. Plagas	124
<b>4.3. Control integral de patógenos</b>	<b>124</b>
<b>4.4. Manejo del aloe vera</b>	<b>126</b>
4.4.1. Eliminación de hijuelos	126
4.4.2. Cosecha	129
<b>4.5. manejo de la stevia</b>	<b>130</b>
4.5.1. Cosecha	130
<b>5. REPLANTACIÓN</b>	<b>133</b>
<b>6. CALENDARIO DE TRABAJOS Y CUADERNO DE EXPLOTACIÓN</b>	<b>133</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>135</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el siguiente anejo, se definen las técnicas a seguir en el desarrollo de los cultivos que en este proyecto se proponen. Para ello, seguiremos los principios de la agricultura ecológica, recogidos en el Reglamento Europeo de Agricultura Ecológica (R. (CE) nº 834/2007). Este documento marca las pautas generales, definiendo desde un punto de vista integral el sistema de cultivo. Por otro lado, el Reglamento (CE) nº 889/2008, establece las disposiciones de aplicación del anterior. Es decir, concreta los puntos de aplicación referentes a productos fitosanitarios, material vegetal, etiquetado, abonados, etc.

En general, la agricultura ecológica debe de estar en armonía con el medio donde se desarrolla, sin perjudicar a este e intentando mejorarlo en la medida de lo posible. Es por esto que centra las acciones fertilizadoras en el aporte de materia orgánica al suelo, busca el control de plagas y enfermedades mediante la prevención y la acción de fauna auxiliar, y no busca la eliminación de las plantas adventicias, si no que aprende a convivir con ellas. Es por esto que la agricultura ecológica se encuentra en armonía con el medio, propósito que se intentará aplicar en las técnicas de cultivo de este proyecto.

## **2. MANEJO DEL SUELO.**

En este apartado se trata el manejo del suelo en la explotación. En el Anejo 2, de Análisis de Suelo, ya se hace hincapié en la importancia que tiene el manejo del medio edáfico en el que se desarrollarán nuestros cultivos. Es primordial para la explotación centrar esfuerzos en aprovechar y potenciar el papel del suelo como fuente de nutrientes, además de adecuado soporte para el desarrollo de las plantas. La viabilidad del proyecto depende directamente de un manejo correcto, puesto que así se evitará recurrir a un aporte desmedido de insumos debido a un deterioro de las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que se corresponde con la práctica adecuada de la agricultura ecológica.

## **2.1. Labores previas.**

Como se ha mencionado en el Anejo 5, de Diseño de la Plantación. Previo a la plantación de los cultivos, se realizará un pase de grada a una profundidad de 30-35 cm con el objetivo de mejorar las propiedades físicas del suelo. Se Busca con esto facilitar el desarrollo radicular de los cultivos en las primeras etapas.

## **2.2. Cubierta Vegetal**

El fuerte control de la erosión que procuran las cubiertas vegetales bien desarrolladas va acompañado de una disminución de la pérdida de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), tanto en forma de sedimentos, como disueltos en el agua de escorrentía (Alonso et al., 2011).

La presencia de cubiertas vegetales conlleva las siguientes ventajas para los suelos:

- Control sobre la erosión.
- Mejora de la infiltración del agua.
- Evita la pérdida de agua del suelo por evaporación.
- Mayor contenido en materia orgánica.
- Mejora de las propiedades físicas.
- Mayor biomasa, actividad y diversidad funcional microbiana edáfica.
- Fijación de nitrógeno atmosférico por leguminosas.
- Actúa como sumidero de CO<sub>2</sub>.
- Aloja fauna beneficiosa para el control de plagas.
- Contribuye a frenar el avance de ciertas enfermedades.

### **2.2.1. Tipo de cubierta vegetal.**

La posibilidad de que la cubierta vegetal espontánea esté compuesta principalmente por leguminosas silvestres es bastante remota. Si a esto se suma un adecuado manejo de una cubierta sembrada con el objeto de integrar la producción de biomasa de ésta en el balance de nutrientes de cara a la fertilización, está justificado (si se compensan económicamente los costes de semilla y siembra) el uso de una cubierta vegetal sembrada.



La especie leguminosa más empleada es la veza (*Vicia sativa*), por su mayor disponibilidad en el mercado. Además, la siembra de cubiertas vegetales de leguminosas tiene la ventaja, al inicio del proceso de conversión, de favorecer una cubierta más compacta, que aporta mayor cantidad de biomasa y nitrógeno. De esta manera, se favorece la recuperación del suelo en los primeros años.

También se pueden utilizar crucíferas, tales como la mostaza blanca (*Sinapsis alba*). Las crucíferas reducen el lavado de nitrógeno y extraen nutrientes desde las capas más profundas del suelo, sobre todo potasio. Gracias a sus potentes sistemas radiculares, además favorecen la infiltración de agua y la descomposición del suelo. Asimismo, disminuyen las poblaciones de determinados nematodos fitopatógenos y la cantidad de inóculo en el suelo de enfermedades de raíz.

En esta explotación se propone el uso combinado de la veza y la mostaza, con el objetivo de conseguir los efectos positivos de ambas. Con esto se consigue también el enriquecimiento de la flora adventicia compañera de la cubierta y con ello, ofrecer un ambiente favorable a la fauna auxiliar.

El uso de otras especies vegetales en la cubierta vegetal o incluso el giro a una cubierta espontánea si esta alcanzara una calidad que lo permitiera (sobre todo que fuese rica en leguminosas), vendrá macado por la evolución del agrosistema y del medio edáfico de la explotación en el futuro.

### **2.2.2. Siembra.**

Todo comienza con la adquisición de la semilla, la cual ha de provenir de cultivo ecológico, según lo especificado en la normativa de agricultura ecológica (R.(CE) nº 834/2007 del Consejo, de 28 de junio 2007). Si esto no fuera posible, previa solicitud y aprobación del organismo de control, ha de emplearse semilla convencional no tratada con ningún tipo de plaguicida.

En cuanto a la dosis de siembra, esta ha de ser al menos superior en un 20-50% a la que se utilizaría si se fuera a obtener grano. Alonso et al., (2011), hablan de dosis de siembra de 120-150 kg/ha y 17,5 kg/ha para la veza y la mostaza respectivamente.

También comentan que la mejor fecha para realizar la siembra es finales de Septiembre o principios de Octubre.

Hay que tener en cuenta que la preparación del terreno para la siembra no debe de ser en ningún caso una labor profunda. Es más, a partir de los primeros años no se precisará de realizar una labor previa a la siembra, ya que bastará con la labor de verano que se describe en el siguiente apartado.

### **2.2.3. Fechas y Modo de control.**

Para el manejo de la cubierta vegetal, hay que tener en cuenta como se relaciona esta con el balance hídrico del suelo. De tal manera que, para mantener el agua edáfica se han de limitar las salidas de ésta hacia la atmosfera, disminuyendo las pérdidas por evaporación directa desde el suelo y evitando la transpiración de la vegetación cuando ésta empieza a ser elevada. A este aspecto, la cubierta vegetal actúa de la siguiente manera:

- Disminuye la pérdida de agua por escorrentía, incrementando la infiltración de agua en el suelo. Esto ocurre de igual forma cuando la cubierta ésta en periodo de crecimiento o cuando se encuentra segada.
- La cantidad de lluvia almacenada en el suelo es dependiente de la cantidad de materia orgánica edáfica y del tamaño, número y estabilidad del espacio de poros, que son función del tamaño de los agregados y su composición.
- Por otra parte, los restos de cubierta vegetal sobre el suelo, también ayudan a evitar la evaporación del agua del suelo, ya que disminuyen la temperatura y la velocidad del viento que inciden sobre este. Esto se conoce también como efecto mulching.

Por otra parte, a la hora de planificar el manejo de la cubierta vegetal, se ha de tener en cuenta que:

- Una vez finalizado el periodo de lluvias, es decir mediados de primavera, la cubierta vegetal continúa transpirando, lo que puede afectar negativamente al balance hídrico. Es necesario realizar un control sobre ésta para detener el proceso de pérdida de agua almacenada en el suelo.

- El efecto de disminución de la evaporación que producen los residuos dejados en superficie, sólo se produce inicialmente, mientras estos se encuentran con cierto contenido de humedad. Por esto, una vez se sequen, se recomienda realizar un laboreo superficial que evite la evaporación cuando la temporada de lluvias finalice.
- Por último, dependiendo del tipo de cubierta vegetal y del desarrollo de esta, podría producirse un sombreado por parte de la vegetación de la cubierta hacia los cultivos. Motivo por el cual, estos verían reducido su tasa de crecimiento. Es por esto que se hace muy importante realizar un control de esta antes de que pueda producirse este sombreado.

Tal como se ha justificado, será necesario realizar controles sobre la cubierta en varios momentos:

Un primer momento puede ser a finales de Febrero o principios de Marzo. Fecha en la cual se espera que con la salida del reposo invernal y la subida de temperaturas las plantas incrementen progresivamente la extracción de agua. Por otra parte, es también la fecha donde se espera que la cubierta vegetal vaya adquiriendo mayor porte, lo que podría producir el sombreado del que se habló anteriormente.

La siega de la cubierta es el procedimiento indicado en este primer control, puesto que la persistencia de los restos dejados en la superficie tras el desbrozado y el mantenimiento del sistema radicular de la hierba minimizan las pérdidas de suelo por erosión al disminuir el impacto de las gotas de agua y la velocidad de escorrentía. Además, este residuo disminuye también la evaporación de agua desde el suelo, al reducir temperatura y velocidad del viento sobre el suelo.

Hay que destacar que en ningún momento hay que dejar los restos secos de la siega en las calles, ya que pueden producir incendios. Por esto, es necesario que una vez secos, estos se entierren mediante un pase de cultivador o grada superficiales. Esto nos lleva al segundo control de las adventicias, esta vez mediante el pase de un cultivador, que buscará tanto eliminar los rebrotes que se hayan producido tras el primer control como el enterrado y mezclado con el suelo de los restos de siega. Se realizará antes del verano, en los meses de abril o mayo.

Un tercer control debería producirse a la entrada de otoño, es decir sobre principio o finales de Octubre, buscando de nuevo esa disminución de altura de la cubierta, para evitar que esta interfiera con la tasa de fotosíntesis de los cultivos.

Hay que mencionar que los controles se prevén siempre posteriores a las dos cosechas que se realizarán en principio anualmente, con el fin de que se produzca el menor daño posible sobre los cultivos debido al pase de los aperos.

### **3. FERTILIDAD DEL SUELO.**

#### **3.1. Materia orgánica.**

En primer lugar, como claro factor de la fertilidad de un suelo, analizaremos la dinámica de la materia orgánica en el suelo, para hacernos una idea de cómo puede ir esta modificándose a lo largo del desarrollo del proyecto y comprobar si con las medidas propuestas se ayuda a mejorar el nivel de esta en el suelo.

Como se observó y mencionó en el anejo 2 – Análisis de suelo, se pretende realizar un plan para intentar corregir en la medida de lo posible el nivel de M.O. del suelo, ya que como hemos visto anteriormente, este es muy bajo. No solo se busca con esta enmienda corregir el nivel de M.O. del suelo, si no también aportar una base de nutrientes a los cultivos.

En el anejo 2 – Análisis de suelo, se mencionó que un buen nivel de M.O. para cultivos de regadío estaba comprendido entre 1,5-2%. En nuestro caso, al partir desde un nivel de M.O. tan bajo y estimar una vida del proyecto en 15 años, nos propondremos un nivel de M.O. objetivo menos ambicioso. Por lo que se intentará elevar el nivel de M.O. durante la vida del proyecto mediante la incorporación de la cubierta vegetal al suelo y los aportes realizados mediante fertirriego.

##### **3.1.1. Materia orgánica mineralizada.**

En primer lugar, para conocer la cantidad de materia orgánica que se mineraliza es preciso determinar antes el contenido de materia orgánica por hectárea. De tal manera, se tiene que el peso de una hectárea de suelo es el siguiente:

$$\text{Peso ha} = S \cdot p \cdot da = 10000 \frac{\text{m}^2}{\text{ha}} \cdot 0,20 \cdot 1,35 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 2700 \text{ t/ha}$$

S = Superficie en m<sup>2</sup> de una hectárea.

p = Profundidad explorada por las raíces de la stevia 15-25 cm

da = densidad aparente media de suelos agrícolas

Pasamos a calcular la cantidad de materia orgánica que estará contenida en esa cantidad de suelo. Recordemos que el suelo presentaba un contenido de materia orgánica de 0,14%, como vimos en el Anejo 2 – Análisis de suelo.

$$\text{M. O.} = \text{Peso ha} \cdot \% \text{M. O.} = 2700 \frac{\text{t}}{\text{ha}} \cdot 0,0014 = 3,78 \frac{\text{t M. O.}}{\text{ha}}$$

Una vez calculada la cantidad de M.O. que hay en la cantidad de suelo determinada, necesitaremos conocer el coeficiente K<sub>2</sub> para poder determinar la cantidad de esta que se mineraliza y se transforma en nutrientes para las plantas. Este coeficiente, es una constante dependiente de los factores climáticos y edáficos que afectan a la actividad microbiana responsable de la pérdida de humus. A continuación se exponen los valores que toma K<sub>2</sub> en función de las características del suelo:

Textura	K <sub>2</sub> (% anual)
Suelos Arcillosos	0,5 – 1,5
Suelos Francos	1,5 – 2,0
Suelos Arenosos	2,0 – 3,0

**Tabla 1.** Coeficientes de mineralización K<sub>2</sub> en función de la clase textural del suelo.

Al ser nuestro suelo Arcillo-Arenoso, estimaremos como valor de K<sub>2</sub> la media de los valores medios de los suelos arcillosos y arenosos, obteniéndose un valor de K<sub>2</sub> de 1,70. Por tanto la M.O. mineralizada anualmente será:

$$\text{M. O.}_{\text{min}} = \text{M. O.} \cdot K_2 = 3,78 \frac{\text{t M. O.}}{\text{ha}} \cdot 0,017 = 65,77 \frac{\text{kgM. O.}_{\text{min}}}{\text{ha} \cdot \text{año}}$$

### 3.1.2. Materia orgánica humificada.

La humificación es el proceso mediante el cual se genera humus en el suelo a partir de compuestos más sencillos. Depende de la materia orgánica aportada al suelo mediante la adición de residuos de cultivo y del coeficiente isohúmico  $K_1$ , que se define como la cantidad de humus formada a partir de un kg de materia seca de los productos orgánicos aportados al suelo. De esta forma, la cantidad de materia orgánica humificada será:

$$M. O_{\text{hum}} = M. O_{\text{aportada}} \cdot K_1$$

En primer lugar será necesario estimar la cantidad de materia orgánica aportada mediante la cubierta vegetal. La tabla 2, muestra la producción de biomasa fresca aérea (PMF), el porcentaje de masa seca de la biomasa fresca (%MS) y la producción de biomasa seca (PMS) de las dos especies que se utilizarán. Estos datos se han extraído de un estudio realizado sobre densidades de siembra similares a las propuestas y condiciones más áridas que las que se esperan para este proyecto.

Cultivo	PMF (t/ha)	%MS	PMS(t/ha)
Veza ( <i>Vicia sativa</i> )	68,50	14,20	9,70
M. Blanca ( <i>Sinapis alba</i> )	45,5	18,30	8,30

**Tabla 2.** Producción de biomasa fresca aérea (PMF), porcentaje de materia seca (%MS) y producción de biomasa seca (PMS) de los cultivos que se utilizarán en la cubierta vegetal obtenidos por Vadell et al., 2008.

Moreno et al. (2009) realizan un compendio de valores  $K_1$  para diferentes restos vegetales, en los que se da a los abonos verdes valores de 0,15 a las raíces y 0,05-0,08 a la parte aérea. Como en el caso en cuestión se incorporará la totalidad de la planta, se tomará un valor intermedio entre ambos: 0,10. Por tanto, la materia orgánica humificada en la rotación propuesta para la siembra de la cubierta vegetal queda como se muestra en la Tabla 3.

Año	Cultivo	Materia seca producida (kg/ha)	Coefficiente isohúmico K <sub>1</sub>	M.O. <sub>hum</sub> (kg/ha)
1	Veza	9700	0,1	970
2	Mostaza Blanca	8300	0,1	830

**Tabla 3.** Materia orgánica humificada en cada año según cultivo.

La materia orgánica media humificada al año será:

$$M. O._{hum} = \frac{(970 + 830) \text{ kg/ha}}{2 \text{ años}} = 900 \text{ kg M. O.}_{hum} / \text{ha} \cdot \text{año}$$

### 3.1.3. Equilibrio.

El nivel de humus en el suelo tiende hacia el equilibrio:

$$M. O._{min}^{eq} = M. O._{hum} \rightarrow M. O._{min}^{eq} = 900 \text{ kg M. O.}_{hum} / \text{ha} \cdot \text{año}$$

Por lo que la cantidad de materia orgánica en el suelo en el equilibrio será de:

$$M. O._{min}^{eq} = M. O._{eq} \cdot K_2 \rightarrow$$

$$M. O._{eq} = \frac{M. O._{min}^{eq}}{K_2} = \frac{900 \text{ kg M. O.}_{hum} / \text{ha} \cdot \text{año}}{0,017} = 52941 \text{ kg M. O.} / \text{ha}$$

Con lo cual, el porcentaje de materia orgánica en el equilibrio queda:

$$\%M. O._{eq} = \frac{M. O._{eq}}{\text{Peso ha}} \cdot 100 = \frac{52,94 \text{ Tm M. O.} / \text{ha}}{2700 \text{ Tm} / \text{ha}} \cdot 100 = 1,96\%$$

Como vemos, se espera elevar el nivel de materia orgánica mediante la utilización de cubiertas vegetales hasta un valor óptimo para el tipo de proyecto que se plantea.

### 3.2. Balance de nutrientes.

A continuación estudiaremos de manera aproximada el balance de nutrientes que podemos esperar para los cultivos de este proyecto. Es muy difícil conocer de manera precisa las extracciones de nitrógeno, fósforo y potasio tanto del Aloe, como de la

Stevia. Ya que existen muy pocos estudios realizados al respecto, y la mayoría de información que se tiene son de experiencia en fincas que producen estos cultivos y que fertilizan según su criterio. Así pues, se analizará para este proyecto las extracciones del cultivo de stevia, ya que por su manejo y fisiología, posee mayores extracciones que el cultivo de aloe, el cual al ser una planta crasa, posee pocos requerimientos nutricionales. De esta manera, se da por sentado, que sí cubrimos las necesidades nutricionales de la stevia, las del aloe quedarán también cubiertas.

### **3.2.1. Extracciones:**

Para estimar las extracciones de macronutrientes principales de la stevia, el contenido de estos en las hojas puede ser la base de partida, ya que determinarían las salidas de los mismos de la finca y que deberán ser reemplazadas. Luciana G. et al. (2014) en su estudio "Crop Productivity, Steviol Glycoside Yield, Nutrient Concentration and Uptake of Stevia rebaudiana Bertoni under Mediterranean Field Conditions", muestra que el contenido medio de nitrógeno, fósforo y potasio de la hoja de stevia en condiciones de clima mediterráneo es aproximadamente 2,03 , 0,24 y 2,44% para un cultivo de stevia de dos años, ya en plena producción.

Basándonos en las extracciones presentadas en dicho estudio, podemos suponer las siguientes extracciones por hectárea y año:

Extracciones de Nitrógeno:

$$2,03/100 \cdot 2500 \text{ kg hoja seca/ha}\cdot\text{año} = \mathbf{50,75 \text{ kg N/ha}\cdot\text{año}}$$

Extracciones de Fósforo:

$$0,24/100 \cdot 2500 \text{ kg hoja seca/ha}\cdot\text{año} = \mathbf{6 \text{ kg P/ ha}\cdot\text{año}}$$

Extracciones de Potasio:

$$2,44/100 \cdot 2500 \text{ kg hoja seca/ha}\cdot\text{año} = \mathbf{61 \text{ kg K/ha}\cdot\text{año}}$$

Estas extracciones son una mera aproximación, y nunca han de tomarse como norma, ya que pueden producirse variaciones de las mismas en los diferentes años y etapas del cultivo, aparte de que las condiciones para este proyecto no serán del todo



similares a las del estudio. Pero para nuestro caso, nos pueden servir para asentar una base de fertilización, que habrá que ir comprobando y estudiando durante el transcurso del desarrollo de la explotación.

### **3.2.2. Entradas.**

Una vez asentadas las extracciones y el comportamiento de la materia orgánica del suelo, pasamos ahora a calcular las entradas de nutrientes que se producirán en el suelo de cultivo. Para realizar los siguientes cálculos, tomaremos la hipótesis de que nos encontramos con los cultivos en plena producción. Es decir, se tomarán las extracciones calculadas en el apartado 3.2.1. como si el cultivo se encontrase en pleno desarrollo y suponiendo que ese año se sembrará veza en la cubierta vegetal, para así poder asentar las bases de la fertilización.

#### **Nitrógeno.**

##### **Nitrógeno proveniente de la mineralización de materia orgánica.**

Normalmente, el nitrógeno orgánico de los suelos de nuestra zona corresponde aproximadamente al 5% de la M.O. del suelo (Delgado et al., 2010). Y el nitrógeno mineralizado se puede calcular según la siguiente expresión:

$$N_{\min} = k_2 \cdot N_{\text{orgánico}}$$

Por tanto el nitrógeno que liberará la M.O. mineralizada será:

$$N_{\min} = K_2 \cdot N_{\text{orgánico}} = K_2 \cdot 0,05 \cdot M.O._{\text{total}} = 0,017 \cdot 0,05 \cdot 3780 \frac{\text{kgM.O.}}{\text{ha}} = \mathbf{3,21 \frac{\text{kgN}}{\text{ha}}}$$

##### **Nitrógeno proveniente de la cubierta vegetal.**

Como se ha indicado anteriormente, el balance se está calculando para el año en el que se siembra veza. La Tabla 4 muestra el aporte de nitrógeno y el aprovechamiento de éste para este cultivo, ya que al ser una leguminosa, el nitrógeno que permanece en los nódulos es liberado al suelo al descomponerse las raíces.

Cultivo	Aporte N (kg/ha)	Aprovechamiento N (%)
Veza (Vicia sativa)	50-80	50-60

**Tabla 4.** Aporte de nitrógeno y aprovechamiento posible de éste de las leguminosas utilizadas en la cubierta vegetal (Delgado et al., 2010).

Por tanto, el nitrógeno aportado por la cubierta vegetal será:

$$N_{cv} = N_{aportado} \cdot \%aprovechamiento = 65 \frac{\text{kgN}}{\text{ha}} \cdot 0,55 = 35,75 \frac{\text{kgN}}{\text{ha}}$$

#### Nitrógeno proveniente del agua de riego.

Según lo expuesto en el Anejo 8, Diseño Agronómico del Riego, la dosis media esperada para un año medio es de 428,12 mm/año y 718,16 mm/año para el aloe y la stevia respectivamente. Por tanto la dosis de riego por hectárea será de:

$$\text{Dosis de riego}_{\text{aloe}} = 428,12 \frac{\text{L}}{\text{m}^2} \cdot \frac{10000\text{m}^2}{1\text{ha}} \cdot \frac{1\text{m}^3}{1000\text{L}} = 4281,2 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}$$

$$\text{Dosis de riego}_{\text{stevia}} = 718,16 \frac{\text{L}}{\text{m}^2} \cdot \frac{10000\text{m}^2}{1\text{ha}} \cdot \frac{1\text{m}^3}{1000\text{L}} = 7181,6 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}$$

Siendo el contenido de nitrato en el agua de 78,12 mg/l (Tabla 1 del Anejo 3, Análisis de Agua de Riego), el nitrógeno aplicado mediante el agua de riego será:

$$N_{\text{riego}_{\text{aloe}}} = \frac{78,12\text{mgNO}_3^-}{1\text{kg}} \cdot \frac{4281,2 \cdot 10^3\text{kg}}{1\text{ha}} \cdot \frac{1\text{kgNO}_3^-}{10^{-3}\text{mgNO}_3^-} \cdot \frac{14}{62} = 75,52\text{kgN/ha}$$

$$N_{\text{riego}_{\text{stevia}}} = \frac{78,12\text{mgNO}_3^-}{1\text{kg}} \cdot \frac{7181,6 \cdot 10^3\text{kg}}{1\text{ha}} \cdot \frac{1\text{kgNO}_3^-}{10^{-3}\text{mgNO}_3^-} \cdot \frac{14}{62} = 126,68\text{kgN/ha}$$

#### Entrada de nitrógeno total.

La entrada total de nitrógeno, será igual a la suma de cada una de las entradas.

$$N_{\text{aloe}_{\text{entrada}}} = N_{\text{riego}} + N_{\text{min}} + N_{\text{cv}} = 75,52 + 3,21 + 35,75 = 114,48 \frac{\text{kgN}}{\text{ha}}$$

$$N_{\text{stevia}_{\text{entrada}}} = N_{\text{riego}} + N_{\text{min}} + N_{\text{est}} = 126,68 + 3,21 + 35,75 = 165,64 \frac{\text{kgN}}{\text{ha}}$$

## Fósforo.

### Fósforo proveniente de la mineralización de la materia orgánica.

Según Urbano (1992), si se estima que el contenido de nitrógeno de los suelos de nuestra zona es el 5%, podemos estimar que el contenido de fósforo será en torno a diez veces menor, es decir del 0,5%, atendiendo a la siguiente relación C/N/P = 100/10/1. De tal manera que el fósforo liberado por la materia orgánica del suelo será:

$$P_{\min} = M.O. \cdot K_2 \cdot 0,005 = 3780 \frac{\text{kg M.O.}}{\text{ha}} \cdot 0,017 \cdot 0,005 = 0,32 \frac{\text{kg P}}{\text{ha}}$$

### Fósforo proveniente de la cubierta vegetal.

De la descomposición de la cubierta vegetal se espera también que se libere fósforo y potasio al suelo. En la tabla 5 se muestra el contenido medio en estos y los porcentajes de aprovechamiento. Bajo un criterio conservador, se minorarán estas cantidades utilizando el porcentaje de aprovechamiento utilizado para el nitrógeno.

Cultivo	Contenido medio (kg/ha)			% Aprovechamiento
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Veza	50-80	15-20	50-60	50-60
Mostaza Blanca	40-80	20-30	80-120	

**Tabla 5.** Contenido de nutrientes en plantas utilizadas como abono verde en la cubierta vegetal (González y Pomares, 2008).

Por tanto, el fósforo aportado por la veza, que será el cultivo utilizado para el año en el que se está calculando el balance será:

$$P_{cv} = P_{\text{aportado}} \cdot \% \text{ aprovechamiento} = 17,50 \frac{\text{kgP}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \cdot 0,55 = 9,62 \frac{\text{kgP}_2\text{O}_5}{\text{ha}}$$

### Entrada de fósforo total:

La entrada de fósforo total, será igual a la suma de cada una de las entradas.

$$P_{\text{entrada}} = P_{\min} + P_{\text{est}} = 0,32 + 9,62 = 9,95 \frac{\text{kg P}_2\text{O}_5}{\text{ha}}$$

## **Potasio.**

### **Potasio proveniente de la mineralización de la materia orgánica.**

Al estar el potasio asociado principalmente a la fracción inorgánica del suelo. Es el potasio absorbido al complejo de cambio el que determina su disponibilidad para las plantas. Este elemento no suele asociarse a la materia orgánica del suelo, por lo que se despreciarán los posibles aportes provenientes de la mineralización de la materia orgánica del suelo.

### **Potasio proveniente de la cubierta vegetal.**

Según los datos aportados por la Tabla 5, el potasio aportado por la veza será:

$$K_{cv} = K_{aportado} \cdot \% \text{ aprovechamiento} = 55 \text{ kgK}_2\text{O}/\text{ha} \cdot 0,55 = 30,25 \text{ kgK}_2\text{O}/\text{ha}$$

### **Entrada de potasio total.**

La entrada total de potasio será igual a la suma de todas las entradas.

$$K_{total} = K_{min} + K_{est} = 0 + 30,25 = 30,25 \frac{\text{kg K}_2\text{O}}{\text{ha}}$$

### **3.2.3. Pérdidas.**

A continuación se analizarán las posibles pérdidas que se puedan producir de los diferentes elementos, las cuales son ajenas a las extracciones propias de la cosecha de los cultivos. Estas pérdidas se producen por diferentes procesos que se estudiarán a continuación.

### **Nitrogeno.**

#### Pérdida por lixiviación.

El nitrógeno al encontrarse principalmente en forma de nitrato en el suelo y siendo este un elemento muy soluble en agua, hace que cuando el suelo se encuentre por encima de capacidad de campo o en condiciones de alta precipitación, se desplace hacia zonas profundas del suelo, fuera del alcance de la raíz de la planta.

En el Anejo 1 – Datos y Clasificación Climática, se vio que la pluviometría media anual de la zona del proyecto era de 539 mm/año. Según Moreno et al. (2009), para unas condiciones de pluviometría mayor a 500 mm/año y un suelo poco profundo y franco, unas pérdidas por lavado de 23 kgN/ha. Por tanto:

$$N_{lav} = 23 \frac{\text{kgN}}{\text{ha}}$$

#### Perdidas por desnitrificación y volatilización.

##### Desnitrificación:

La desnitrificación es el proceso por el cual se produce la reducción del nitrato del suelo a formas gaseosas como NO, N<sub>2</sub>O o N<sub>2</sub> en condiciones anaeróbicas, lo que implica el retorno de N a la atmósfera. Las condiciones que propician este proceso son suelos saturados de agua, donde las pérdidas de nitrógeno del suelo pueden ser apreciables. Este proceso también se puede producir en suelos con un buen drenaje que sufren periodos de saturación, así como en el interior de agregados húmedos del suelo donde no existe una buena aireación.

##### Volatilización:

La volatilización es la pérdida del amonio, generado por la mineralización de la materia orgánica del suelo o aportado como fertilizante, a la atmósfera como amoniaco gaseoso. El proceso de volatilización se ve favorecido por la aplicación de fertilizantes amoniacales o ureicos, pHs básicos, suelos con una capacidad de intercambio catiónico baja que no son capaces de fijar el amonio al complejo de cambio y suelos secos.

Según Ordovas et al., (2009), en condiciones de suelos normales y un manejo del suelo adecuado, estas pérdidas son pequeñas y se compensan con las entradas por agua de lluvia. Así pues, supondremos despreciables las pérdidas de nitrógeno en forma de desnitrificación y volatilización.

##### Pérdida total de nitrógeno.

Como hemos visto anteriormente, la principal pérdida de nitrógeno del suelo será la producida por el lavado del mismo. Ya que no se esperan grandes pérdidas por parte

de la volatilización y la desnitrificación según las condiciones descritas que propician dichas pérdidas. Por tanto, para determinar la pérdida total de nitrógeno del suelo en la explotación solo tendremos que sumar la extracción del cultivo con las pérdidas ya calculadas:

$$N_{\text{perdido}} = N_{\text{lav}} + N_{\text{ext}} = 23 + 50,75 = 73,75 \frac{\text{kgN}}{\text{ha}}$$

### **Fósforo.**

El fósforo al ser un elemento poco móvil dentro de la solución del suelo, solo suele salir del sistema mediante las extracciones del cultivo. Aun así, previamente se ha de estudiar cual sería realmente la demanda de este nutriente en función de su contenido en el suelo.

Se establece en el suelo (según Método Olsen) un nivel crítico de fósforo de 8-10 ppm en suelos arcillosos y 12-20 ppm en suelos arenosos. En nuestro caso al ser arcillo-arenoso, tomaremos la media de los valores medios de ambos tipos de suelo como nivel crítico. Así pues se obtiene un nivel crítico de 12,5 ppm. Si volvemos al Anejo 2 – Análisis de Suelo, podremos comprobar que el nivel de fósforo del suelo es de 79 mg/kg o lo que es igual 79 ppm. Como vemos, el nivel de fósforo del suelo está muy por encima del nivel crítico. De tal manera que no será necesario realizar una fertilización correctora del mismo, solo será necesario realizar una fertilización de mantenimiento que será igual a las extracciones del cultivo.

$$P_{\text{perdido}} = P_{\text{ext}} = 6 \frac{\text{kgP}_2\text{O}_5}{\text{ha}}$$

### **Potasio.**

Hay que mencionar que para el potasio se da un mecanismo de lavado similar al del nitrógeno, pero este de menor magnitud, ya que el potasio es menos móvil que el nitrógeno. Pero en suelos donde existe una alta Capacidad de Intercambio Catiónico, es decir, suelos donde se retengan en una buena proporción los nutrientes, suele ser despreciable dicha pérdida (Delgado et al., 2010).

### Salida de potasio total.

Al igual que para el fósforo, las salidas de potasio del sistema serán iguales a las extracciones del cultivo, pero al igual que en el caso del fósforo, será necesario establecer un nivel crítico para el tipo de suelo en cuestión y ver si es necesario realizar un abono de corrección aparte de el de mantenimiento.

De tal manera volvemos al Anejo 2 – Análisis de Suelo para ver que el nivel de potasio del suelo es de 663 mg/kg o lo que es lo mismo 663 ppm. Siendo el nivel crítico de potasio en suelos arcillosos de 200-300 ppm y en arenosos de 100 ppm, nos queda que para el caso del suelo arcillo-arenoso un nivel crítico de 175 ppm. Como vemos, al igual que con el fósforo, no será necesario realizar una fertilización de corrección. De tal manera que las pérdidas totales serán las producidas por las extracciones del cultivo:

$$K_{\text{perdido}} = K_{\text{ext}} = 61 \frac{\text{kgK}_2\text{O}}{\text{ha}}$$

### 3.3. Resultado del Balance de Nutrientes.

Habiendo quedado expuestos los mecanismos mediante los cuales se realizan las entradas, salidas o inmovilizaciones de los nutrientes del suelo, pasamos a calcular el balance total de cada uno de ellos para el ciclo de cultivo que han sido calculados.

#### Nitrógeno.

Para el caso del nitrógeno supondremos el caso del aloe, ya que este tiene una menor entrada de nitrógeno. El balance de nitrógeno queda:

$$B_N = N_{\text{entrada}} - N_{\text{salida}} = 114,48 - 73,75 = 40,73 \frac{\text{kgN}}{\text{ha}}$$

Como se puede observar, el balance es positivo, por lo que no será necesario realizar más fertilización aparte de la que ya se ha expuesto como enmienda orgánica con el objetivo de elevar el nivel de materia orgánica del suelo para así aumentar su fertilidad.

## **Fósforo.**

El balance del fósforo queda:

$$B_P = P_{\text{entrada}} - P_{\text{salida}} = 9,95 - 6 = 3,95 \frac{\text{kgP}_2\text{O}_5}{\text{ha}}$$

De nuevo, el resultado es positivo. Por tanto tampoco será necesario para este caso realizar fertilización alguna.

## **Potasio.**

El balance de potasio queda de la siguiente manera:

$$B_K = K_{\text{entrada}} - K_{\text{salida}} = 30,25 - 61 = -30,75 \frac{\text{kgK}_2\text{O}}{\text{ha}}$$

Aquí el resultado es negativo, por lo que se prevé que será necesario aplicar abonado para este nutriente. En el programa de fertilización dentro del anejo 10, de Fertirrigación se dan más detalles sobre este punto.

## **4. TÉCNICAS DE CULTIVO.**

### **4.1. Patógenos del Aloe vera.**

Tanto en el aloe vera, como en todos los cultivos, existen organismos patógenos que producen perjuicios sobre la planta cultivada, influyendo así en el rendimiento y la producción total de nuestro cultivo.

Es por esto que se hace imprescindible conocer los patógenos que típicamente inciden sobre este cultivo.

Al ser el Aloe un cultivo relativamente novedoso, no se han realizado muchos estudios, ni existe mucha bibliografía al respecto. La mayoría de información existente es la recogida por la experiencia que en fincas se recoge. Así pues nos basaremos en informes recogidos en la finca "las coronas", productora de Aloe Vera en la provincia de Sevilla, para recopilar los principales patógenos que afectan a esta planta en nuestra zona.



Así pues dividiremos los diferentes patógenos según el tipo de organismo que lo produce, es decir bacterias, hongos y plagas.

#### **4.1.1. Bacterias:**

##### **Descripción de patógenos:**

Podredumbre blanda (*Erwinia sp.*).

##### **Síntomas:**

Se caracteriza por presentar necrosis en las hojas, que forman grandes parches irregulares a lo largo de la lámina foliar. El pseudo tallo manifiesta manchas necróticas, pero en un grado menos avanzado con un halo acuoso en la etapa inicial.



**Figura 1** – Síntomas de pudrición blanda en zona basal de las hojas de aloe.

En condiciones cálidas y secas. Los tejidos vasculares presentan una coloración marrón, el tallo sufre desecación, llegando finalmente a pudrirse y ocasionalmente se produce necrosis tisular.

##### **Daños:**

*Erwinia* causa pérdidas moderadas o graves en las cosechas. Principalmente por la pudrición y desecado que provoca en el material. Además, los tejidos podridos manchan los sanos durante los procesamientos posteriores a la cosecha, por tanto la

bacteria provoca también pérdidas post-cosecha, aunque la infección no se transmite durante el almacenamiento.

#### **Ciclo vital:**

Esta bacteria es capaz de subsistir en el suelo a base de materia orgánica (y de restos de plantas), por lo que el suelo permanece infestado entre dos cultivos. La alta humedad y el agua libre favorecen la infección. La enfermedad se produce con temperaturas altas, generalmente 25 a 30 °C.

Este patógeno puede penetrar en los tejidos de la planta sólo a través de heridas. La fuente más importante para su difusión son las partes vegetales contaminadas (rizomas, etc.), pero no se transmite por semilla. Puede diseminarse a través de los implementos utilizados en las labores de deshoje y deshije, el corte de los racimos y por el agua de riego.

El exceso de nitrógeno en las plantaciones, unido a las condiciones de temperaturas y humedad antes descritas, favorece el desarrollo de la enfermedad.

#### **4.1.2. Hongos:**

##### **Descripción de patógenos:**

Marchitez o Fusariosis (*Fusarium* sp.)

##### **Síntomas:**

Los síntomas se presentan en hojas, las cuales se decoloran y se tornan a un color marrón. Estas hojas decoloradas tienden a enrollarse sobre si mismas, llegando finalmente al marchitamiento de la misma.

Podemos observar también síntomas internos realizando cortes longitudinales al tallo, donde se podrán observar colores rojizos y marrones en los haces vasculares.

La mayoría de estos síntomas son causados por la propia planta al reaccionar con el hongo, ya que tiende a acumular geles vasculares, de materiales fenólicos, para detener la infección del mismo.

### **Daños:**

El daño principal de este patógeno reside en las hojas, las cuales al ser afectadas pierden gran valor comercial, debido a la acumulación de estos compuestos en el gel de la hoja y al aspecto decolorado que presenta.

### **Ciclo Vital:**

El ciclo vital de este hongo se inicia cuando se dan las condiciones favorables para el desarrollo del mismo. En principio, temperaturas entre los 25 y 30°C con alta humedad, son las condiciones que propician la infección del hongo.

El patógeno sobrevive sobre restos vegetales y tejidos muertos del hospedante en forma de clamidiosporas. Estas germinan cuando perciben los exudados secretados por las raíces de las plantas y las condiciones son óptimas.

Una vez germinadas, las hifas del hongo penetran en la epidermis de las raíces por alguna herida de la misma. Una vez penetrada la epidermis, va colonizando los vasos del xilema con los micelios y microconidios, lo que produce una obstrucción de los vasos.

Posteriormente en los tejidos afectados se comienzan a formar esporoquios, los cuales comenzarán a formar nuevas conidias que infectaran otros tejidos. Al llegar estos tejidos al suelo, continua la formación de micelios y esporas, las cuales pueden volver a infectar otra nueva raíz.

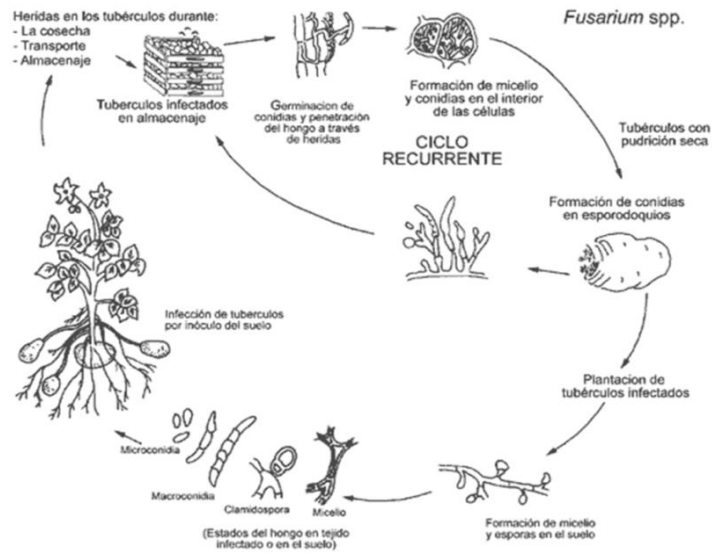


Figura 2 – Esquema del ciclo vital de *Fusarium sp.*

### Descripción de patógenos:

Podredumbre de raíz (*Rhizoctonia sp.*)

### Sintomas:

Los síntomas que presenta esta enfermedad son lesiones oscuras (necróticas) en la base del tallo, éstas son deprimidas. Se producen en el tallo y raíz, lo que interrumpe el flujo de savia en la parte afectada.



Figura 3 – Plantas de Aloe afectadas por *Rhizoctonia sp.*

### **Daños:**

El primer daño que presenta esta enfermedad, es la aparición de manchas en las hojas de la planta. Perdiendo así, gran parte de su valor comercial. Ya que el tejido afectado se licua, se seca y finalmente puede llegar a partir la penca. Por lo cual esta no puede ser seleccionada para extraerle el gel.

Por otra parte, si la raíz es invadida por el patógeno, se afecta a la planta completa, causándole marchitez al no permitir el paso de nutrientes y puede causar la muerte de la planta.

### **Ciclo Vital:**

*Rhizoctonia sp.* es un estadio asexual de la clase de los Basidiomicetos, del orden de los Homenomycetales y de la familia de los Corticiaceos. Es un hongo hidrófilo y termófilo. Por debajo de 9°C, ninguna infección puede declararse. Por el contrario a 20°C, el tiempo de incubación es tan solo de 3 días y en ese momento, la propagación de la infección es muy rápida. Es por esto que se hace importante controlar su incidencia sobre todo en los meses templados y cuando exista mucha humedad.

*Rhizoctonia sp.* se localiza preferentemente en las capas superiores del suelo (en los dos primeros centímetros). En el suelo, puede en ausencia de plantas o de condiciones favorables, conservarse varios años. Esta conservación se hace bajo forma de esclerocios, duros y de color sombreado.

### **Propagación:**

Como la producción de esporas asexuadas es nula, el riesgo de la diseminación por agua, corrientes de aire e insectos es nulo. De hecho, son los propios vegetales quienes constituyen el principal origen de la contaminación de estos patógenos.

Estos patógenos están presentes sobre un gran número de plantas huésped, en consecuencia, todo suelo no descontaminado es considerado como potencialmente infeccioso por ellos.

Por todo esto, podemos concluir que en nuestro caso, los principales factores de diseminación de estas enfermedades son:

- Por propagación de hijuelos infectados.
- Por la no desinfección de utensilios e implementos de corte y de labranza.

- Por la incorporación al suelo de pencas de aloe enfermas.

#### 4.1.3. Plagas.

##### Descripción de patógenos:

Pulgones (*Aloeophagus myersi*).

Los áfidos o pulgones constituyen un grupo muy extenso de insectos. Pertenecen al orden *Hemiptera*, suborden *Homoptera* (cicadelas, pulgones, moscas blancas y cochinillas) y forman la superfamilia *Aphidoidea*.

El Pulgón es de las plagas más comunes. Casi todas las plantas cultivadas pueden verse atacadas por pulgones. Son insectos chupadores, y están provistos de un largo pico articulado que clavan en el vegetal, y por él absorben los jugos de la planta. Segregan un líquido azucarado y pegajoso por el ano denominado melaza, e impregna la superficie de la planta impidiendo el normal desarrollo de ésta. En la zona final del abdomen, se encuentran situados dos tubitos o sifones, de distinto tamaño y forma según especie, por el cual segregan sustancias cerasas. Otras especies, poseen en el abdomen glándulas productoras de cera pulverulenta con la que se recubren, son los pulgones harinosos o laníferos.



**Figura 4** – Apreciación de pulgones (*aloeophagus myersi*).

##### Daños:

Los áfidos o pulgones pueden ocasionar distintos daños. Los directos se presentan cuando se alimentan sobre el floema de la planta (existen muy pocas especies que se alimentan del xilema). Las ninfas y los adultos extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento. Esto origina un debilitamiento y se detiene

el desarrollo y provoca que las hojas se enrollen. Si el ataque es muy severo la planta puede secarse. La detención del desarrollo o la pérdida de hojas se traducen en una reducción de la producción final.

Los daños indirectos se generan como consecuencia de la alimentación y una reducción de la fotosíntesis. La savia es pobre en proteínas y rica en azúcares, por lo que los áfidos deben tomar gran cantidad para conseguir suficientes nutrientes.

Los pulgones excretan el exceso de azúcar como melaza que se deposita en el envés de las hojas y cae al haz de la hoja de abajo. Esto favorece el desarrollo de mohos de hollín, tizne o negrilla, que da lugar a una reducción de la actividad fotosintética de la planta y al descenso de la producción.



**Figura 5** – Daños producidos por pulgón en planta de aloe.

#### **Ciclo Vital:**

Los áfidos presentan un ciclo de vida complicado debido a las diversas fases por las que pasan y a las formas que adoptan, tan diferentes entre sí que en algunos pulgones inducen a considerarlos como especies distintas.

Según la planta hospedante, pueden distinguirse distintos tipos de pulgones: Monoecias: especies que sólo viven sobre una planta hospedante, y Heteroecias: alternan las plantas hospedantes (pasan el invierno en un tipo de planta y en primavera cambian a plantas herbáceas, generalmente cultivadas).

Según la forma de reproducción pueden ser pulgones vivíparos, que dan nacimiento a crías vivas, u ovíparos, que ponen huevos. Aquellos pulgones que pasan el invierno

como huevos producidos por hembras sexuales, son referidos como que tienen un ciclo de vida holocíclico. De manera general, podemos definir su ciclo vital de la siguiente manera.

El invierno lo pasa en estado de huevo, realizándose las puestas en las yemas de plantas hospedantes. A partir de febrero se produce la eclosión de los huevos y aparecen las hembras fundadoras.

En los brotes pasan entre dos y tres generaciones. En la última de estas generaciones todos los insectos son alados, y emigran a otros cultivos, y para junio ya no quedan pulgones en el hospedador primario.

Durante el verano pasan varias generaciones en los hospedadores secundarios, y en septiembre realizan el vuelo de retorno hembras y machos alados, realizándose las puestas en brotes tiernos y axilas de yemas, cerrándose así el ciclo.

#### **Descripción de patógenos:**

Araña roja (*Tetranychus urticae*).

Esta araña roja es un ácaro tetraníquido, cosmopolita y muy polífago, dado que afecta prácticamente a todos los cultivos protegidos, cultivos al aire libre, y gran número de especies espontáneas.

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida por toda España, sobre todo en zonas de clima suave y cálido: costa mediterránea, Andalucía, Extremadura y Canarias.

#### **Daños:**

La araña roja produce daños tanto en hoja como en fruto, pero para el aloe, el daño principal lo produce en hoja. Produciendo decoloración a causa de las picaduras, que acaban desecando la zona afectada. Lo que repercute en una peor calidad de la hoja producida, disminuyendo también la capacidad fotosintética de la planta.





**Figura 6** – Apreciación de araña roja (*Tetranychus urticae*).

### **Ciclo biológico:**

El ciclo biológico es holometábolo, y consta de 4 estados de desarrollo: huevo, larva, dos estadios ninfales (protoninfa y deutoninfa) y adulto.

Normalmente pasa el invierno en estado adulto en árboles, malas hierbas, y hortícolas. En primavera reinician su ataque situándose en el envés de las hojas, donde comienzan a aparearse y realizar las primeras puestas.

Cada hembra adulta puede poner 100-120 huevos, con una frecuencia de 3-5 huevos/día. Su vida puede durar entre 20-28 días, mientras que la vida de un macho se acorta hasta los 14 días. La proporción normal de hembras y machos en una población estándar se sitúa en 3:1.

De los huevos nacen larvas, con tres pares de patas que evolucionan a los estadios de protoninfa y deutoninfa, en los que pasan a poseer cuatro pares de patas. A continuación evoluciona mediante una muda al estado adulto.

El desarrollo de todo este ciclo es muy rápido, completándose en una semana con temperaturas de 30°C y ambiente seco. A medida que la temperatura desciende, se alarga progresivamente situándose en unos 14 días cuando ésta es de 23 °C.

### Descripción de patógenos:

Cochinilla algodonosa (*Planococcus citri*).

Hay muchas especies de lo que se conoce comúnmente como cochinillas. Todas ellas se caracterizan por tener una especie de escudo protector de colores y consistencia variada. Se fijan en hojas, ramas y frutos, alimentándose al clavar su pico chupador de savia del vegetal, provocando que las hojas se decoloren, se amarillen y finalmente caigan.

*Planococcus citri* la especie de entre las cochinillas algodonosas que más daño ocasiona en los cítricos y vid, pero también ataca a otras muchas especies vegetales cultivadas, como el aloe.



Figura 7 – Apreciación de cochinilla algodonosa (*Planococcus citri*).

### Daños:

La cochinilla algodonosa produce daños directos e indirectos. Los directos son debidos a las manchas cloróticas que producen en los frutos y hojas cuando se alimentan de estos. Estos daños se suelen observar cuando hay frutos y hojas en contacto.

Los indirectos son debidos a la secreción de melaza, a partir de la cual se desarrolla la negrilla que cubre frutos, hojas y ramas, depreciando la comercialización de los productos y disminuyendo la capacidad fotosintética de las hojas. Además, la presencia de la cochinilla algodonosa atrae a otras plagas.



**Figura 8** – Daños producidos por cochinilla algodonosa en chumbera.

#### **Ciclo biológico:**

La cochinilla algodonosa es un insecto de la familia de los Pseudococcidae. La hembra adulta es ovalada y cubierta por una secreción cerosa blanca que recubre el cuerpo y le da un aspecto harinoso.

Cuando realizan la puesta la recubren de una secreción cerosa de aspecto algodonosa. Las ninfas hembras de primer y segundo estadio son ovaladas y de color entre rosáceo y anaranjado que se oscurecen con el tiempo.

Las ninfas de tercer estadio son similares a las hembras pero de menor tamaño. El primer estadio ninfal del macho es similar al de la hembra. Durante el segundo estadio empieza a secretar cera algodonosa hasta recubrirse completamente, el segundo es similar pero de color marrón y de aspecto algodonoso. Dentro mudará tres veces hasta dar lugar al macho adulto.

El macho adulto es completamente diferente a las hembras, es alado y de pequeño tamaño. De color variable entre naranja claro y marrón rojizo y con las alas hialinas. Una vez emerge, el macho adulto busca y localiza a las hembras para fecundarlas.

Durante su desarrollo las hembras de cochinilla mudan tres veces, pasando por tres estadios ninfales móviles antes de llegar a adulto. Las ninfas se fijan en zonas resguardadas. En verano, pueden completar el ciclo en unas seis semanas.

Tras ser fecundadas las hembras secretan la masa cérica algodonosa, denominada ovisaco, que sirve para proteger los huevos de los enemigos naturales y de la desecación. Por lo general completa cinco generaciones por año.

## **4.2. Patógenos de la Stevia rebaudiana.**

### **4.2.1. Hongos**

#### **Agente causal**

Pudrición Blanca (*Sclerotium rolfsii*).

#### **Síntomas:**

Los síntomas que produce son marras de necrosis y podredumbre de cuello en plántulas. En plantas adultas comienzan con clorosis y marchitez acompañados de pudriciones húmedas en el tallo y cuello que a veces llegan a cubrirse de un moho blanco que es el micelio del hongo, llegando a secar la planta.

#### **Daños:**

El efecto de este hongo no es considerado de gran importancia sobre los cultivos, pero puede acarrear pérdidas de rendimiento en las plantas afectadas debido a la de tejidos vasculares y a la clorosis que produce en hojas.

#### **Ciclo biológico:**

El hongo crece a temperaturas desde 8°C hasta 40°C y en pH desde 1,4 hasta 8,8. Causa la pudrición de las plantas por la desintegración del tejido en la base del tallo donde se observa inicialmente, un micelio blanquecino ramificado del cual se producen, finalmente, numerosos esclerocios encargados de su supervivencia y diseminación.

**Agente causal:**

Septoriosis (*Septoria steviae*).

**Síntomas:**

Este hongo produce pequeñas manchas foliares de color marrón claro a marrón oscuro, de forma irregular y contorno (halo) amarillento.

**Daños:**

Este hongo no produce grandes daños, pero las manchas producidas en las hojas deprecian el valor de las mismas.

**Ciclo biológico:**

Es favorecido en condiciones de alta humedad (lluvias continuas, rocío y neblina) y temperaturas elevadas; con suelos mal drenados y aireación deficiente. En otoño y primavera los cultivos son infectados por conidias transportadas por el viento. Una vez colonizado el material vegetal, comienzan a formarse picnidiosporas en las partes afectadas, que son transportadas por contacto o lluvia a otras partes de la planta o a plantas adyacentes. El invierno lo pasa en forma de micelio, picnidios y pseudotecas en rastrojos, siembras tempranas y huéspedes adventicios.

**Agente causal:**

Alternariosis (*Alternaria steviae*).

**Síntomas:**

Presenta manchas más grandes que las provocadas por la Septoria, que empiezan a desarrollarse en la margen de las hojas y llegan a afectar el tallo y los órganos florales. Cuando entra en esta última etapa se produce la caída de las hojas, principalmente de las inferiores

**Daños:**

Al igual que la Septoria, este hongo no produce grandes daños, pero su presencia deprecia la calidad del producto obtenido.

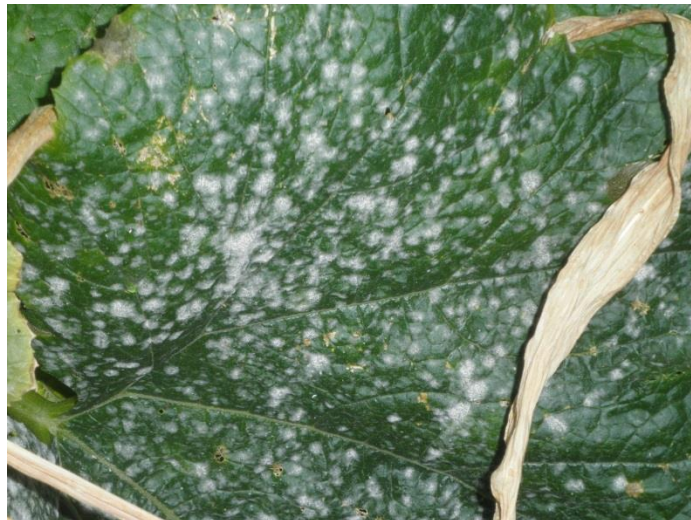
**Agente causal:**

Oidio (*Oidium sp.*)

**Sintomas:**

Los síntomas del oídio se pueden observar en la hoja, las cuales presentan un polvillo parecido a ceniza de color blanquecino, que puede aparecer tanto en el haz como en el envés. Usualmente en los comienzos del ataque, se observan manchas aceitosas en el haz, que suelen ser más pequeñas que las del mildú, y no muestran pelusilla blanca en el envés (típica del mildú), apreciándose, en cambio, punteaduras pardas.

Por otro lado, también se pueden apreciar síntomas en tallo. Estos se manifiestan por manchas diversas de color verde oscuro que, según van creciendo al avanzar la vegetación, pasan a tonos marrones y se ennegrecen al endurecerse el brote.



**Figura 9** – Síntomas de oídio en hoja de cucurbitácea.

**Daños:**

Las manchas producidas en las hojas van aumentando de tamaño y número, extendiéndose de las hojas viejas a las jóvenes y atenuando el desarrollo de la planta. En ataques fuertes la hoja se seca y se desprende, provocando defoliaciones y

quemaduras en los frutos al quedar expuestos directamente al sol originando importantes pérdidas de cosecha, tanto en cantidad, como en calidad.

#### **Ciclo biológico:**

Este hongo empieza a manifestarse con el crecimiento de su micelio sobre cualquier parte verde de la planta, desarrollando unos preñores con los que se fija sobre la epidermis, alimentándose de sus células mediante unos haustorios.

Con el crecimiento del micelio aparecen unas estructuras erguidas, los conidióforos, en los que se van a desarrollar escalonadamente las conidias. Una vez que cada conidia alcanza su madurez se desprende del conidióforo. La gran cantidad de conidias desprendidas constituyen esa ceniza que caracteriza la enfermedad.

En condiciones favorables, la conidias germinan emitiendo un tubo promicélico que dará lugar a los preñores y haustorios que ya conocemos. De esta forma el oidio se va propagando.

Sin embargo si las condiciones no son favorables, el hongo puede invernar. Para ello en el micelio aparecen unas estructuras esféricas, las peritecas, cuya membrana protege a 4 u 8 ascas y cada una de ella a 4 u 8 esporas. Cuando las condiciones mejoran las esporas germinan parasitando la planta de nuevo.

#### **4.2.2. Plagas.**

En cuanto a las plagas de la stevia, decir, que las principales que atacan a este cultivo en nuestra zona son los pulgones, y también se detecta algo de incidencia de araña roja. Al haberse descrito estas plagas en el aloe, no profundizaremos más en este aspecto.

#### **4.3. Control integral de patógenos:**

Para reducir el efecto de los patógenos anteriormente descritos, se recomienda realizar un plan integrado de control. Donde se enfoque principalmente al uso de prácticas agronómicas, culturales y de control biológico. Ya que en el cultivo del Aloe no se recomienda realizar tratamientos químicos, debido a que gran parte de los elementos tóxicos del tratamiento pueden quedar retenidos dentro de las hojas.

Presentándose así trazas de estos productos en la cosecha. Lo que resta calidad al producto obtenido, e incluso en algunos casos, impide la comercialización del mismo. Por otra parte, en agricultura ecológica es clave basar la estrategia de control de los patógenos en la prevención y no en el tratamiento de estos.

Así pues, siguiendo con esto, recopilamos las técnicas preventivas que se aplicarán para prevenir o reducir la incidencia de estos patógenos:

- **Material Vegetal:** En primer lugar hay que tener muy presente el material vegetal que se adquiera para la plantación. Verificando que no exista contagio por el mismo por ninguno de estos patógenos. Una vez verificado, los hijuelos se sumergirán en un tratamiento presiembra de fungicidas orgánicos, aptos para uso en ecológico, como Tricobiol o Natibiol, que servirán como protección ante estos patógenos mientras se establece la plantación.
- **Densidad de siembra:** la densidad de siembra afecta directamente sobre la capacidad de distribución de estos patógenos, así como en la humedad que se puede establecer dentro del medio de cultivo, factor determinante a la hora de que se produzca contagio por hongos, lo que repercute en la probabilidad de incidencia de los mismos. Así pues, como se describió en el Anejo 5, la densidad elegida es aquella que optimice tanto la producción, como reduzca el riesgo de incidencia de plagas y enfermedades.
- **Labor de cosecha y extracción de hijuelos:** a la hora de acometer las labores de cosecha y extracción de hijuelos, donde se necesita realizar cortes en las plantas. Es muy importante que el material usado para realizar dichos cortes se encuentre totalmente libre de propágulos del patógeno, para evitar la transmisión de una planta a otra mientras se realizan estas operaciones. Para ello se realizaran dichas labores con un previo lavado del material con hipoclorito entre planta y planta. De esta manera se reducirá drásticamente la probabilidad de que se produzca un contagio realizando estas labores.
- **Inspecciones periódicas:** Para evitar y reducir la incidencia de estos patógenos, se elaborará un plan de inspección semanal de la plantación. Para así detectar posibles síntomas de estos patógenos. Las hojas o plantas afectadas serán eliminadas de la finca, con el objetivo de impedir la propagación del patógeno.



- **Materia orgánica:** Tal y como se describe en este anejo, se realizará una aplicación de materia orgánica durante el desarrollo de los cultivos, así como el aporte de la cubierta vegetal. Esta enmienda tiene múltiples objetivos, pero en lo que al control de patógenos se refiere. Decir que una mayor cantidad de materia orgánica en el suelo, incentiva la proliferación de la fauna edáfica, lo que ayuda a incrementar la cantidad de organismos antagonistas de estos patógenos, reduciendo así su incidencia.
- **Control biológico:** el control biológico es una manera muy usada por la agricultura ecológica para el control de plagas que poseen enemigos naturales. De tal manera en la explotación, se tendrá en consideración manejar las plantas adventicias para que estos enemigos naturales puedan subsistir con el cultivo. Y así sirvan como medida para reducir la incidencia de estas plagas a las que normalmente acompañan sus enemigos naturales. No solo el manejo de las adventicias propiciará el incremento y mantenimiento de esta fauna auxiliar, también el manejo del seto perimetral ayudará a mantenerla.
- **Compuestos orgánicos e inorgánicos:** Si se diera el caso de que se detectase en alguna de las revisiones, la incidencia de alguna de las plagas anteriormente citadas. Se podría recurrir a remedios naturales para reducir la incidencia de las mismas. Como por ejemplo cola de caballo con jabón neutro, preparados de ortiga, cebolla o ajo, sulfato de cobre y azufre en polvo. Siempre siguiendo el criterio de productos permitidos para uso en agricultura ecológica. Por otra parte, se puede plantear el realizar tratamientos preventivos en las fechas críticas de inicio de patógenos para así dificultar que pueda producirse un posible brote del patógeno.

#### **4.4. Manejo del Aloe Vera.**

##### **4.4.1. Eliminación de Hijuelos.**

El Aloe vera, al igual que muchas plantas, tiene la capacidad de producir hijuelos. Estos hijuelos se producen en las yemas basales del tallo, junto a las raíces. La producción de estos hijuelos es un método de reproducción axesual o vegetativo, es decir da

pequeñas plantas con las mismas características de la planta madre, por lo que podemos hablar de que son clones de la misma.

En las plantaciones comerciales de aloe, es importante la eliminación temprana de estos hijuelos, ya que está demostrado que estos compiten por los nutrientes y agua con la planta madre, incluso extrae nutrientes de la misma.

Por otro lado, la obtención de estos hijuelos tiene varias finalidades, ya que estos se pueden usar para sustituir perdidas en la plantación o ser comercializados para realizar otras plantaciones.

Se espera que aproximadamente al año o año y medio desde que se realice la plantación se empiecen a producir los primeros hijuelos. Tendremos que esperar a que estos tengan una altura de unos 20 cm para realizar la extracción.

La extracción de los hijuelos hay que hacerla de la manera más cuidadosa posible, ya que puede dañarse el sistema radicular de la planta al realizar la operación, así como formar una vía de entrada para patógenos como *Erwinia*, por las heridas causadas a la planta.



**Figura 9** – Apreciación del desarrollo de hijuelos en planta de aloe.

Por esto, se recomienda que se realice la operación de extracción de hijuelos con el suelo seco, para que las raíces de la planta no se encuentren reblandecidas por la humedad del terreno y sea más difícil producirles daño.

Atendiendo a la manera de realizar esta labor, hay que mencionar que esta ha de realizarse a mano, mediante la utilización de un cuchillo o espátula. Se sugiere podar desde la base a las hojas periféricas de la planta madre, para así poder extraer con más facilidad los hijuelos. En primer lugar se procede a aflojar la tierra alrededor de ellas a una profundidad de 10 a 15 cm, evitando dañar el hijuelo y a la planta madre. Se busca la unión entre el hijuelo y la madre y se corta, teniendo en cuenta dejar algo de la zona basal del hijuelo, ya que esto facilitará la brotación de raíces del hijuelo. Cuando los hijuelos son retirados, la raíz de la planta madre puede destaparse. Es muy importante que si esto ocurre, inmediatamente se cubra la raíz con tierra, para evitar pérdidas en la planta por deshidratación.

Se recomienda realizar esta labor tras el verano, con los suelos secos y antes de que comiencen las lluvias. Por tanto una buena fecha es finales de Septiembre o principios de Octubre. Por otra parte, si fuese necesario, se realizará otra extracción de hijuelos previa a la cosecha de Febrero/Marzo.



**Figura 10** – Ejemplo de extracción de hijuelo de planta de aloe.

#### **4.4.2. Cosecha.**

##### **Momento de cosecha.**

Como se describió en el anejo 4 – Material vegetal, la cosecha se realiza cuando la planta adquiera un tamaño y número de hojas adecuado. Según informes recogidos en fincas de Sevilla, hablamos de un periodo de unos 18 meses antes de poder realizar la primera cosecha. Este periodo varía en función del funcionamiento del cultivo y su capacidad para desarrollarse en las condiciones que se den en la finca.

En el aloe se pueden realizar varias cosechas al año, dependiendo del estado y la capacidad de desarrollo del cultivo en la finca. Usualmente en nuestra zona, se recomienda no dar más de dos cortes al año. De esta manera hablamos de realizar un corte al año los primeros años productivos de la planta, cuando ésta aún no tiene un tamaño y capacidad que le permitan producir suficiente hoja para realizar dos cortes. Por esto se realizará un solo corte los dos primeros años de producción y posteriormente se realizarán dos cortes al año. El primer corte se realizará en los meses de Febrero y Marzo, y el segundo corte en Septiembre y Octubre. De esta manera se dejará un periodo de 6 meses entre corte y corte, periodo aproximado de maduración de las nuevas hojas de aloe.

Podemos tomar como criterio para realizar la primera cosecha el que las plantas tengan un número medio de entre 15 y 30 hojas, teniendo estas un peso de aproximadamente 700 a 900 gramos.

##### **Método de cosecha.**

Actualmente la cosecha del aloe se realiza manualmente. Recurriendo a la ayuda de una navaja o cuchillo.

La labor de cosecha ha de realizarse realizando un pequeño corte en la parte más baja de la hoja seleccionada y después tirando de ella hacia los lados, una vez que quede más o menos suelta, se procede a tirar de ella hacia arriba, debiendo de sacarse el callo basal de la hoja junto a esta. Una vez extraída la hoja, el operario la depositará en una caja que ira llevando consigo mientras que realiza la labor por la línea de

cultivo. Estas cajas una vez llenas se depositaran en el remolque que se situará en la calle central de la parcela.

Siempre se seleccionarán las hojas que se encuentren en la periferia de la planta, ya que son las más antiguas y maduras. Prefiriendo siempre aquellas que tengan un mayor tamaño y grosor, así como las que no presenten signos de daños o enfermedades.

En cuanto al número de hojas recogida por planta. Se recomienda recolectar entre 5 y 10 hojas por planta, dependiendo del tamaño y número de hojas que la planta posea. De tal manera que si la planta aún no tiene un tamaño considerable, presentando unas 15-20 hojas, le cortaremos solo 5-7 hojas, para conseguir así que esta no pierda demasiada capacidad fotosintética y pueda seguir desarrollándose con normalidad.

Por todo lo descrito anteriormente, podemos concluir que en una plantación adulta, donde se realicen al año 2 cortes de entre 5 y 10 hojas por planta. Se tendrán unas 10-20 hojas al año por planta. Suponiendo un peso medio de estas de entre 700-900 gramos, tenemos una producción aproximada de 10 – 14 kg de hoja por planta al año.

#### **4.5. Manejo de *Stevia rebaudiana*.**

##### **4.5.1. Cosecha.**

###### **Momento de cosecha:**

Como se dijo en el Anejo 4 – Material Vegetal, la stevia es una planta que posee un manejo similar al de la alfalfa en relación a los cortes y rebrotes de la planta. Como ya mencionamos, en nuestras condiciones climáticas la planta suele florecer hacia Octubre, con un desarrollo floral que abarca aproximadamente un mes. Es después de la floración cuando se alcanza el valor más elevado de agentes edulcorantes en la hoja, valor que determina en gran medida el valor comercial de la misma.

Es por esto que tras la floración se realizará un corte de la planta. Una vez cortada y acercándose los meses fríos del invierno, la planta entrará en estado de reposo vegetativo y a medida que los días se vayan alargando y suban las temperaturas esta volverá a activarse. De tal forma que se espera que la planta esté lista para un segundo

corte a principios de verano. Por tanto se prevén dos cortes anuales, que corresponderán con las fechas de principio/final de Octubre e inicio del verano, es decir final de Mayo o principio de Junio.

Cabe destacar la importancia de realizar la labor de cosecha en horas libres de rocío o humedad. Es decir con la planta seca, para así evitar cualquier tipo de podredumbre durante el secado del material.

### **Método de cosecha.**

Una vez alcanzado el estado deseado de la planta, pasaremos a realizar el corte. Este ha de hacerse a cierta distancia del suelo. Diversos autores citan valores de entre 5 y 10 cm desde la superficie del suelo, ya que se ha demostrado que estos garantizan una disminución en el número de plantas muertas tras el corte.

Al igual que mencionamos anteriormente en el aloe, la stevia es un cultivo que actualmente se encuentra muy poco mecanizado. Por tanto, la mayoría de los productores recurren a métodos de cosecha manual.

Principalmente recurriremos a herramientas que se asemejen al funcionamiento de una segadora de dientes. Por ejemplo los tijerones corta setos y hoces son una buena manera de realizar la cosecha. El principal inconveniente que poseen es el elevado requerimiento de mano de obra que requiere. Casaccia et al., (2006) arroja la cifra de 20 jornales/ha para la realización de cosecha mediante tijerones corta setos en la stevia.



**Figura 11** – Método manual de cosecha de stevia.

Por otra parte, podemos recurrir a herramientas más sofisticadas como los corta-setos manuales motorizados. Para este método de cosecha Casaccia et al., (2006) exponen que aproximadamente una persona realiza la cosecha de una hectárea en 8 horas.

Por último, se recogen informes de fincas que realizan la labor de cosecha mecanizadamente mediante segadoras de corte. Esto disminuye y acelera mucho la cosecha del cultivo. Es por esto que se recurrirá a este mecanismo para realizar la cosecha.

### **Secado de hojas.**

Una vez realizado el corte de la planta comienza el proceso de postcosecha necesario para la comercialización de la cosecha.

En primer lugar, inmediatamente después al corte de las plantas, se ha de realizar una prelimpieza de las hojas basales (más viejas) negras y marrones, que de lo contrario se mezclarían con las hojas de mayor calidad depreciando así el valor de estas. Con esta labor se busca obtener un producto de la mayor calidad posible. Esta labor se realiza simplemente agarrando las ramas cortadas 10cm por encima del corte y tirando hacia abajo las hojas anteriormente citadas.

Una vez las plantas han sido cortadas y limpiadas se colocarán sobre una malla en capas que no han de superar los 15cm de espesor. Estas mallas pueden extenderse tanto entre líneas de cultivo como en las propias calles de la finca. Aunque muchos autores recomiendan que el secado se produzca en naves umbrías y no directamente al sol. El proceso de secado depende de las condiciones climáticas, sobre todo de la temperatura, pudiendo abarcar de 4 horas hasta un día. En nuestro caso, para el secado de las plantas recurriremos a una nave que actualmente no tiene uso dentro de la explotación, realizando un acondicionamiento previo de la misma.

Una vez secas, las plantas se colocan sobre grandes mantas o mallas, donde mediante golpeo de los tallos de estas se desprenderán las hojas secas, quedando estas recogidas en las mallas previamente colocadas.

## **5. REPLANTACIÓN.**

Como se ha mencionado con anterioridad, el manejo de la stevia se asemeja mucho al de la alfalfa. Es por esto, que una vez termine la vida de la planta habrá que realizar una replantación del cultivo. Este momento se espera que se produzca cada 5 años. Por tanto, habrá que realizar dos replantaciones de stevia a lo largo de la vida del proyecto. En el caso del aloe, se espera un ciclo de vida de 10 a 15 años, por lo que puede producirse una replantación del cultivo a partir del 10º año. Para la replantación se recurrirá a material producido en la finca, esto es, los hijuelos del aloe y esquejes obtenidos de las plantas de stevia. Así pues se espera que se reduzcan los gastos.

## **6. CALENDARIO DE TRABAJOS Y CUADERNO DE EXPLOTACIÓN.**

A continuación, se propone un calendario que engloba, de manera aproximada, los trabajos que se prevén realizar durante el transcurso de un año medio de la explotación, es decir una vez que los cultivos ya estén en pleno funcionamiento.



Mes	Trabajos
Enero	
Febrero	Extracción de hijuelos del aloe Siega cubierta vegetal
Marzo	Tratamiento fitosanitario preventivo (si procede) Cosecha aloe Salida de reposo invernal de la stevia
Abril	Control de cubierta vegetal y enterrado mediante cultivador
Mayo	Cosecha stevia Tratamiento fitosanitario preventivo (si procede)
Junio	Aplicación de humus líquido
Julio	Cosecha de stevia (si procede) Análisis foliar
Agosto	Extracción de hijuelos del aloe
Septiembre	Control de cubierta vegetal y enterrado mediante cultivador Comienzo de floración de la stevia Cosecha stevia
Octubre	Siembra cubierta vegetal Cosecha aloe Aplicación de humus líquido
Noviembre	Tratamiento fitosanitario preventivo (si procede) Entrada en reposo invernal
Diciembre	

**Tabla 6.** Distribución de los trabajos a lo largo de un año.

Es imprescindible que el gestor de la finca lleve un control riguroso de los trabajos realizados en esta, a fin de controlar y comprender las fortalezas y debilidades de la explotación. Para esto se recomienda que todas las labores queden recogidas en un cuaderno de campo. Donde se debe de recoger la siguiente información:

- Fecha.
- Zona de trabajo.
- Número y nombre de operarios.
- Horas de trabajo realizadas.
- Maquinaria utilizada.
- Producto y cantidad utilizada (si procede).
- Observaciones e incidencias sobre la labor.
- Nombre del supervisor y firma.

Por otra parte, en el caso de tratamientos sobre los cultivos, hay que añadir a la información anteriormente descrita las correspondientes facturas o albaranes de compra del producto, así como:

- Nombre comercial del producto.
- Materia activa.
- Dosis.
- Hectáreas aplicadas.
- Dosis total.
- DNI y nº de carnet de aplicador de fitosanitarios del operario.
- Equipo aplicador incluyendo matrícula (si procede).

## **7. CONCLUSIONES.**

La clave del éxito de cualquier explotación agrícola pasa por un buen diseño. Sin embargo, de nada sirve que el nivel de exigencia en cuanto a la instauración de la plantación no sea el mismo para el manejo. Por ello, en este Anejo se han pretendido abordar los cuidados de la plantación de una forma rigurosa, en la convicción de que la complejidad del manejo ecológico, en un marco de producción centrado en la calidad y rentabilidad, así lo requiere.

En cuanto al manejo del suelo, paralelamente al recubrimiento de los lomos con malla plástica geotextil expuesto en el Anejo 5, de diseño de la plantación, se ha propuesto la

utilización de una cubierta vegetal sembrada que, entre otras cosas, supondría el aumento de la fertilidad del suelo, sería una herramienta eficaz en la lucha contra plagas y ayudaría a conservar el agua del suelo. Las especies que se utilizarían, Veza (*Vicia sativa*) y Mostaza Blanca (*sinapsis alba*), compondrían una rotación bianual – abierta a modificaciones-. La cubierta se controlaría tres veces al año: en el primer control, entre finales de febrero y principios de marzo, se efectuará un pase de desbrozadora que segaré la cubierta, mientras que tanto en el segundo como tercero (abril-mayo y agosto-septiembre respectivamente) se recurrirá a un pase de cultivador.

La fertilidad del suelo es otro punto clave del manejo del cultivo, directamente relacionada con el manejo de la cubierta vegetal. Se ha propuesto una aplicación anual mediante fertirrigación como aporte extra para el mantenimiento y aumento de la fertilidad del suelo, recogándose la información de esta aplicación en el Anejo 10, de fertirrigación. Por otra parte se han estimado unos posibles requerimientos nutricionales del cultivo, detectándose unas posibles carencias de potasio. A pesar de que el aporte continuado de materia orgánica debería favorecer el paso de este elemento a la solución del suelo, es importante mantener la vigilancia en su fertilización.

Por otra parte, se han descrito las principales plagas y enfermedades conocidas para estos cultivos. Comprender sus ciclos biológicos, comportamiento y síntomas es fundamental para su adecuado manejo. Al encontrarse los cultivos en ecológico, las posibilidades de realizar actuaciones de “ataque” son reducidas, por tanto se hace esencial llevar un riguroso plan de control integral de estos patógenos tal y como se ha descrito en este anejo.

Se ha dedicado especial interés en describir las operaciones necesarias para el correcto desarrollo de los cultivos. Por otro lado, se ha prestado especial interés en describir la metodología a seguir a la hora de realizar la cosecha de los cultivos. Finalmente se ofrece un calendario de las labores que se espera realizar a lo largo de un año medio.

-ANEJO 7-

## **MAQUINARIA**



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>140</b>
<b>2. MAQUINARIA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN</b>	<b>141</b>
<b>3. TRACTOR</b>	<b>142</b>
<b>4. MAQUINARIA AGRÍCOLA</b>	<b>143</b>
<b>4.1. Manejo del suelo</b>	<b>143</b>
4.1.1. Cultivador	143
4.1.2. Motodesbrozadora de mano	144
<b>4.2. Cosecha</b>	<b>144</b>
4.2.1. Remolque	144
<b>4.3. Pulverización</b>	<b>144</b>
4.3.1. Pulverizador	144
<b>4.4. Otros trabajos</b>	<b>145</b>
4.4.1. Palas y cuernos	145
4.4.2. Compresor y otras herramientas	145
<b>5. RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA</b>	<b>146</b>
<b>6. COSTES</b>	<b>147</b>
<b>7. SEGURIDAD Y SALUD EN EL USO DE MAQUINARIA</b>	<b>151</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>152</b>

## **1. INTRODUCCIÓN:**

La selección de maquinaria en un proceso o explotación requiere de una metodología que tiene por finalidad el simular una situación que previsiblemente se puede producir. Una mayor proximidad de los parámetros utilizados a la realidad nos acercarán más a los resultados reales que se pueden producir, Boto Fidalgo (2000).

Es por esto, que se deben de tener en cuenta una serie de parámetros para la correcta elección de la maquinaria de la explotación. En primer lugar, se tienen que tener en cuenta factores en relación con el clima y la orografía, destacando el tipo de suelo. El suelo influye enormemente en la potencia requerida en las operaciones de laboreo y en la transitabilidad de las unidades de tracción.

Por otro lado, están los factores relacionados con el diseño de la explotación. Es decir, tipo de material vegetal, marco, etc. En este sentido, el marco de plantación y la construcción de lomos no supondrán una limitación para la mecanización que se prevé realizar.

Otro factor fundamental es el económico, en este sentido la mecanización supone un aumento de la productividad de la mano de obra, ya que se realizan tareas en menos tiempo y con mayor oportunidad. La capacidad de realizar tareas en menos tiempo y con mayor oportunidad. La capacidad de realizar tareas por medios propios, la posibilidad de alquiler de equipos o realización de labores por empresas de servicios, son también parámetros a tener en cuenta.

Finalmente tenemos los factores relacionados con la legislación de uso de la maquinaria. En este caso, tendremos que atender a las técnicas para Agricultura Ecológica, que será el sistema de cultivo que se practicará en la finca, reflejadas en los reglamentos correspondientes.

Un paso previo al estudio de la maquinaria de la explotación consiste en establecer el listado de tareas que requieren mecanización y la maquinaria necesaria para realizarla. De tal forma, la Tabla 1 recoge las tareas más comunes que se espera realizar de forma mecanizada en la explotación. Hay que tener en cuenta que aquí no se recoge la maquinaria que se utilizará para el acondicionamiento de la explotación y el establecimiento de la plantación. Pese a que hay ciertos trabajos que podrían realizarse con maquinaria propia, la mayoría tendrán que estar a cargo de empresas de servicio, pues requieren maquinaria específica cuya adquisición por la explotación no tiene sentido.

Tarea		Maquinaria	Requiere tractor (sí/no)
	Remolcado y accionado de aperos	Tractor	-
Recolección		Segadora	sí
Pulverización	Tratamientos foliares	Pulverizador	sí
Trasporte de diversa mercancías		remolque	
Manejo del suelo	Roturación capa superficial del suelo	Cultivador	sí
	Incorporación de restos		
	Siega cubierta vegetal	Motodesbrozadora de mano	no
Abonado	Estercolado	Remolque repartidor	sí
-	Limpieza, llenado ruedas y pintado	Compresor	sí
	Movimiento de material	Pala y cuernos	sí

Tabla 1. Tareas y maquinaria necesaria para realizarla.

## **2. MAQUINARÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN.**

Para realizar el establecimiento de la explotación será necesario realizar una serie de trabajos, éstos son:

- **Obra civil:** Estos trabajos corresponden principalmente a la construcción de los caminos de la finca. Donde de manera general se precisará la siguiente maquinaria:
  - Retroexcavadora.
  - Camiones para el transporte de materiales.
  - Maquinaria de compactación del terreno.
  - Camiones cisterna preparados para la aplicación de agua.
  - Hormigoneras.
- **Preparación del terreno:** Antes de soterrar los conductos de riego y realizar la plantación del material vegetal, será necesario realizar una preparación del terreno. Se recomienda realizar un pase de grada cruzado sobre la superficie del terreno entre 2 y 4 meses antes de la plantación. Por otra parte no será necesario realizar labores de despedregado, puesto que este terreno ya está libre de piedras. Por último se realizará la construcción de los lomos de plantación. Para esta labor es indispensable utilizar un tractor guiado por GPS para el correcto trazado de las líneas de cultivo.
  - Tractor equipado con grada de profundidad de 30 cm.
  - Tractor guiado por GPS equipado con apero alomador.
- **Instalación del sistema de riego:** Para realizar la instalación del sistema de riego será necesario efectuar trabajos de movimiento de tierra, así como trabajos de



obra, como por ejemplo el encofrado de uniones en (T) o en (cruz) de la conducción soterrada. Por lo que se precisará de:

- Retroexcavadora.
- Camiones con remolque para el transporte de materiales.
- Hormigoneras.

Es muy recomendable que a medida que se vayan realizando los trabajos de soterrado de las conducciones de riego se vaya marcando su ubicación, para evitar así en el futuro realizar labores sobre ellas que puedan dañarlas. Por otra parte, de esta manera también podrán ser localizadas si se produce una avería o rotura y es necesario efectuar alguna reparación.

- **Plantación:** En este apartado, la maquinaria principalmente va enfocada a la colocación de las tuberías porta-emisores y a la colocación de la malla geotextil. Ya que la plantación del material vegetal se realizará a mano. Por tanto necesitaremos realizar una pasada de tractor con un portarrollos acoplado, para la colocación de las tuberías. Por otra parte, para la colocación de la malla-geotextil será necesario realizar un pase de tractor, con un portarrollos dispuesto horizontalmente. Previo a esto, se realizará un pase de cultivador modificado de forma que haga un surco a cada lado del lomo. Esta labor puede realizarse en el mismo paso de extendido de los ramales porta-emisores. Luego junto al extendido de los plásticos, se realizará otro pase de cultivador, con el objetivo de enterrar el plástico en dichos surcos, de tal manera que la malla quede totalmente fijada al lomo. A medida que se extiende la malla también pueden realizarse los agujeros para la plantación del material vegetal. En resumen, la maquinaria necesaria será:

- Tractor guiado por GPS equipado con cultivador modificado para abrir surcos a ambos lados del lomo y portarrollos de tubería de goteo.
- Tractor equipado con portarrollos horizontal y cultivador modificado para el enterrado de las mallas.

### **3. TRACTOR.**

La correcta elección de un tractor que realice los trabajos propios de la finca es esencial. Ya que un tractor con un exceso de potencia supone una mayor inversión, coste horario, daño al suelo y un bajo aprovechamiento de la potencia nominal. En cambio, con un tractor que no tenga la potencia suficiente pueden quedar comprometidas las labores del suelo con tiempo e imposibilitando la realización de las labores más exigentes de potencia de tiro.

En nuestro caso, como se mencionó con anterioridad, la principal labor del tractor será la de realizar las labores de preparación del terreno previas a la implantación de los cultivos. Para ello, según la calculadora de potencia de tractor según tipo de apero y suelo disponible en la web del Magrama, se necesita un tractor de 200 CV de potencia para realizar el pase de subsolado preparatorio del terreno.

Actualmente la finca cuenta con dos tractores propios, los cuales son:

CASE IH 230 MX – 220 cv

CASE IH 135 MX – 135 cv

Por lo general, con el tractor de 135 CV de potencia es más que suficiente para realizar las labores necesarias para el funcionamiento de la finca. Es por esto, que aquí solo se analizará el coste de las labores realizadas por el CASE IH 135 MX, quedando reflejados los costes de las maquinarias menos usadas en el presupuesto.

En la siguiente tabla se muestra el precio por el que se adquirió el tractor y las características principales de éste. Hay que tener en cuenta que el tractor se adquirió hace 5 años, por lo que se le estima una vida útil de 10 años.

Maquinaria	Precio (€)	H. de trabajo (h/año)	Vida útil (años)
Tractor CASE IH 135X	23000	500	10

Tabla 2. Características principales del tractor

## **4. MAQUINARÍA AGRÍCOLA.**

A continuación pasaremos a nombrar los principales aperos y maquinaria que se utilizarán en la explotación. Para ello se diferenciarán en grupos de trabajo, pudiendo alguno de ellos ser utilizados para más de un grupo diferente.

### **4.1. Manejo del suelo.**

Las operaciones de manejo de suelo, principalmente tendrán que ver con el manejo de las adventicias entre líneas.

#### **4.1.1. Cultivador.**

Es un apero formado por un bastidor que porta unos brazos que permiten cierta elasticidad. En su extremo los brazos portan unas rejas, cuya forma puede ser de muchos tipos. Este apero se utilizará principalmente para la eliminación de las adventicias una vez estas hayan sido segadas, normalmente dos o 3 pases al año.

#### **4.1.2. Motodesbrozadora de mano.**

Es un elemento auxiliar que se utilizará para realizar la siega de las adventicias. Normalmente se espera realizar una siega al año entre lomos de cultivo.

#### **4.2. Cosecha.**

Como se mencionó tanto en el Anejo 5, de diseño de la explotación, como en el Anejo 6, de Técnicas de cultivo, se recurrirá a contratar una segadora para la recolección de la stevia, mientras que el aloe ha de cosecharse a mano. De tal manera que, para la cosecha se precisará mayoritariamente de remolques para cargar los materiales extraídos.

##### **4.2.1. Remolque.**

El remolque es esencial en el buen funcionamiento de la finca, servirá tanto para el transporte de materiales al interior de la finca como fuera de ella.

Para aumentar la versatilidad del remolque se aconseja que este disponga de elementos supletorios que le permitan aumentar su carga. Así, para trabajos en el interior de la finca podrá estar configurado para trabajar con poco peso, mientras que si se necesita realizar un transporte más pesado solo habrá que configurarlo para ello. Asimismo debe de estar preparado para circular por carretera, por si fuese necesario para el transporte de mercancías fuera de la finca.

La Tabla 3 muestra las características generales del remolque.

<b>Maquinaria</b>	<b>Precio (euros, €)</b>	<b>H. de trabajo (h/año)</b>	<b>Vida útil (años)</b>
Remolque	4000	150	15

**Tabla 3.** Características principales del remolque.

#### **4.3. Pulverización.**

##### **4.3.1. Pulverizador.**

Para la aplicación de productos fungicidas, fitosanitarios y correctores de carencias via foliar en cultivos vegetales de porte bajo. Permiten el transporte de gotas gracias a la energía cinética que poseen a la salida de las boquillas debido a una presión hidráulica. La distancia que alcanzan es variable según su tamaño, siendo las gotas finas las que más rápidamente son frenadas por el aire.

Actualmente en la finca, se cuenta con un atomizador de 800 litros de capacidad modelo Hardi-800 que se utilizaba para el tratamiento del cereal.

Como ya se comentó en el Anejo 6, Técnicas de Cultivo, el control de los patógenos buscará llevar un manejo integral de los mismos, que evite tener que realizar tratamientos.

Pese a esto, se hace necesario poseer un equipo de aplicación que asegure una defensa si el patógeno no pudiera ser controlado por el método anteriormente descrito. De tal manera se asumirán unos costes relativos a unas posibles necesidades de realización de tratamientos por pulverización, buscando dar una mayor versatilidad al proyecto.

Las características del pulverizador están recogidas en la tabla 4.

Maquinaria	Precio (euros, €)	H. de trabajo (h/año)	Vida útil (años)
Pulverizador	1300	15	10

**Tabla 4.** Características principales del pulverizador.

#### **4.4. Otros trabajos.**

##### **4.4.1. Palas y Cuernos.**

En una explotación de cierta envergadura, es importante disponer de cierta autonomía en las operaciones que requieran carga, descarga y movimiento de materiales. Así el uso de brazos en el tractor accionados por el sistema hidráulico del tractor es muy recomendable. A estos pueden acoplarse diferentes elementos, como por ejemplo la pala y los cuernos.

El movimiento de áridos puede ser necesario a la hora de arreglar caminos que por alguna razón hayan quedado dañados. Por otra parte el transporte de materiales de cierto tamaño dentro de la finca podría realizarse sin la necesidad de recurrir a enganchar un remolque.

##### **4.4.2. Compresor y otras herramientas.**

Para el buen funcionamiento de la explotación es necesario poseer un parque de maquinaria que se adecue a los requerimientos de ésta. No obstante, es igualmente importante disponer, a su vez, de las herramientas, materiales, personal y planificación del trabajo necesarios para su correcto mantenimiento.

La conservación y el buen mantenimiento de la maquinaria pueden alargar considerablemente su vida, lo que rentabiliza su inversión al máximo. Asimismo, tener la capacidad para reparar en campo ciertas averías, al disponer de los conocimientos, herramientas y repuestos necesarios, es una ventaja que sin duda aumentará el rendimiento horario.

La importancia de la utilización de un compresor reside en la facilidad para la limpieza del tractor y aperos, esencial ya que estos se usarán para otras labores en el resto de la finca donde se producen cultivos en régimen de agricultura convencional. Por tanto, estos han de ser limpiados antes de realizar cualquier labor en la superficie de este proyecto, evitando así una posible contaminación por residuos no permitidos que pudieran portar estos. Otro aspecto importante es el control de la presión de los neumáticos del tractor, que ha de ser revisada periódicamente.

A todo esto tenemos que sumarle el confinamiento de la maquinaria, sobre todo de aquella que posee mecanismos más complejos y delicados, puesto que no es aconsejable dejarla a la intemperie, donde se facilitaría su deterioro o robo.

## **5. RENDIMIENTO DE LA MAQUINARÍA.**

Para el cálculo de las características o rendimientos de la maquinaria descrita anteriormente se utilizarán las siguientes expresiones:

### **Capacidad teórica diaria ( $S_t$ ).**

$$S_t = \frac{a \cdot v}{10} [\text{ha/h}]$$

Donde:

'a' es la anchura útil de trabajo expresada en metros (m).

'v' es la velocidad media de trabajo en km/h.

### **Capacidad horaria real ( $S_r$ ).**

$$S_r = S_t \cdot \eta_e [\text{ha/h}]$$

Donde:

' $S_t$ ' es la capacidad teórica diaria.

' $\eta_e$ ' es el rendimiento de campo (%).

### **Tiempo específico de ejecución ( $t_e$ ).**

$$t_e = \frac{1}{S_r} [\text{h/ha}]$$

Donde:

' $S_r$ ' es la capacidad de trabajo horaria real expresada en (ha/h).

### Tiempo para realizar una determinada labor (H).

$$H = S \cdot t_e [h]$$

Donde:

'S' es la superficie total expresada en ha, que se tomará como la superficie efectiva de cultivo de la finca.

### Jornadas de trabajo.

Donde:

'H' es el tiempo para realizar una determinada labor expresado en horas (h).

'h' son las horas (h) de trabajo de una jornada, se toma un valor de 6,5 h, al descontarse de la jornada habitual de trabajo del operario el tiempo utilizado para enganchar y desenganchar la máquina, ponerla a punto, revisar niveles, etc.

$$J = \frac{H}{h} [\text{jornadas}]$$

En la tabla rsk se reflejan los valores de los datos citados anteriormente para cada una de las máquinas que se utilizarán en la explotación, dados el ancho y la velocidad de trabajo, así como su rendimiento.

Maquinaria	a(m)	v(km/h)	S <sub>i</sub> (ha/h)	η <sub>e</sub>	S <sub>r</sub> (ha/h)	t <sub>e</sub> (h/ha)	S(ha)	H(h)	J(jorn.)
Cultivador	4	7	2,8	0,9	2,52	0,4	10	4	0,61
Pulverizador	12	9	10,8	0,7	7,56	0,13	10	1,3	0,2

Tabla 5. Rendimientos y características de la maquinaria.

## 6. COSTES.

Para la realización del cálculo de los costes de utilización de maquinaria se han de calcular previamente los costes fijos (C<sub>F</sub>) y los costes variables (C<sub>V</sub>). Los cálculos se realizarán según lo establecido en la American Society of Agricultural Engineers (ASAE). Para el cálculo de los costes totales (C<sub>T</sub>) de la maquinaria se empleará la siguiente fórmula:

$$C_T = C_F + C_V \cdot h$$

Considerándose como costes fijos las siguientes variables:

### Amortización (A).

$$A = \frac{V_a - V_r}{N} [\text{€/año}]$$

Donde:

' $V_a$ ' es el valor de adquisición (euros, €)

' $N$ ' es el número de años de vida útil.

' $V_r$ ' es el valor residual en euros (€). Se calcula mediante la siguiente expresión, dependiendo del tipo de maquinaria:

$$V_r = [C_1 - C_2 \cdot N^{0,5} - C_3 \cdot h^{0,5}]^2 \cdot V_a$$

Donde:

$C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  son coeficientes, su valor depende del tipo de maquinaria (Tabla 6).

' $N$ ' es la vida útil de la maquinaria expresada en años.

' $H$ ' es el valor medio del número de horas de uso anuales durante esos  $N$  años.

' $V_a$ ' es el valor de adquisición expresada en años.

Maquinaria	$C_1$	$C_2$	$C_3$
Tractor 60-112 Kw	0,942	0,100	0,0008
Remolque	0,876	0,100	-
Pulverizador	0,942	0,111	-

**Tabla 6.** Valores de los coeficientes  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$  para las principales maquinarias (ASAE).

### Interés (I).

$$I = \frac{V_a - V_r}{2} \cdot i [\text{€/año}]$$

Donde:

' $V_a$ ' es el valor de adquisición (euros €).

' $V_r$ ' es el valor residual en euros (€), calculado mediante la fórmula anteriormente descrita.

' $i$ ' es el tipo de interés. Se tomará al 6%.

### **Seguros e impuestos (S&I).**

Sólo se aplicará al tractor y el remolque.

Por otra parte, los **costes variables** son los siguientes:

### **Reparaciones y mantenimiento (RM)**

$$RM = 15\% \frac{V_a}{H} [\text{€}/\text{h}]$$

Donde:

' $V_a$ ' es el valor de adquisición (euros €).

' $H$ ' es el número de horas de trabajo totales.

### **Entretención.**

Es de una hora de mano de obra por cada siete horas de funcionamiento del tractor. Se utiliza para tener en cuenta el tiempo necesario para recargar combustible, reponer lubricantes o desplazarse hasta el lugar de la finca donde se realizará el trabajo.

- Coste horario de tractorista en labores normales: 6,5 €/h (precio de convenio).
- Coste de mano de obra en entretenimiento: 0,92 €/h.

### **Combustible y lubricantes.**

Según ASAE, el consumo medio de los tractores con motor diesel (Q) es:

$$Q = 0,2226 \cdot n \text{ [l/h]}$$

Donde:

' $n$ ' es la máxima potencia de la toma de fuerza en kw.

Por tanto:

$$n = 135CV \cdot 0,736 = 99,36kw \rightarrow Q = 0,2226 \cdot n = 0,2226 \cdot 99,36 = 22,12 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$



Pero si se tiene en cuenta que no se trabajará a máxima potencia, si no que se usará solo el 75% de la potencia nominal, tenemos que:

$$Q' = 0,75 \cdot Q = 16,59 \text{ l/h}$$

- Diesel: 16,59 l/h; 0,73€/l.
- Lubricante: 15% del coste total del combustible.

A continuación se procede al cálculo de las variables descritas para las principales máquinas que se utilizarán en la explotación.

#### Tractor.

Los cálculos para el tractor se realizarán en función de los datos expuestos en la Tabla 2. La Tabla 7 muestra el desglose y el valor total de los costes para el tractor, siendo el valor residual de éste ( $V_r$ ) de 8500 €.

Costes	Variable	Valor	Total
$C_f$	A	1450 €/año	2085 €/año
	I	435 €/año	
	S&I	200 €/año	
$C_v$	RM	6,9 €/h	28,24 €/h
	M. obra tractorista	6,5 €/h	
	Entretención	0,92 €/h	
	Diesel	12,11 €/h	
	Lubricante	1,81 €/h	
$C_T$			<b>16205 €/año</b>

Tabla 7. Costes del tractor.

#### Remolque.

Los cálculos para el remolque se realizarán en función de los datos expuestos en la Tabla 3. La tabla 8 muestra el desglose y el valor total de los costes para esta máquina, siendo el valor residual de ésta ( $V_r$ ) de 955,31€.

Costes	Variable	Valor	Total
$C_f$	A	202,98 €/año	344,32 €/año
	I	91,34 €/año	
	S&I	50 €/año	
$C_v$	RM	0,26 €/h	0,36 €/h
	Lubricante	0,10 €/h	
$C_T$			<b>398,32 €/año</b>

Tabla 8. Costes del remolque.

### Pulverizador.

Los cálculos para el pulverizador se realizan en función a lo expuesto en la Tabla 4. La Tabla 9 muestra el desglose y el valor total de los costes para esta máquina, siendo el valor residual de ésta ( $V_r$ ) de 454,95€.

Costes	Variable	Valor	Total
$C_F$	A	354,5 €/año	460,88 €/año
	I	106,38 €/año	
$C_V$	RM	1,3 €/h	1,3 €/h
$C_T$			<b>473,88 €/año</b>

Tabla 9. Costes pulverizador.

La Tabla 10 muestra el resumen de los costes de las principales máquinas que se usarán en la explotación.

Maquinaria	Costes anuales (€/año)
Tractor	16205
Remolque	398,32
Pulverizador	473,88
<b>Total</b>	<b>17077,2</b>

Tabla 10. Resumen de costes anuales de maquinaria.

## 7. SEGURIDAD Y SALUD EN EL USO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA.

Los riesgos a los que se puede enfrentar un trabajador en una explotación de este tipo pueden ser originados por dos factores: maquinaria agrícola y equipos de trabajo y exposición a contaminantes químicos. A continuación se describe de forma general los principales riesgos relacionados con la maquinaria a los que pueden enfrentarse los trabajadores, frente a sus medidas preventivas. Como norma general, se aconseja que los trabajadores se encuentren informados sobre los riesgos y formados en esta materia.

- **Atrapamiento por vuelco, lateral o posterior del tractor o máquina.** Para evitar este riesgo se recomienda la utilización de maquinaria con estructuras de protección homologadas, como cabina, pórtico o arco de seguridad.
- **Atrapamiento por el conjunto toma de fuerza-apero.** Se recomienda el uso de escudo de la toma de fuerza, protecciones del eje cardánico y escudo de acople al apero.

- **Exposición a ruido y vibraciones.** Se recomienda el uso de protectores auditivos y limitación de tiempo de uso. Uso de máquinas y equipos que emitan bajos niveles de ambos agentes.
- **Exposición a contaminantes químicos.** Se recomienda leer detenidamente la etiqueta de los envases y seguir sus indicaciones; uso de Equipos de Protección Individual (EPIs); uso de tractores con cabina integral y filtros de alta eficiencia de retención de contaminantes; evitar fugas; usos de elementos antigoteo en las boquillas y rotación en puestos de trabajo.

## **8. CONCLUSIONES.**

Como se ha comentado, siempre y cuando esté justificado económicamente, la finca debe poder resolver por sí misma las labores básicas que se hayan de realizar en la plantación. No sólo por la agilidad y eficiencia en los trabajos que ello supone, sino también porque su realización por parte del personal propio supone que éstos se encuentren en continua formación, desarrollando capacidad para enfrentarse a diferentes problemas y aumentando su versatilidad, pudiendo entonces la explotación rentabilizar las ventajas que tiene poseer personal cualificado.

Aparte de la enumeración de los principales aperos necesarios, sus características y costes, se ha hecho hincapié en el mantenimiento de éstos, como en la importancia de cumplir las normas establecidas en seguridad y salud.

-ANEJO 8-

## **Diseño Agronómico del Riego**



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>156</b>
<b>2. NECESIDADES HÍDRICAS</b>	<b>156</b>
<b>2.1. Cálculo de la ETc</b>	<b>156</b>
2.1.1. Porcentaje de área sombreada por el aloe vera	157
2.1.2. Porcentaje de área sombreada por la stevia	157
2.1.3. Estimación de coeficientes de cultivo (Kc)	158
<b>2.2. Cálculos de la ETc corregida (ETc<sub>r</sub>)</b>	<b>160</b>
2.2.1. Coeficiente corrector por variación climática (kr)	161
<b>2.3. Cálculo de las necesidades brutas (N<sub>b</sub>)</b>	<b>162</b>
2.3.1. Coeficiente de uniformidad (CU)	164
<b>2.4. Balance hídrico</b>	<b>165</b>
<b>3. CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA RIEGO POR GOTEO</b>	<b>169</b>
<b>3.1. Caudal Continuo Ficticio Disponible (C.C.F.D.) y Caudal Continuo Ficticio Necesario (C.C.F.N.)</b>	<b>170</b>
<b>3.2. Marco de riego</b>	<b>170</b>
3.2.1. Área mojada por emisor	170
3.2.2. número de emisores por metro cuadrado	171
<b>3.3. Intervalo entre riegos</b>	<b>171</b>
<b>3.4. Tiempo de riego</b>	<b>171</b>
<b>3.5. Sectores de riego</b>	<b>172</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>173</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

La explotación que se proyecta dispondrá de un sistema de riego localizado de alta frecuencia. Quedando ambos cultivos cubiertos por dicho sistema, sobre lomos recubiertos de malla plástica geotextil, bajo la cual se ubicarán las tuberías portae emisores.

En este anejo se estimarán las necesidades hídricas del cultivo, las cuales dependen de las condiciones climáticas, de la disposición de las plantas y del comportamiento hídrico de los cultivos. A continuación se propondrá una estrategia de riego que se usará para regir el riego de la explotación. Finalmente se calcularán los parámetros para el riego por goteo. Todos estos cálculos se efectuarán para el mes de máximas necesidades, planteando un riego del 100% de las necesidades del cultivo. Independientemente de la estrategia de riego que se tome durante el manejo de la plantación, el cálculo de la instalación se realizará bajo estas condiciones de necesidades máximas y dosis máxima con el objetivo de que la instalación sea suficientemente versátil, de forma que, ya sea a causa de una fuerte sequía, ya por un cambio en la estrategia de riego, se pudiese regar a plena dosis sin necesidad de realizar ningún cambio en la instalación.

## **2. NECESIDADES HÍDRICAS:**

Para calcular las necesidades hídricas de los cultivos, en primer lugar se calculará la evapotranspiración de los mismos. A continuación se corregirá en función de la superficie de suelo cubierta por los mismos, para así obtener la dosis bruta de riego.

### **2.1. Cálculo de ETc.**

En primer lugar, para realizar el cálculo de las necesidades hídricas de un cultivo, es necesario conocer la evapotranspiración estándar del cultivo (ETc), la cual representa la cantidad de agua evapotranspirada por el cultivo en unas condiciones óptimas de desarrollo (sin plagas ni enfermedades, con una buena fertilización, dosis de riego, etc.)(Ordovás et al. 2008).

Esta evapotranspiración estándar (ETc) se relaciona con la de referencia (ETo) mediante un coeficiente que se denominado "coeficiente de cultivo" (kc), el cual representa las diferencias existentes entre las condiciones y cultivo de cálculo de la evapotranspiración de referencia y la estándar del cultivo en cuestión. Según la fórmula:

$$ETc = ETo \times kc$$

Hay que mencionar la importancia que el porcentaje de área sombreada por los cultivos tiene sobre el cálculo del riego, es por esto que antes de continuar con el cálculo de la ETc, nos detendremos a estudiar este porcentaje.

### 2.1.1. Porcentaje de área sombreada del Aloe Vera.

En el momento de máximo desarrollo se espera que las hojas de aloe midan entre 30 y 60cm de largo. Por otra parte, Moreno et al., (2012) citan diámetros de planta en torno a 0,6 y 1,5 m para plantas ya adultas. Basándonos en estos datos, supondremos un diámetro medio de planta de 1,10 m.

Una vez aclarado el posible diámetro esperado por las plantas, pasamos a calcular el porcentaje de sombreado, recordando que se propuso en el Anejo 5 – Diseño de la Plantación un marco para el aloe de 1x1,7 m. Por lo tanto:

$$\text{espacio ocupado por planta} = 1 \cdot 1,7 = 1,7 \text{ m}^2$$

$$\text{area sombreada} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (d/2)^2 = \pi \cdot \left(1,1/2\right)^2 = 0,95 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{aloe}} = \frac{\text{area sombreada}}{\text{espacio ocupado por planta}} \cdot 100 = \frac{0,95}{1,7} \cdot 100 = 55,88 \%$$

### 2.1.2. Porcentaje de área sombreada de la Stevia.

Para el caso de la stevia, en el momento de máximo desarrollo se espera que cada tallo de la planta tenga un diámetro de aproximadamente 15 cm, teniendo en cuenta que en la planta se pueden llegar a producir hasta 20 tallos dependiendo de la evolución del cultivo. Según Durán et al.(2012), las hojas de stevia tienen una longitud media de unos 5 cm. Por otra parte, en función del manejo que se le dé al cultivo y el número de tallos de la planta, hablan de diámetros de entre 15 cm y 35cm. Para nuestro caso tomaremos como diámetro esperado el valor medio entre ambos, es decir 25 cm.

Ahora que ha quedado fijado el diámetro esperado para las plantas, pasaremos a calcular el área de sombreado. Para ello volveremos al Anejo 5 – Diseño de la Plantación y recuperaremos el valor del marco para la stevia, siendo este 0,3x0,2 m. Por tanto:

$$\text{espacio ocupado por planta} = 0,3 \cdot 0,2 = 0,06 \text{ m}^2$$

$$\text{area sombreada} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (d/2)^2 = \pi \cdot \left(0,25/2\right)^2 = 0,049 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{stevia}} = \frac{\text{area sombreada}}{\text{espacio ocupado}} \cdot 100 = \frac{0,049}{0,06} \cdot 100 = 81,67\%$$



### 2.1.3. Estimación de coeficientes de cultivo (kc).

Poco se sabe de los coeficientes de cultivo tanto del aloe como de la stevia, ya que al ser cultivos relativamente recientes, pocos estudios se han realizado sobre la materia. En nuestra zona, la mayoría de personas involucradas en el cultivo de estas especies basan la estrategia de riego en su experiencia personal con el cultivo. En nuestro caso, según Willem et al. (1991) en su estudio Water requeriment of aloe vera in a dry caribbean climate, determina que los valores de kc del Aloe Vera bajo clima seco oscilan entre **0,2** y **0,4**. Nótese que el estudio se realizó en Aruba, una isla situada al norte de Venezuela, con lo que este coeficiente podría variar al exportarse a nuestra región. Pero para el caso que nos acomete, los daremos como válidos, ya que lo que se busca es asentar una estrategia de riego, que habrá que ir comprobando y ajustando a lo largo del desarrollo del proyecto, y puesto que las condiciones del estudio son sobre clima seco y con una densidad de plantas semejante a la escogida por este proyecto, pueden ser más o menos cercanos. Por otra parte, el aloe al igual que otras plantas de climas secos, posee un coeficiente de cultivo (kc) que varía muy poco a lo largo de las etapas de desarrollo, por tanto simplificaremos dicho coeficiente a un único valor.

Para la stevia existen diversos estudios que intentan vislumbrar un valor de kc como Diniz et al. (2003) en su estudio Water consumption of the estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) crop estimated through microlysimeter o Lavini et al. (2008) en su estudio Yield, Quality and Water Consumption of *Stevia rebaudiana* Bertoni Grown under Different Irrigation Regimes in Southern Italy. El inconveniente principal de ambos estudios es que no se ajustan a las fases de crecimiento y desarrollo que propone la FAO. Por eso atenderemos a los valores obtenidos por Villafañe et al. (2016) en su estudio Evapotraspiración y Coeficiente de Cultivo (kc) de *Stevia rebaudiana Bertoni* Bajo Condiciones Parcialmente Protegidas. En dicho estudio se arrojan valores que oscilan entre 0,35 y 0,59 en las diferentes etapas del cultivo. Quedando lo siguiente:

$$K_{C_{\text{aloe}}} = \mathbf{0,3}$$

$$\text{Fase inicial } K_{C_{\text{stevia } 1}} = \mathbf{0,35}$$

$$\text{Fase Desarrollo } K_{C_{\text{stevia } 2}} = \mathbf{0,47}$$

$$\text{Fase Media } K_{C_{\text{stevia } 3}} = \mathbf{0,59}$$

$$\text{Fase Final } K_{C_{\text{stevia } 4}} = \mathbf{0,55}$$

Lo siguiente que debemos hacer es estimar la duración de las diferentes etapas del cultivo de Stevia. El corte de la planta se produce en la etapa final, que se prevé se alcance a principios de otoño (Octubre) y principios de verano (Julio), con una parada de desarrollo en los meses invernales (Diciembre – Febrero). De tal manera que aproximadamente el cultivo se cortará cada 4 meses, teniendo en cuenta la parada de los 3 meses de invierno. Poseyendo una duración de las fases similar a la de la Alfalfa, aproximadamente entre 30 y 60 días por fase dependiendo de las condiciones climáticas.

Nótese que como en el caso del aloe, aquí no podemos dar por ciertos al 100% estos valores de kc y de duración de las etapas de cultivo, pero los usaremos para asentar las bases del riego.

Finalmente, pasamos a calcular la ETc de ambos cultivos. Para ello recurriremos a la tabla 6 del Anejo 1 – Datos y Clasificación Climática, donde la ETo aparece expresada como ETP<sub>i</sub>.

Mes	ETo (mm/mes)	ETo (mm/día)	Kc <sub>aloe</sub>	ETc <sub>aloe</sub> (mm/mes)	ETc <sub>aloe</sub> (mm/día)
Enero	33,9	1,09	0,3	10,17	0,33
Febrero	45,4	1,62	0,3	13,62	0,49
Marzo	75,8	2,44	0,3	22,74	0,73
Abril	102,8	3,43	0,3	30,84	1,03
Mayo	144,1	4,65	0,3	43,23	1,39
Junio	159,2	5,31	0,3	47,76	1,59
Julio	168,3	5,43	0,3	50,49	1,63
Agosto	163,3	5,27	0,3	48,99	1,58
Septiembre	106,2	3,54	0,3	31,86	1,06
Octubre	73,4	2,37	0,3	22,02	0,71
Noviembre	41,4	1,38	0,3	12,42	0,41
Diciembre	34,2	1,10	0,3	10,26	0,33

**Tabla 1.** Valor de la ETc del aloe en mm/día y mm/mes en función de la Eto calculada en el Anejo 1 - Datos y Clasificación Climática y de la kc estimada.

Mes	ET <sub>o</sub> (mm/mes)	ET <sub>o</sub> (mm/día)	K <sub>c</sub> <sub>stevia</sub>	ETC <sub>stevia</sub> (mm/mes)	ETC <sub>stevia</sub> (mm/día)
Enero	33,9	1,09	0,35	11,865	0,3815
Febrero	45,4	1,62	0,35	15,89	0,567
Marzo	75,8	2,44	0,47	35,626	1,1468
Abril	102,8	3,43	0,47	48,316	1,6121
Mayo	144,1	4,65	0,59	85,019	2,7435
Junio	159,2	5,31	0,59	93,928	3,1329
Julio	168,3	5,43	0,55	92,565	2,9865
Agosto	163,3	5,27	0,35	57,155	1,8445
Septiembre	106,2	3,54	0,47	49,914	1,6638
Octubre	73,4	2,37	0,59	43,306	1,3983
Noviembre	41,4	1,38	0,55	22,77	0,759
Diciembre	34,2	1,10	0,35	11,97	0,385

**Tabla 2.** Valor de la ETC de la stevia en mm/día y mm/mes en función de la Eto calculada en el Anejo 1  
- Datos y Clasificación Climática y de la kc estimada.

Vamos a pasar ahora a corregir el valor de la ETC calculada anteriormente para ajustarlo según los efectos de advección y variación climática según la expresión:

$$ETC_r = ETC \cdot K_a \cdot K_r$$

Siendo:

ETC<sub>r</sub> la evapotranspiración corregida.

ETC la evapotranspiración del cultivo calculada anteriormente.

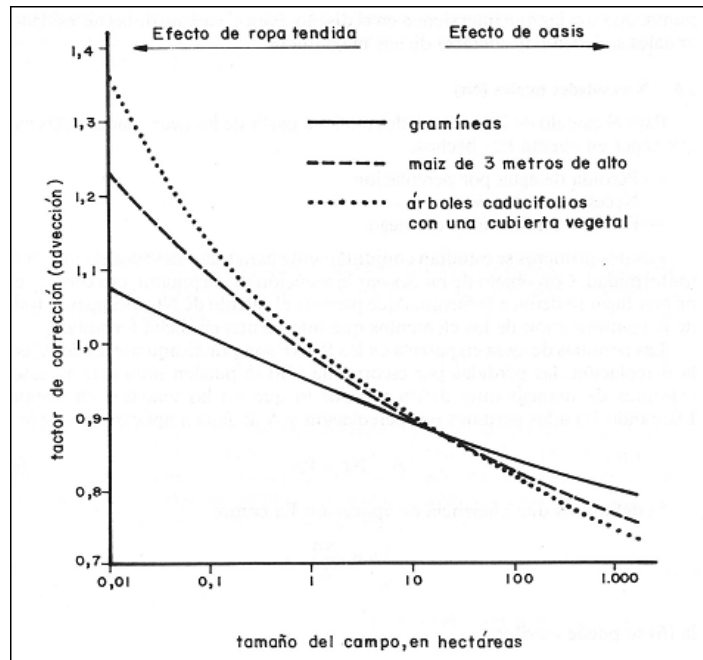
K<sub>a</sub> el coeficiente corrector por advección.

K<sub>r</sub> el coeficiente corrector por variación climática.

Pasamos a calcular los coeficientes correctores expuestos anteriormente. Hay que tener en cuenta que al presentar este proyecto un marco similar al de los estudios utilizados para determinar kc, obviaremos el factor reductor por estado de desarrollo del cultivo.

#### **Coefficiente corrector por advección (K<sub>a</sub>).**

Cabe destacar que la finca donde se está proyectando este proyecto, está rodeada por grandes extensiones de cultivo de secano, sin presentarse setos o elementos que puedan actuar como cortavientos. Por tanto cabe esperar un efecto considerable del viento sobre el consumo de agua de los cultivos. En el siguiente gráfico se puede aproximar el valor de este coeficiente corrector por efecto del viento en función de la superficie de la parcela.



**Gráfico 1.** Variación del factor de corrección por advección en función del tamaño de la explotación en ha.

Tomaremos el valor de  $K_a$  de la curva de gramíneas, entrando con la superficie aproximada de la parcela (10ha). De la tabla se obtiene un valor:

$$K_a = 0,9$$

### 2.2.1. Coeficiente corrector por variación climática ( $K_r$ ).

Como vimos en el Anejo 1 – Datos y Clasificación Climática, los valores de  $E_{To}$  corresponden a la media de una serie de años, por lo que es probable que algunos años las necesidades hídricas sean menores o mayores a las calculadas. De tal manera que con este coeficiente se pretende mayorar el valor de las necesidades calculadas para que la instalación esté preparada para este posible caso de tener unas necesidades mayores a las establecidas. Por lo que se tomará un 15% sobre la media del valor de  $E_{Tc}$ , es decir  $K_r = 1,15$ .

Así pues las  $ET_{c_r}$  quedan de la siguiente manera:

Mes	$ET_{c_r \text{ aloe}}$ (mm/mes)	$ET_{c_r \text{ aloe}}$ (mm/día)
Enero	10,52	0,34
Febrero	14,10	0,51
Marzo	23,53	0,75
Abril	31,92	1,07
Mayo	44,74	1,44
Junio	49,43	1,64
Julio	52,26	1,69
Agosto	50,70	1,63
Septiembre	32,97	1,09
Octubre	22,79	0,73
Noviembre	12,85	0,42
Diciembre	10,62	0,34

Tabla 3. Valores de la evapotranspiración corregida ( $ET_{c_r}$ ) para el aloe.

Mes	$ET_{c_r \text{ stevia}}$ (mm/mes)	$ET_{c_r \text{ stevia}}$ (mm/día)
Enero	12,28	0,39
Febrero	16,45	0,59
Marzo	36,87	1,19
Abril	50,01	1,67
Mayo	87,99	2,84
Junio	97,21	3,24
Julio	95,80	3,09
Agosto	59,15	1,91
Septiembre	51,66	1,72
Octubre	44,82	1,45
Noviembre	23,57	0,78
Diciembre	12,39	0,40

Tabla 4. Valores de la evapotranspiración corregida ( $ET_{c_r}$ ) para la stevia.

### 2.3. Cálculo de las necesidades brutas ( $N_b$ ).

Pasamos a calcular las necesidades brutas de riego, las cuales se calculan mediante la siguiente expresión:

$$N_b = \frac{N_n}{(1 - K) \cdot CU}$$

Donde  $N_n$  corresponde al valor de las necesidades netas, o lo que es lo mismo, a la evapotranspiración corregida ( $ET_{c_r}$ ).

Los otros parámetros son los que siguen:

**K.**

K se calcula como el valor más alto de los siguientes:

$$K = \max \{1 - E_a | R_L\}$$

Dónde:

$E_a$  es la eficiencia de aplicación, cuyo valor se estima en función de la textura del suelo y la profundidad de raíces de los cultivos. Hay que tener en cuenta que los datos que se presentan son para climas áridos, donde no se tiene en cuenta la precipitación efectiva. En la siguiente tabla rts podemos ver los valores de la eficiencia de aplicación:

Prof. De raíces (m)	Textura			
	Muy porosa	Arenosa	Media	Fina
<0,75	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75-1,50	0,90	0,90	0,95	1,00
>1,50	0,95	0,90	1,00	1,00

**Tabla 4.** Eficiencia de aplicación ( $E_a$ ) en función de la profundidad de raíces y textura del suelo.

Como nuestro suelo tiene una textura arenosa-arcillosa y las raíces de ambos cultivos poseen una profundidad inferior a 0,75m, tomaremos la media de los valores para textura arenosa y fina. Por tanto nuestro valor será:

$$E_a = 0,925$$

Por lo que se tiene que:

$$1 - E_a = 1 - 0,925 = 0,075$$

$R_L$  es el denominado requerimiento de lavado, que en riego localizado viene dado por la expresión:

$$R_L = \frac{CE_{\text{agua}}}{2 \cdot \max CE_{\text{es}}}$$

Como vimos en el Anejo 3 – Análisis de Agua, la conductividad del agua para riego era de 1,64 dS/m. Por otro lado, la  $\max CE_{\text{es}}$  es la conductividad eléctrica del extracto saturado que hace que el rendimiento del cultivo sea nulo. Al no estar tabulados los valores de  $\max CE_{\text{es}}$  de los cultivos de este proyecto, tendremos que suponerlos basándonos en algunas hipótesis. En primer lugar, mencionar que el cultivo de Aloe es catalogado como tolerante a la salinidad (Moreno et al., 2012), por lo que sus requerimientos de lavado serán probablemente bajos. Por otra parte, la Asociación Española de Stevia Rebaudiana cataloga a la stevia como un cultivo moderadamente sensible a la salinidad, por lo que tomaremos como valor de  $\max CE_{\text{es}}$  el de algún

cultivo de la misma familia y catalogado también como moderadamente sensible. De tal manera que supondremos un max  $CE_{es}$  para la stevia de 9 dS/m, que es el valor propuesto por Mass y Hoffman para la lechuga (cultivo de la misma familia que la stevia y catalogado como moderadamente sensible a la salinidad). Por ultimo mencionar que se obviará la max  $CE_{es}$  del aloe al entender que al ser un cultivo tolerante a la salinidad y siendo la presente en nuestro suelo baja, probablemente será mayor la eficiencia de aplicación.

$$RL = \frac{CE_{\text{agua}}}{2 \cdot \max CE_{es}} = \frac{1,64}{2 \cdot 9} = 0,09 = 9\%$$

Por tanto:

$$K_{\text{stevia}} = \text{máx} \{1 - E_a | R_L\} = R_L = 0,09$$

$$K_{\text{aloe}} = \text{máx} \{1 - E_a | R_L\} = E_a = 0,075$$

$$1 - E_a = 0,075$$

$$RL = 0,09$$

### 2.3.1. Coeficiente de uniformidad (CU).

Normalmente el valor del coeficiente de uniformidad viene impuesto por factores económicos, es decir, un valor alto supondrá una instalación de riego mayor, mientras que uno bajo supone un mayor consumo de agua. Para nuestro caso, supondremos un coeficiente de 0,9, tomando un criterio conservador. Pese a esto, será necesario comprobar una vez esté en funcionamiento el proyecto dicha uniformidad, para ver que se corrobore con lo estimado en este apartado. Por lo que nos queda que:

$$CU = 0,9$$

Una vez estimados los parámetros necesarios para el cálculo de las necesidades brutas, pasamos a calcular las susodichas mediante la expresión anteriormente citada, quedando:

Mes	$N_{b\ aloe}$ (mm/mes)	$N_{b\ aloe}$ (mm/día)
Enero	12,64	0,41
Febrero	16,94	0,61
Marzo	28,26	0,90
Abril	38,34	1,28
Mayo	53,74	1,73
Junio	59,37	1,97
Julio	62,77	2,03
Agosto	60,90	1,96
Septiembre	39,60	1,31
Octubre	27,37	0,88
Noviembre	15,43	0,50
Diciembre	12,76	0,41

Tabla 5. Necesidades brutas del aloe a lo largo de un año medio.

Mes	$N_{b\ stevia}$ (mm/mes)	$N_{b\ stevia}$ (mm/día)
Enero	14,99	0,48
Febrero	20,08	0,72
Marzo	45,02	1,45
Abril	61,06	2,04
Mayo	107,43	3,47
Junio	118,69	3,96
Julio	116,97	3,77
Agosto	72,22	2,33
Septiembre	63,07	2,10
Octubre	54,72	1,77
Noviembre	28,78	0,95
Diciembre	15,13	0,49

Tabla 6. Necesidades brutas de la stevia a lo largo de un año medio.

## 2.4. Balance Hídrico.

A continuación pasaremos a estimar el posible balance hídrico que podremos esperar durante un año medio. Como hemos mencionado anteriormente, para el dimensionado del riego no se ha tenido en cuenta la precipitación, ya que se entiende que en los meses de máximos requerimientos, es decir en el periodo seco (meses de verano) las reservas de agua del suelo suelen ser nulas.

No obstante, en un año con pluviometría normal no estaría justificado regar mientras la reserva de agua en el suelo pueda surtir al cultivo adecuadamente. Ya que los costes tanto económicos como ambientales harían descartar esta opción.

Aparte está el tema de que se produzca un posible encharcamiento al regar con el suelo saturado por lluvias, lo que podría provocar efectos nefastos en los cultivos.



Por todo esto, se hace necesario realizar un análisis que nos permita decidir el momento en que regar y la cantidad de agua que debemos aplicar, en función de las reservas del suelo. Para ello, lo primero es establecer los límites a partir de los cuales habría que regar. De tal manera, tenemos que el límite inferior sería el denominado punto de marchitez permanente (PMP), que se define como el punto desde el cual el agua del suelo queda retenida con tanta fuerza que se hace imposible para la planta extraerla. Por otra parte, el límite superior es el denominado como capacidad de campo (CC), el cual es el punto a partir del cual el agua que caiga al suelo se perderá por percolación, ya que se entiende que todos los poros del suelo capaces de retener agua están saturados. A la cantidad de agua recogida en el suelo que oscila entre ambos puntos, se les denomina agua útil (AU), y será la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, por lo que la dosis máxima que se podrá dar será igual a esta. Por último tendremos que mencionar que todos estos factores dependen de la capacidad de las raíces de los cultivos para profundizar en el suelo, siendo el agua útil mayor para especies con mayores profundidades de raíces.

En nuestro caso, en el Anejo 2 – Análisis de suelos, se estimó unos posibles valores de CC y PMP, establecidos por Rawls et al. (1982), para el tipo de textura de nuestro suelo. Y siendo las profundidades de raíces de aproximadamente unos 20 cm de profundidad, se tiene que:

$$AU = D_{\max} = p \cdot (\theta_{CC} - \theta_{PMP})$$

Siendo:

AU = agua útil

$D_{\max}$  = dosis máxima de riego

p = profundidad de raíces

$\theta_{CC}$  = contenido volumétrico a capacidad de campo

$\theta_{PMP}$  = contenido volumétrico en punto de marchitez permanente

Como hemos mencionado anteriormente, en la tabla 2 del Anejo 2 – Análisis de Suelo, se recogen los valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

$$\theta_{CC} = 33,9\%$$

$$\theta_{PMP} = 23,9\%$$

Que expresados en metros de columna de agua queda:

$$\theta_{CC} = 33,9 \cdot \frac{\text{mm}}{100\text{mm}} \cdot \frac{10^3\text{mm}}{1\text{m}} = 339 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$$

$$\theta_{PMP} = 23,9 \cdot \frac{\text{mm}}{100\text{mm}} \cdot \frac{10^3\text{m}}{1\text{m}} = 239 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$$

Por lo que el agua útil o dosis máxima será:

$$AU = D_{\max} = p \cdot (\theta_{CC} - \theta_{PMP}) = 0,2 \text{ m} \cdot \left( 339 \frac{\text{mm}}{\text{m}} - 239 \frac{\text{mm}}{\text{m}} \right) = 20 \text{ mm}$$

Cabe destacar, que como se ha mencionado anteriormente, el punto de marchitez permanente es el punto donde el daño por déficit hídrico es irreversible, de tal manera que en ningún caso es aconsejable llegar a él. Por lo que se hace necesario establecer el denominado nivel de agotamiento permisible (NAP), el cual es el nivel a partir del cual el cultivo empieza a reducir su rendimiento. Por lo que se tomará como límite inferior este valor y no el del punto de marchitez permanente. Por tanto, hablaremos de dosis práctica ( $D_p$ ) para aquella que tiene como límite inferior el valor del límite de agotamiento permisible y que se expresa según la siguiente expresión:

$$D_p = \alpha \cdot D_{\max}$$

Siendo  $\alpha$  el valor del nivel de agotamiento permisible expresado en tanto por uno.

Este valor de  $\alpha$  se encuentra tabulado para diferentes cultivos, según la profundidad máxima efectiva de raíces de los mismos. Al igual que en otros apartados, este valor no se encuentra reflejado para los cultivos que aquí se tratan, por lo que será necesario estimarlo. En los valores tabulados se observa que para los cultivos con una profundidad de raíces de entre 0,2 y 0,3m, el valor de  $\alpha$  oscila entre 0,2 y 0,3. Por tanto al haberse estimado que la profundidad media de nuestros cultivos será de aproximadamente 0,2m, tomaremos como límite de agotamiento permisible ( $\alpha$ ) un valor de 0,3. Por lo cual:

$$D_p = \alpha \cdot D_{\max} = 0,3 \cdot 20 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

Se tomará esta dosis práctica como la reserva de agua en el suelo con la que se podrá realizar el balance hídrico. De tal manera que en la Tabla 7 se muestra el balance hídrico mensual para un año de pluviometría media. Para realizar dicho balance, se ha tomado como reserva de agua en el suelo (R) el valor correspondiente a la dosis práctica y se marcará como objetivo mantenerla por encima de cero, o lo que es igual, no bajar del nivel de agotamiento permisible (NAP). La reserva del mes 'i' ( $R_i$ ) se calculará en función de la del mes anterior ( $R_{i-1}$ ), de la precipitación efectiva ( $P_e$ ) y de las necesidades netas del cultivo ( $N_n$ ), de la siguiente manera:

$$\text{si } 0 < R_{i-1} + (P_e|_i - N_n|_i) < R_{\max} = 6 \text{ mm} \rightarrow R_i = R_{i-1} + (P_e|_i - N_n|_i)$$

$$\text{si } R_{i-1} + (P_e|_i - N_n|_i) \geq R_{\max} = 6 \text{ mm} \rightarrow R_i = R_{\max} = 6 \text{ mm}$$

$$\text{si } 0 \geq R_{i-1} + (P_e|_i - N_n|_i) \rightarrow R_i = 0 \text{ mm}$$

La precipitación efectiva ( $P_e$ ), que es la parte del agua que cae en forma de precipitación que es aprovechada por la planta, se establece normalmente como el 70% de la precipitación normal. Es decir:

$$P_e = P \cdot 0,7 = 539 \text{ mm/año} \cdot 0,7 = 377,30 \text{ mm/año}$$

Siendo  $P$  la precipitación anual, recogida en la tabla 2 del Anejo 1 – Datos y Clasificación Climática.

Por otra parte, la demanda de agua del cultivo son las necesidades netas ( $N_n$ ), que se calcularon anteriormente.

Finalmente, la  $ETC_{\text{real}}$  de cada mes será lo que realmente evapotranspira el cultivo dicho mes, que sigue la siguiente regla:

$$\text{si } N_n|_i < P_e|_i + R_{i-1} \rightarrow ETC_{\text{real}}|_i = N_n|_i$$

$$\text{si } N_n|_i > P_e|_i + R_{i-1} \rightarrow ETC_{\text{real}}|_i = P_e|_i + R_{i-1}$$

De tal manera que cuando las necesidades netas no puedan ser satisfechas por la suma de las reservas de agua del suelo y las precipitaciones, existirá déficit hídrico en el suelo. Por otra parte, si quedan satisfechas existirá superávit. Será entonces en el caso en el que existe déficit, en el que será necesario realizar el riego. Para calcular la dosis de riego, utilizaremos la misma fórmula que para calcular las necesidades brutas, es decir:

$$D_r = \frac{\text{Déficit}}{(1 - K) \cdot CU}$$

Pasamos a continuación a exponer los datos relacionados con el cálculo de la dosis de riego, así como los resultados obtenidos de esta. Cabe mencionar que las necesidades brutas anuales de nuestros cultivos se han estimado en 428,12 mm/año y 718,16 mm/año para el aloe y la stevia respectivamente. Al ser la precipitación efectiva anual de 377,30 mm/año, es de suponer que al final del periodo seco, es decir, finales de verano (Septiembre), las reservas del agua estarán a cero. Por lo que tomaremos esta hipótesis de partida para iniciar los cálculos. Nótese que las necesidades netas del aloe son muy cercanas a la pluviometría efectiva anual, de tal manera se espera que el cultivo no requiera demasiado aporte de agua extra aparte del que proviene de la lluvia. Por esto, realizaremos un cálculo de ejemplo para la stevia.

mm/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>N<sub>n</sub></b>	12,28	16,45	36,87	50,01	87,99	97,21	95,8	59,15	51,66	44,82	23,57	12,39
<b>P<sub>e</sub></b>	46,20	35,00	25,20	37,80	21,00	7,00	1,40	3,50	18,90	47,60	63,70	69,30
<b>R</b>	6	6	0	0	0	0	0	0	0	2,78	6	6
<b>ETC<sub>real</sub></b>	12,28	16,45	31,2	37,80	21,00	7	1,4	3,5	18,9	44,82	23,57	12,39
<b>Déficit/ Superávit</b>	39,92	24,55	-5,67	-31,5	-12,21	-90,21	-94,4	-55,65	-32,76	2,78	42,91	62,91
<b>D<sub>r</sub></b>	-	-	6,92	38,46	14,91	110,15	115,26	67,95	40	-	-	-
<b>Tipo</b>	H	H	PH	PH	S	S	S	S	S	I	H	H

**Tabla 7.** Balance hídrico para la stevia en un año medio.

Como vemos, en un año medio, las necesidades de riego de la stevia serán aproximadamente de 393,65 mm/año. Pero como ya hemos comentado, para el dimensionado del sistema de riego no se tendrá en cuenta la pluviometría y se tomarán las necesidades máximas de los cultivos, para que así, el equipo de riego sea capaz de mantener los cultivos con sus necesidades hídricas cubiertas en años de escasa pluviometría.

De todas maneras, el balance hídrico que se ha realizado es un mero ejemplo. En la práctica, la metodología sería exactamente la misma para ambos cultivos, solo que se haría con una periodicidad diaria o semanal en función del momento del año y la meteorología. Es decir, habría que llevar un registro de la pluviometría recogida en la finca y en función de las necesidades estimadas, sacar una dosis de riego real. Por otra parte, se hace muy importante ir cogiendo experiencia sobre el funcionamiento real del cultivo en campo, para que según esto se pueda planificar un mejor manejo del riego que pueda ajustarse a diferentes condiciones como puedan ser subidas de temperatura, fuertes lluvias o fuertes rachas de viento seco y así poder realizar un riego lo más eficiente posible.

### **3. CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA RIEGO POR GOTEO.**

Pasamos ahora a calcular los parámetros para el diseño del riego por goteo de la explotación. Como hemos comentado anteriormente, la instalación se dimensionará para poder suplir las necesidades netas de los cultivos en el caso de que no existiese pluviometría alguna. Por tanto, el sistema de riego deberá poder aportar la totalidad de las necesidades brutas que se han planteado. Por ello, el diseño se realizará en base al mes más restrictivo en este aspecto, es decir, el mes con mayores necesidades brutas. Para nuestro caso dicho mes es Junio.

### 3.1. Caudal Continuo Ficticio Disponible (C.C.F.D.) y Caudal Continuo Ficticio Necesario (C.C.F.N.).

Se ha estimado que el caudal disponible en el pozo ( $Q_{\text{disponible}}$ ) de donde se tomará el agua de riego es de aproximadamente 10 l/s. Por otra parte, la superficie total cultivada que habrá que regar ( $S_{\text{cultivada}}$ ) es igual a la suma de las cuatro parcelas proyectadas (2 parcelas de aloe y 2 parcelas de stevia). De tal manera se tiene que:

$$S_{\text{cultivada}} = S_{\text{aloe}} + S_{\text{stevia}} = S_{\text{aloe1}} + S_{\text{aloe2}} + S_{\text{stevia1}} + S_{\text{stevia2}} = 2,41 + 2,60 + 2,24 + 2,73 = 9,98 \text{ ha}$$

Por lo que el caudal continuo ficticio disponible será:

$$\text{C. c. f. d.} = \frac{Q_{\text{disponible}}}{S_{\text{cultivada}}} = \frac{10 \text{ l/s}}{9,98 \text{ ha}} = 1,01 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

Y el caudal ficticio continuo necesario para el mes de máximas necesidades y el cultivo más exigente en agua (stevia) queda:

$$\text{C. c. f. n.} = N_b |_{\text{jun}} \cdot \frac{1000 \text{ m}^3}{1 \text{ ha}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \cdot 3600 \text{ s}} = 3,96 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \cdot \frac{10000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \cdot 3600 \text{ s}} = 0,46 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

Comprobamos ahora que el C.c.f.d es superior al C.c.f.n. para verificar que se puede regar:

$$\text{C.c.f.d.} = 1,01 \text{ l/s} \cdot \text{ha} > \text{C.c.f.n.} = 0,46 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

Al cumplirse lo mostrado anteriormente, queda verificado que el pozo tiene capacidad para regar la explotación.

### 3.2. Marco de riego.

#### 3.2.1. Área mojada por emisor.

Al no existir pruebas empíricas en campo, se utilizarán formulas empíricas, que vienen determinadas por la textura del suelo, para estimar el diámetro de mojado que se espera de los emisores. Para nuestro caso tomaremos la media de los resultados de textura fina y gruesa:

$$\text{Textura fina} \rightarrow D_{\text{fina}} = 1,2 + 0,10 \cdot q = 1,2 + 0,10 \cdot 2 = 1,4 \text{ m}$$

$$\text{Textura gruesa} \rightarrow D_{\text{gruesa}} = 0,3 + 0,12 \cdot q = 0,3 + 0,12 \cdot 2 = 0,54$$

$$\text{Textura media} \rightarrow D_m = (D_{\text{fina}} + D_{\text{gruesa}})/2 = 0,97 \text{ m} \rightarrow r_m = D_m/2 = 0,48 \text{ m}$$

$q$  = Caudal del emisor, que se espera que de 2 l/h para una presión de 1,50 atm.

$r_m$  = radio mojado por el emisor

Luego la superficie mojada por el emisor será:

$$S_e = \frac{\pi \cdot D_m^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,97^2}{4} = 0,74 \frac{m^2}{\text{gotero}}$$

### 3.2.2. Número de emisores por metro cuadrado.

Pasamos ahora a ver el número de emisores que se encontrarán por metro cuadrado dentro de la finca. Para ello debemos tener en cuenta que se establecerán líneas de goteros integrados con separación entre ellos de 50 centímetros para el aloe y 40 centímetros para la stevia.

Primero calcularemos los marcos de riego, que quedan tal que:

$$\text{Marco de riego del aloe: } S_e \cdot S_l = 0,5 \cdot 1,7 = 0,85 \text{ m}^2/\text{gotero} \rightarrow N_{\text{aloe}} = 1,18 \text{ goteros/m}^2$$

$$\text{Marco de riego de la stevia: } S_e \cdot S_l = 0,4 \cdot 1,5 = 0,6 \text{ m}^2/\text{gotero} \rightarrow N_{\text{stevia}} = 1,67 \text{ goteros/m}^2$$

Siendo

$S_e$  = separación entre emisores (m)       $N$  = número de goteros por metro cuadrado

$S_l$  = separación entre líneas (m)

Atendiendo a la separación entre emisores ( $S_e$ ) y al radio mojado ( $r_m$ ), obtenemos los siguientes solapes:

$$S_{\text{aloe}} = 100 \cdot \left(2 - \frac{S_e}{r_m}\right) = 100 \cdot \left(2 - \frac{0,5}{0,48}\right) = 95,8\%$$

$$S_{\text{stevia}} = 100 \cdot \left(2 - \frac{S_e}{r_m}\right) = 100 \cdot \left(2 - \frac{0,4}{0,48}\right) = 116,67\%$$

Como vemos, ambos cultivos poseen buenos porcentajes de solapamiento.

### 3.3. Intervalo entre riego.

Al estar alimentado el sistema de riego por paneles solares, se realizará un riego al día aprovechando las horas disponibles de sol, puesto que el sistema de riego no producirá gastos de funcionamiento.

$$I_r = 1$$

### 3.4. Tiempo de riego.

El tiempo de riego se establece en función de la dosis de riego que corresponde a las necesidades máximas del cultivo, que para nuestro caso son las de Julio para el aloe

(2,03 mm/día) y Junio para la stevia (3,97 mm/día). Este parámetro se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Tr_{\text{aloe}} = \frac{Dr \cdot Ir}{N_{\text{aloe}} \cdot q} = \frac{2,03 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \cdot 1 \text{ día}}{1,18 \frac{\text{goteros}}{\text{m}^2} \cdot 2 \frac{1}{\text{h.gotero}}} = 0,86 \text{ horas}$$

$$Tr_{\text{stevia}} = \frac{Dr \cdot Ir}{N_{\text{stevia}} \cdot q} = \frac{3,96 \frac{\text{mm}}{\text{día}} \cdot 1 \text{ día}}{1,67 \frac{\text{goteros}}{\text{m}^2} \cdot 2 \frac{1}{\text{h.gotero}}} = 1,18 \text{ horas}$$

Pasamos ahora a calcular el tiempo de riego total diario:

$$Tr_{\text{aloe,día}} = 1 \text{ riego/día} \cdot 0,86 \text{ horas/riego} = 0,86 \text{ horas}$$

$$Tr_{\text{stevia,día}} = 1 \text{ riego/día} \cdot 1,18 \text{ horas/riego} = 1,18 \text{ horas}$$

Lo que supondrá un total de 2,04 horas diarias para regar ambos cultivos, si se regase toda la superficie a la vez.

### 3.5. Sectores de riego.

En primer lugar calcularemos el número máximo de sectores de riego que puede existir en la finca. Para ello será necesario estimar el tiempo diario disponible para el riego. Según el programa COMPASS de LORENZTS (programa para el dimensionado de sistemas de riego solar), en la localidad del proyecto (Dos Hermanas) y el mes de máximas necesidades (Junio) se esperan una media de 13 horas de sol aprovechable (de 07:00 a 20:00). Por lo que dispondremos de 13 horas al día para regar. Por otra parte, como hemos visto anteriormente, el tiempo de riego de la stevia es superior. De tal manera que le daremos más tiempo de riego a la stevia, para así tener un número similar de sectores en ambas especies. Si le damos 5,5 y 7,5 horas al aloe y la stevia respectivamente, nos queda:

$$N^{\circ} \text{ máximo de sectores}_{\text{aloe}} = \frac{T_{\text{disponible}} \cdot Ir}{Tr_{\text{aloe}}} = \frac{5,5 \cdot 1}{0,86} = 6 \text{ sectores}$$

$$N^{\circ} \text{ máximo de sectores}_{\text{stevia}} = \frac{T_{\text{disponible}} \cdot Ir}{Tr_{\text{stevia}}} = \frac{7,5 \cdot 1}{1,18} = 6 \text{ sectores}$$

Por otra parte, el número mínimo de sectores vendrá determinado por el caudal necesario para realizar el riego de la totalidad de la parcela y el caudal disponible por el pozo de la explotación, de manera que:

$$N^{\circ} \text{ mínimo de sectores} = \frac{\text{Caudal necesario}}{\text{Caudal disponible}}$$

Caudal disponible = 10 l/s

$$q \text{ necesario}_{\text{aloe}} = 5,01 \text{ha}_{\text{aloe}} \cdot \frac{10000 \text{m}^2}{\text{ha}} \cdot 1,18 \frac{\text{goteros}}{\text{m}^2} \cdot 2 \frac{\text{l}}{\text{h} \cdot \text{gotero}} \cdot \frac{1 \text{h}}{3600 \text{s}}$$
$$= 32,84 \text{ l/s}$$

$$q \text{ necesario}_{\text{stevia}} = 4,97 \text{ha}_{\text{stevia}} \cdot \frac{10000 \text{m}^2}{\text{ha}} \cdot 1,67 \frac{\text{goteros}}{\text{m}^2} \cdot 2 \frac{\text{l}}{\text{h} \cdot \text{gotero}} \cdot \frac{1 \text{h}}{3600 \text{s}}$$
$$= 46,11 \text{ l/s}$$

Por tanto los sectores mínimos serán:

$$N^{\circ} \text{ mínimo de sectores}_{\text{aloe}} = \frac{32,84 \text{ l/s}}{10 \text{ l/s}} = 3,28 \text{ sectores}$$

$$N^{\circ} \text{ mínimo de sectores}_{\text{stevia}} = \frac{46,11 \text{ l/s}}{10 \text{ l/s}} = 4,61 \text{ sectores}$$

Para la elección de los sectores de riego tenemos que tener en cuenta que cuanto más sectoricemos el riego, menor serán los diámetros de las tuberías de conducción del agua, disminuyendo así el coste de la instalación. Pero el tiempo para regar todas las parcelas aumentará, aumentando así el gasto por utilización del sistema. En nuestro caso, al estar el sistema alimentado por los paneles solares no genera gastos de utilización. Por tanto buscaremos sectorizar al máximo la instalación, disminuyendo así los gastos por diámetro de tubería. De tal manera que tendremos 6 sectores para ambas especies.

#### **4. CONCLUSIONES.**

Tras el cálculo de las necesidades netas y brutas de los cultivos, se ha podido observar que para un año medio, la pluviometría no es suficiente para satisfacer los requerimientos hídricos de los cultivos, haciéndose el riego imprescindible para el desarrollo de estos.

Como se ha comentado, la instalación estará dimensionada para satisfacer las máximas necesidades del cultivo. Pero, se hace imprescindible comprobar en campo las necesidades reales de los cultivos, ya que estas pueden ser diferentes a las estimadas en este anejo. Obteniéndose las dosis reales de riego necesarias a aportar en cada momento.

Por último, comentar que en ningún momento se ha tenido en cuenta, tanto en el balance hídrico como en el cálculo directo de la evapotranspiración de los cultivos, el efecto que pudiera tener el manejo del suelo, fundamentado en el uso de un acolchado de malla plástica de material geotextil de color negro (explicado en el Anejo 5, de diseño de la Plantación) y un control de la cubierta vegetal como el descrito en el



Anejo 6, de técnicas de Cultivo. Por ello, en principio cabría esperar que esto supusiera por un lado, una disminución de la evapotranspiración debida al uso del acolchado y al manejo de la cubierta (segado en primavera) y por otro, una "retención" del agua acumulada en el suelo debida también al manejo de la cubierta (pase de cultivador a principios de verano). Por tanto, puede que gracias a esto se consiga disminuir las necesidades de agua aportada a los cultivos. En cualquier caso, esto es solo una hipótesis, cuya confirmación habría que comprobar directamente en campo una vez la plantación estuviera en marcha.

-ANEJO 9-

## **DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO**



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>178</b>
<b>2. CRITERIOS PARA EL DIMENSIONADO</b>	<b>178</b>
<b>3. CAUDALES NECESARIOS</b>	<b>178</b>
<b>4. DIMENSIONADO DE LAS CONDUCCIONES</b>	<b>179</b>
<b>4.1. Tuberías porta-laterales</b>	<b>181</b>
<b>4.2. Red de distribución</b>	<b>183</b>
<b>4.3. Sectores de riego</b>	<b>185</b>
<b>5. ESTUDIO DE PRESIONES</b>	<b>186</b>
<b>6. ELECCIÓN DE LA BOMBA</b>	<b>187</b>
<b>6.1. Parámetros para el dimensionado de la bomba</b>	<b>187</b>
6.1.1. Altura manométrica máxima de la instalación	187
6.1.2. Caudal diario requerido	188
6.1.3. Longitud del cable motor	188
6.1.4. Pérdida por suciedad	189
<b>6.2. Bomba</b>	<b>189</b>
<b>7. EQUIPO DEL CABEZAL DE RIEGO</b>	<b>191</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>193</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

Basándonos en lo calculado en el Anejo 7 – Diseño Agronómico del Riego, se ha decidido distribuir la finca en 12 sectores de riego, que se detallan en el plano "Sectores de riego". Se ha intentado distribuirlos de manera que queden lo más semejantes posible en cuanto a superficie. Se ha optado por dividir las cuatro parcelas de cultivos en 3 partes cada una. Quedando organizados los sectores como se muestra a continuación.

<b>Sector de Riego</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Superficie del sector (m<sup>2</sup>)</b>
a	Stevia	8944
b	Stevia	9196
c	Stevia	9197
d	Aloe	8667
e	Aloe	8617
f	Aloe	8685
g	Aloe	8093
h	Aloe	8079
i	Aloe	7896
j	Stevia	7512
k	Stevia	7498
l	Stevia	7441

**Tabla 1.** Distribución de parcelas en sectores de riego.

Los goteros son autocompensantes (integrados con coeficiente de descarga 0) y trabajan entre presiones de 0,4 y 2,1 atm.

Las tuberías primaria, secundaria y terciaria serán de PVC y se enterrarán para evitar que se desgasten por la exposición a las inclemencias climáticas. Sin embargo, los ramales irán en superficie y serán de Polietileno de baja densidad.

## **2. CRITERIOS PARA EL DIMENSIONADO.**

Al tratarse de goteros autocompensantes, el criterio a seguir a la hora de dimensionar la instalación se reduce en aplicar el criterio de velocidad para dimensionar la red terciaria. Una vez hecho esto, se fija la presión de trabajo mínima del emisor en el punto más desfavorable de la instalación y se realiza el estudio de presiones en base a esto.

## **3. CAUDALES NECESARIOS.**

A continuación pasamos a calcular los caudales requeridos por cada sector. Para así poder empezar a dimensionar nuestra red terciaria de tuberías. De tal manera que realizaremos el cálculo como ejemplo de uno de ellos, y los demás serán calculados mediante hoja de cálculo.

El sector que procedemos a calcular es el 'a' de 0,89 ha de stevia. El caudal se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_a = S_a \cdot \text{marco de riego} \cdot q_e$$

Donde:

$S_a$  = superficie que riega el sector ( $m^2$ )

marco de riego = nº goteros/ $m^2$  del cultivo, en este caso 1,67 goteros/ $m^2$

$q_e$  = caudal del emisor (2 l/h)

Por tanto el caudal necesario para regar dicho sector será:

$$Q_a = 8944m^2 \cdot 1,67 \frac{\text{goteros}}{m^2} \cdot 2 \frac{l}{h} = 29873 \frac{l}{h} = 0,0083 \frac{m^3}{s}$$

La tabla 2 muestra todos los caudales necesarios para cada sector.

Sector de riego	Cultivo	Caudal (l/h)	Caudal ( $m^3/s$ )
a	Stevia	29873	0,008
b	Stevia	30715	0,008
c	Stevia	30718	0,008
d	Aloe	20454	0,006
e	Aloe	20336	0,006
f	Aloe	20497	0,006
g	Aloe	19099	0,005
h	Aloe	19066	0,005
i	Aloe	18634	0,005
j	Stevia	25090	0,007
k	Stevia	25043	0,007
l	Stevia	24853	0,007

Tabla 2. Distribución de caudales según sector de riego.

#### **4. DIMENSIONADO DE LAS CONDUCCIONES.**

A continuación se realizará el cálculo del dimensionado de una de las parcelas a modo de ejemplo, con esto se espera que quede claro cómo se han obtenido el resto de parcelas (calculadas mediante hoja de cálculo).

Se usará una tubería de polietileno expandido de baja densidad, con un diámetro nominal de 12 mm, a 2,1 atm de presión de trabajo, y diámetro interior de 11,8 mm. La parcela en la que se trabajará es la a, de 0,89 ha regables y cuya longitud Noreste-Suroeste (dirección de líneas de cultivo) de mayor longitud mide 143,37 m. Los ramales se alimentarán por el centro, por lo que la longitud del porta-emisores con características más desfavorables desde el punto de vista hidráulico será de 71,7 m.

Se denominará A al extremo de dicho ramal y B al punto de conexión con la tubería porta-ramal.

Por lo que la pérdida de carga en el ramal será entonces:

$$hr_{A-B} = Lf \cdot J \cdot F$$

**Longitud ficticia (Lf).** El factor para calcular la longitud equivalente teniendo un diámetro de 12 mm es 0,25.

$$Lf = L + Le; Le = n \cdot 0,25;$$

$$n = n^{\circ} \text{ goteros} = \frac{\text{longitud ramal}}{\text{dist. entre goteros}} = \frac{71,7 \text{ m}}{0,4 \text{ m/gotero}} = 179 \text{ goteros};$$

$$Lf = L + n \cdot 0,25 = 71,7 + 179 \cdot 0,25 = 116,45 \text{ m}$$

**Ecuación de Blasius (J).**

$$J = 0,473 \cdot Q_{A-B}^{1,75} \cdot D^{-4,75},$$

$$Q_{A-B} = 179 \text{ goteros} \cdot 2^{1/h} \cdot \text{gotero} = 358 \frac{1}{h};$$

$$D = D_{\text{int}} = 11,8 \text{ mm};$$

$$J = 0,473 \cdot Q_{A-B}^{1,75} \cdot D^{-4,75} = 0,473 \cdot 358^{1,75} \cdot 11,8^{-4,75} = 0,110$$

**Factor de Christiansen (F).**

Teniendo en cuenta los siguientes valores:

$$\left. \begin{array}{l} \text{PE: } \beta = 1,75 \\ n = 179 \text{ goteros} \\ l_0 = l/2 \end{array} \right\} F = 0,365$$

El valor del factor de Christiansen se ha obtenido de una tabla de valores estabulados, accediendo mediante los parámetros anteriormente descritos.

Por tanto, una vez calculado todos los parámetros pasamos a obtener la pérdida de carga total del ramal.

$$hr_{B-A} = Lf \cdot J \cdot F = 116,45 \cdot 0,110 \cdot 0,365 = 4,67 \text{ m}$$

A continuación en la Tabla 3 se muestran las pérdidas de cargas de todos los laterales porta-emisores, así como su longitud máxima y caudal.

Sector	Porta-Emisores (PE a 2,1 atm de presión de trabajo)			
	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Caudal (l/h)	Pérdida de carga (m)
a	12	71,7	358	4,67
b	12	77	385	5,86
c	12	82	390	6,96
d	12	85	340	4,80
e	12	85	340	4,80
f	12	87,5	350	5,20
g	12	87,5	350	5,20
h	12	92,5	370	6,06
i	12	92,5	370	6,06
j	12	78	390	6,07
k	12	75,5	377,5	5,55
l	12	69,5	347,5	4,42

**Tabla 3.** Pérdidas de carga en los porta-emisores más desfavorables de cada sector.

#### 4.1. Tuberías Porta-Laterales.

De igual forma procedemos al dimensionado de las tuberías porta-laterales. Estas serán de PVC a 6 atm. La separación entre ramales será la separación entre líneas de cultivo, es decir, 1,7 y 1,5 para el aloe y la stevia respectivamente. A continuación se expone un ejemplo del método seguido a la hora de dimensionar dicha red.

Para ello, volveremos al mismo sector tomado como ejemplo anteriormente. De tal manera que se expondrán los cálculos que conectan el porta-laterales del hidrante a. Se realizará el cálculo desde el punto de vista del tramo más desfavorable de esta tubería según criterios hidráulicos, es decir, aquel que presenta mayor longitud, para que la instalación sea capaz de regar adecuadamente en todos los puntos de la parcela. La longitud de dicho tramo es de 34,5 m. Siguiendo con la nomenclatura anterior, el punto más extremo se denominará B, y el de inserción con el hidrante C.

La pérdida de carga en el porta-lateral será entonces:

$$hr_{C-B} = L_f \cdot J \cdot F$$

Para este caso la longitud ficticia ( $L_f$ ) se toma mayorando un 10% la real:

$$L_f = 1,10 \cdot L = 34,5 \cdot 1,10 = 38 \text{ m}$$

Para PVC, el cálculo del factor J se realiza utilizando la Ecuación de Veronesse-Datei.



$$J = 9,2 \cdot 10^{-4} \cdot Q^{1,8} \cdot D^{-4,8}$$

El **caudal (Q)** depende del número de ramales que se conectan al porta-laterales en cuestión y del caudal de éstos. En este caso, de cada inserción saldrán dos ramales, uno hacia un lado y otro hacia el otro. Pero al no conocer la longitud de todos los ramales, supondremos que el porta-lateral tendrá que abastecer aproximadamente la mitad del caudal requerido por el sector, ya que son dos porta-laterales los que alimentan a este.

$$Q_{C-B} = Q_a/2 = 29873/2 = 14936 \frac{l}{h} = 0,004 \text{ m}^3/s$$

El diámetro (D), será el diámetro interior de la tubería, es decir, aquél que se acerque más al diámetro teórico, calculado según el criterio de velocidad (V= 1,5 m/s):

$$D_{\text{teórico}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{C-B}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,004}{\pi \cdot 1,5}} = 0,058 \text{ m}$$

Se escoge entonces una tubería de diámetro comercial de 63 mm, que para 6 atm, su espesor (e) es 1,9 mm, por lo que nos queda un diámetro interior (Q<sub>int</sub>):

$$D_{\text{int}} = D_{\text{ext}} - 2 \cdot e = 63 - 2 \cdot 1,9 = 59,2 \text{ mm}$$

Por lo que J queda:

$$J = 9,2 \cdot 10^{-4} \cdot Q^{1,8} \cdot D^{-4,8} = 9,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,004^{1,8} \cdot 0,0592^{-4,8} = 0,035$$

Como tenemos los laterales conectados al porta-lateral, el caudal irá cambiando a media que se avanza por la longitud de la tubería, debido a la salida de agua hacia los ramales. Por tanto, será necesario calcular el factor de Christiansen ( $\beta=1,80$  para PVC), teniendo en cuenta que n es el número de veces que cambia el caudal, que coincidirá con la mitad del número de ramales del porta-laterales, ya que los ramales de ambos lados se insertan en el mismo punto:

$$n = \frac{\text{n}^\circ \text{ ramales}}{2} = \frac{46}{2} = 23$$

$$\text{n}^\circ \text{ ramales} = \left( \frac{L(m)}{\text{dist. entre ramales}(m)} \right) \cdot 2 = \left( \frac{34,5}{1,5} \right) \cdot 2 = 46 \text{ ramales}$$

$$\left. \begin{array}{l} \beta = 1,8 \\ n = 23 \\ l/l_0 = 0,5 \end{array} \right\} F = 0,3655$$

$$h_{r_{C-B}} = Lf \cdot J \cdot F = 38 \cdot 0,035 \cdot 0,3655 = 0,49 \text{ m}$$

A continuación se muestran los diámetros y pérdidas de carga del resto de portales laterales, los cuales han sido calculados mediante hojas de cálculo.

Porta-Lateral (PVC, 6 atm)						
Conectado al hidrante:	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	Caudal (l/h)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	P. carga (m)
a	63	1,9	34,5	14936	0,004	0,49
b	63	1,9	32	15357	0,004	0,45
c	63	1,9	30	15359	0,004	0,42
d	50	1,8	26	10227	0,003	0,70
e	50	1,8	25	10168	0,003	0,68
f	50	1,8	25	10248	0,003	0,68
g	50	1,8	23	9549	0,0025	0,45
h	50	1,8	22	9533	0,0025	0,43
i	50	1,8	22	9317	0,0025	0,43
j	63	1,9	23	12545	0,0035	0,26
k	63	1,9	25	12521	0,0035	0,27
l	63	1,9	43	12426	0,0035	0,48

Tabla 4. Diámetros y pérdidas de cargas en tuberías porta-laterales.

## 4.2. Red De Distribución.

Pasamos finalmente a dimensionar la red de distribución. En esta parte de la instalación se ha optado también por una tubería de PVC, a una presión de 6 atm, e irá igualmente soterrada. Para seguir los cálculos que aquí se realicen, se puede consultar el plano de Red de Distribución.

En este caso, realizaremos como ejemplo el cálculo del tramo del hidrante a hasta la intersección 1, y el resto de tramos se calcularán mediante hoja de cálculo.

### Tramo a → 1.

La pérdida de carga será:

$$hr_{a-1} = L \cdot J$$

La longitud (L) del tramo será:

$$L = 160,50 \text{ m}$$

Para calcular J, procederemos de igual forma que para la tubería porta-laterales (PVC), es decir, mediante la ecuación de Varonesse-Datei:

$$J = 9,2 \cdot 10^{-4} \cdot Q^{1,8} \cdot D^{-4,8}$$

Donde el caudal (Q) es igual a la suma de los caudales de los hidrantes que alimentaría simultáneamente la tubería, en este caso es uno solo (a).

$$Q_{a-1} = Q_a = 29873 \text{ l/h} = 0,008 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro (D) al ser PVC, se tomará como diámetro interior. En primer lugar se calculará el diámetro teórico según el criterio de velocidad:

$$D_{\text{teórico}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{C-B}}{\pi \cdot 1,5}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,008}{\pi \cdot 1,5}} = 0,082 \text{ m}$$

Se coge pues una tubería de diámetro comercial de 90 mm, que para un timbraje de 6 atm, tiene un espesor (e) de 2,7 mm, por lo que el diámetro interior queda:

$$D_{\text{int}} = D_{\text{ext}} - 2 \cdot e = 90 - 2 \cdot 2,7 = 84,6 \text{ mm}$$

Por lo que J queda:

$$J = 9,2 \cdot 10^{-4} \cdot Q^{1,8} \cdot D^{-4,8} = 9,2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,008^{1,8} \cdot 0,0846^{-4,8} = 0,022$$

Por tanto la pérdida de carga será:

$$h_r = L \cdot J = 160,50 \cdot 0,022 = 3,53 \text{ m}$$

A continuación se muestran en la tabla 4 los diámetros, perdidas de carga y otros parámetros de los tramos de tubería de la red de distribución.

Tramos de la Red de Distribución (PVC, 6 atm)					
Tramo	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Longitud (m)	Caudal (l/h)	Pérdidas de carga (m)
a - 1	90	2,7	160,5	29873	3,45
f - 1	75	2,2	136	20497	3,85
1 - 2	90	2,7	166	29873	3,65
g - 2	75	2,2	119	19099	3,07
l - 2	90	2,7	143	24853	2,37
2 - cabezal	90	2,7	246	29873	5,82

Tabla 5. Diámetro y pérdida de carga en las tuberías de la red de distribución.

Nótese que en algunos tramos, como por ejemplo el a-1, se muestra el caudal que ha de suministrarse en el hidrante del extremo. Esto se debe a que el hidrante del extremo tiene una demanda parecida de caudal que el que se encuentra en la mitad del tramo o a principio de este. De esta forma, el tramo c-1 y b-1 debe de ser dimensionado para poder cubrir la demanda del hidrante extremo, ya que estos se encuentran comunicados por la misma tubería. De esta manera, se han mostrado los tramos que por su caudal precisan de un estudio por separado del resto.

De tal forma, la pérdida de carga de la red de distribución en un hidrante será la suma de las pérdidas de carga de los tramos que se recorren desde el cabezal de riego hasta dicho hidrante cuando el sector al que pertenece se encuentra abierto, estando el resto de sectores cerrados. La Tabla 5 muestra los valores de los sectores extremos de cada tramo.

Hidrante	Pérdida de carga hasta cabezal (m)
a	13,00
f	13,32
g	8,89
l	8,19

Tabla 6. Pérdida de carga desde el cabezal de riego hasta cada uno de los hidrantes.

### 4.3. Sectores de Riego.

En el anejo de diseño agronómico del riego, se concluyó en utilizar 12 sectores de riego. La Tabla 6 presenta los hidrantes que riegan en cada uno de ellos, es decir los que deben permanecer abiertos cuando se pretenda regar en cada sector. Con los datos de esta tabla, junto con los tiempos de riego necesarios según las necesidades de los cultivos en cada momento, se programarán las electroválvulas que controlarían el cierre y apertura de dichos hidrantes. En la misma tabla aparecen también los caudales totales de riego para cada sector.

Sector de Riego	Hidrante	Caudal	
		l/h	m <sup>3</sup> /s
a	a	29873	0,008
b	b	30715	0,008
c	c	30718	0,008
d	d	20454	0,006
e	e	20336	0,006
f	f	20497	0,006
g	g	19099	0,005
h	h	19066	0,005
i	i	18634	0,005
j	j	25090	0,007
k	k	25043	0,007
l	l	24853	0,007

Tabla 7. Hidrantes que corresponden a cada sector de riego y sus caudales.

## **5. ESTUDIO DE PRESIONES**

A continuación pasaremos a calcular la pérdida de carga acumulada desde el extremo de los porta-emisores de cada hidrante hasta el cabezal de riego, para saber cuál es la demanda de presión a satisfacer en la salida de cada emisor. Se calculará a modo de ejemplo la presión necesaria desde el extremo del porta-emisores correspondiente al hidrante **a**, hasta el cabezal de riego. En los cálculos se desestimará la diferencia de cota por ser esta prácticamente nula.

La altura de presión en el extremo del porta-emisor (A) será la de trabajo del gotero, es decir:

$$H_A = 0,4 \text{ atm} = 4 \text{ m}$$

Al origen del porta-emisores, es decir, en el punto de conexión del porta-emisores con el porta-lateral (B), que en este caso es el extremo de este último, la altura de presión será:

$$H_B = H_A + h_{r_{B-A}} = 4 + 4,67 = 8,67 \text{ m}$$

Esta tubería está dimensionada a 2,1 atm (21 m), que sería el máximo admitido. En este caso la presión es menor, por lo que no habría problemas de sobrepresión.

La altura de presión al origen del porta-lateral, es decir, hasta el hidrante **a**, será:

$$H_a = H_B + h_{r_{C-B}} = 8,67 + 0,49 = 9,16 \text{ m}$$

Esta tubería está dimensionada para 6 atm (60 m), por lo que no existe riesgo de sobrepresión.

La altura de presión hasta el cabezal será pues:

$$H_{\text{cabezal}} = H_a + h_{r_{\text{cabezal-a}}} = H_a + (h_{r_{a-1}} + h_{r_{2-1}} + h_{r_{\text{cabezal-2}}}) = 9,16 + 13,00 = 22,16 \text{ m}$$

Esta tubería también está dimensionada a 6 atm (60 m). En este caso la presión también la presión es menor, por lo que no habría problemas de sobrepresión.

En la siguiente tabla se muestran las diferentes presiones en los tramos de todos los hidrantes.

Hidrante	Presión en porta-emisores PEbd 4 atm (m)	Presión en porta-lateral PVC 6 atm (m)	Presión hasta cabezal PVC 6 atm (m)
a	8,67	9,16	22,16
f	9,20	9,88	23,20
g	9,20	9,65	18,54
l	8,42	8,90	17,09

**Tabla 8.** Altura de presión al origen de cada porta-emisor, porta-lateral y cabezal de riego.

## 6. ELECCIÓN DE LA BOMBA

Para el dimensionado de la bomba de riego alimentada por los paneles solares, recurriremos al programa COMPASS, de la marca de equipos para bombeo solar LORENTZ. Este programa permite realizar el dimensionado del sistema fotovoltaico de riego, donde se incluye la bomba de riego y las placas fotovoltaicas.

### **6.1. Parámetros para el dimensionado de la bomba.**

Para el dimensionado de esta instalación es necesario conocer una serie de parámetros característicos del proyecto. Estos parámetros se calculan a continuación.

#### **6.1.1. Altura manométrica máxima de la instalación.**

A continuación se calculará la presión necesaria de la bomba ( $H_{\text{manométrica}}$ ). Se considera que existe pérdida de carga debida al filtrado y a los puntos singulares de la conducción (codos, té, crucetas, cambios de diámetro, etc.). Por tanto:

$$H_{\text{manométrica}} = H_{\text{cabezal}} + h_{r_{\text{filtrado}}} + h_{r_{\text{ptos singulares}}} + H_{\text{geométrica}}$$

La presión a la salida del cabezal será la máxima demandada por el sistema de riego, es decir, aquella necesaria para que el gotero en la posición más desfavorable funcione correctamente. El gotero más desfavorable se encuentra en el hidrante **f**, el cual es uno de los más alejados del cabezal de riego. Así pues:

$$H_{\text{cabezal}} = H_{\text{cabezal}}^c = 23,20 \text{ m}$$

Se prevé una pérdida máxima causada por los filtros, cuando estos se encuentran sucios, de 5 m.

$$h_{r_{\text{filtrado}}} = 5 \text{ m}$$

La pérdida de carga en puntos singulares se toma como un porcentaje de la presión necesaria en el cabezal de riego, para nuestro caso un 5%:

$$h_{r_{\text{ptos singulares}}} = 0,05 \cdot H_{\text{cabezal}} = 0,05 \cdot 23,20 = 1,16 \text{ m}$$

La altura geométrica se corresponde con la distancia vertical máxima que tendrá que elevar la bomba desde el pozo. Se considera que las pérdidas de carga de la tubería de aspiración van incluidas en las perdidas por elementos singulares. Por tanto su valor será igual al nivel mínimo de la lámina de agua del pozo, es decir, 12 m:

$$H_{\text{geométrica}} = 12 \text{ m}$$

Por tanto, la altura manométrica de la bomba será:

$$H_{\text{manométrica}} = H_{\text{cabezal}} + h_{r_{\text{filtrado}}} + h_{r_{\text{ptos singulares}}} + H_{\text{geométrica}} = 23,20 + 5 + 1,16 + 12 = 41 \text{ m}$$

### 6.1.2. Caudal diario requerido.

Para el dimensionado de la instalación es necesario conocer el caudal diario ( $\text{m}^3/\text{día}$ ) que se necesita en los meses de máximo consumo de agua.

En la Tabla 9, se muestra el caudal consumido por cada sector, en función del caudal que requieren y el tiempo de riego estimado para cada cultivo.

Sector	Cultivo	Tiempo de riego (h)	Caudal (l/h)	Caudal consumido (l/día)
a	Stevia	1,17	29873	34951
b	Stevia	1,17	30715	35936
c	Stevia	1,17	30718	35940
d	Aloe	0,86	20454	17590
e	Aloe	0,86	20336	17489
f	Aloe	0,86	20497	17627
g	Aloe	0,86	19099	16425
h	Aloe	0,86	19066	16397
i	Aloe	0,86	18634	16025
j	Stevia	1,17	25090	29355
k	Stevia	1,17	25043	29300
l	Stevia	1,17	24853	29078

Tabla 9. Caudales consumidos diariamente por cada sector de riego.

Según los caudales consumidos por cada sector, hace un total de 296115 l/día o lo que es lo mismo  $296,11 \text{ m}^3/\text{día}$ .

### 6.1.3. Longitud del cable motor.

La longitud del cable motor hace referencia a la distancia que se espera que haya desde el regulador de los paneles solares hasta donde se encuentra la bomba. El regulador de los paneles solares se encuentra junto a estos. Por tanto, atendiendo al Plano 4 de emplazamiento de las obras y a la altura del nivel de agua, es decir, donde

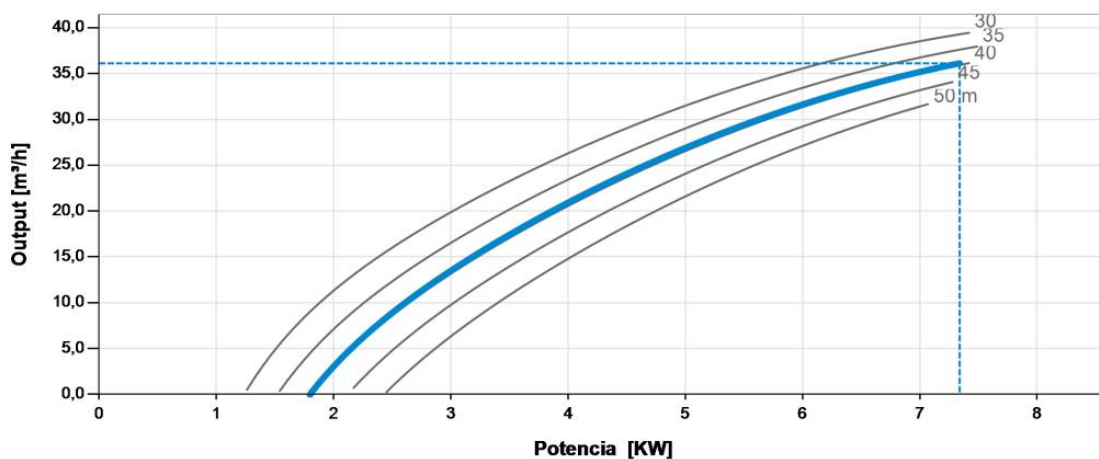
se encontrará la bomba se tiene una distancia de 50 m. Esta es la longitud necesaria del cable para conectar ambos elementos.

#### 6.1.4. Pérdida por suciedad.

La pérdida por suciedad es un porcentaje que hace referencia a la pérdida de rendimiento de los paneles debido a que estos se encuentren cubiertos de algún tipo de partículas que dificulten su funcionamiento. Según el proveedor, el coeficiente general por suciedad se establece en un 5%.

### 6.2. Bomba.

Una vez estimados los parámetros necesarios para el dimensionamiento, obtenemos un listado de las bombas que ofrece el fabricante para cubrir nuestros requerimientos. De tal manera se ha optado por el modelo PSk2-9 C-SJ30-7 de la marca LORENTZ. En el Gráfico 1 puede observarse la curva característica de esta bomba.



Gráfica 1. Curva característica de la bomba elegida (Fuente: LORENTZ)

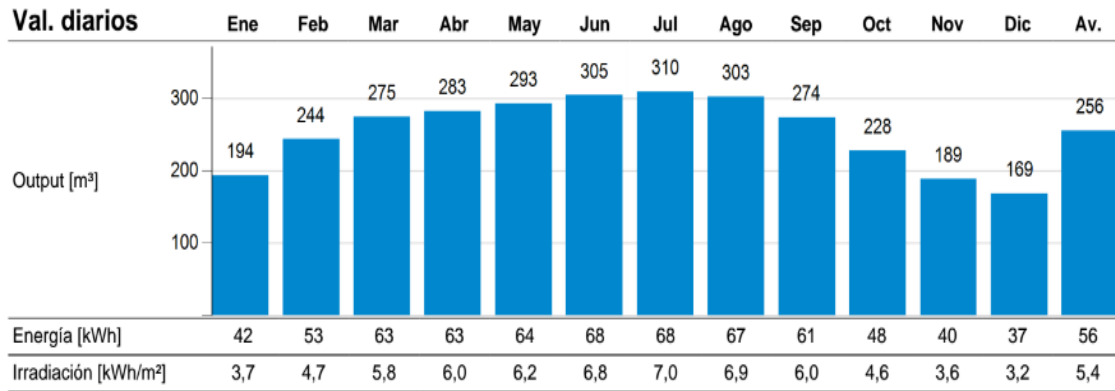
Lo que se muestra en la gráfica es el rendimiento medio esperado para el mes de máximos requerimientos (Junio). Como se observa el requerimiento medio de potencia de la bomba es de 7,4 kw para un caudal de 36 m<sup>3</sup>/h y una altura manométrica de 45 m. Como vemos, el caudal que da la bomba es mayor al necesitado en los sectores, esto se debe a que el programa realiza un sobredimensionado, de manera que pese a que se reduzca la incidencia de radiación solar por cualquier motivo, lo que supondría una disminución de la potencia generada, la instalación siga pudiendo abastecer el caudal para el que se dimensionó en un principio.

En cualquier caso, la potencia máxima que alcanza la bomba presentada por el fabricante es de 10 kw, por lo que la instalación y dimensionado de los paneles solares se dimensiona para cubrir dicha necesidad. Por otra parte, así también se le dará un



mayor grado de versatilidad a la instalación, pudiéndose suministrar de esta otros elementos que requieran de cierta potencia eléctrica como electroválvulas.

A continuación, la Gráfica 2, muestra el rendimiento diario medio de caudal que es capaz de suministrar la bomba a lo largo del año. Esto está fuertemente ligado a las horas de sol diarias y a la tasa de irradiación.



**Gráfica 1.** Caudales (m³/día) aportados por la bomba a lo largo del año (Fuente: LORENTZ)

A continuación, en la Tabla 10, se muestra una estimación de los caudales medios requeridos al día en cada mes, en función de las necesidades brutas de los cultivos presentadas en la Tabla 5 y 6 del Anejo 8, y la superficie de cada uno de los cultivos.

Mes	N <sub>b</sub> aloe (mm/día)	N <sub>b</sub> stevia (mm/día)	N <sub>b</sub> total (mm/día)	Superficie por cultivo (m²)	Q <sub>necesario</sub> (m³/día)	Q <sub>disponible</sub> (m³/día)
Ene	0,41	0,48	0,89	50000	44,5	194
Feb	0,61	0,72	1,33		66,5	244
Mar	0,9	1,45	2,35		117,5	275
Abr	1,28	2,04	3,32		166	283
May	1,73	3,47	5,2		260	293
Jun	1,97	3,96	5,93		296,5	305
Jul	2,03	3,77	5,8		290	310
Ago	1,96	2,33	4,29		214,5	303
Sep	1,31	2,1	3,41		170,5	274
Oct	0,88	1,77	2,65		132,5	228
Nov	0,5	0,95	1,45		72,5	189
Dic	0,41	0,49	0,9		45	169

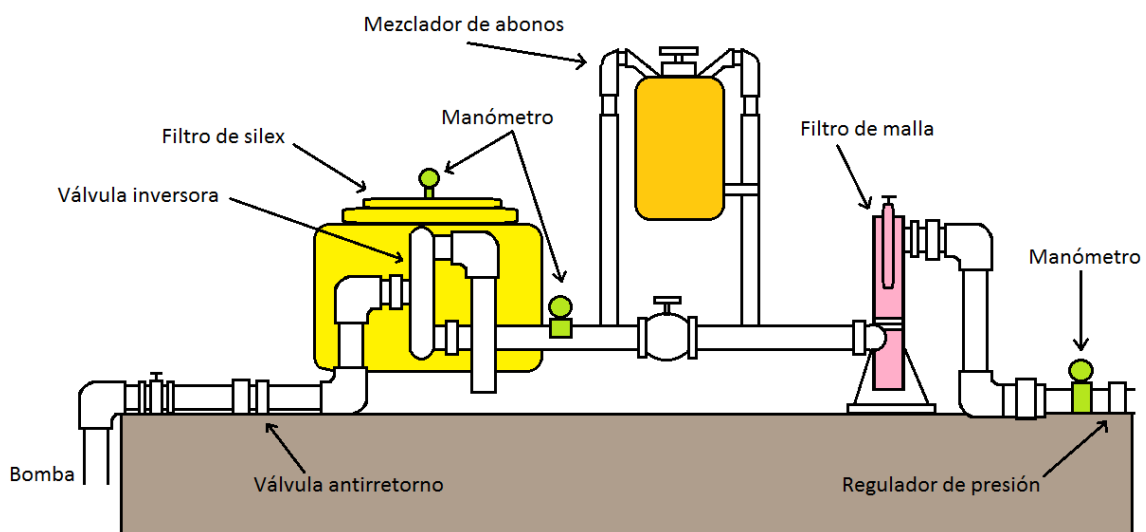
**Tabla 10.** Caudales diarios (m³/día) necesarios en cada mes según las necesidades brutas de cada cultivo y su superficie.

Hay que tener en cuenta que la superficie de cada uno de los cultivos es un poco menor de 5ha, pese a esto, se ha tomado esta superficie para mayorar los requerimientos de caudal, y así asegurar que la instalación es capaz de suministrar cada uno de los meses

el caudal que se puede llegar a requerir. Como vemos, la instalación es capaz de suministrar caudales mayores a los requerimientos que se esperan. Por tanto, queda asegurado que se pueda cubrir las necesidades hídricas de los cultivos a lo largo del año si esto fuese necesario.

## **7. EQUIPO DEL CABEZAL DE RIEGO.**

En el cabezal de riego de la instalación, aparte de la bomba, se encuentran una serie de componentes que son imprescindibles para el correcto funcionamiento del equipo de riego. La Figura 1, ilustra un esquema de cómo sería la instalación del equipo de cabezal de riego.



A continuación, pasaremos a describir los componentes más importantes de dicha instalación:

**Válvulas antirretorno.** Estas válvulas tienen como función principal impedir el flujo de líquido en una determinada dirección, mientras dejan paso en la contraria. Se usan cuando se quiere mantener a presión una tubería en servicio y poner en descarga la alimentación. El flujo del fluido que se dirige desde el orificio de entrada hacia el de utilización tiene el paso libre, mientras que en el sentido opuesto se encuentra bloqueado. Se utilizan en tuberías conectadas a sistemas de bombeo para evitar golpes de ariete, principalmente en la línea de descarga de la bomba.

**Manómetros.** Los manómetros se utilizan para controlar la presión en los diferentes puntos de la instalación, ya sea en el interior del cabezal o en la conducción exterior encargada de transportar el agua hacia toda la finca. Es importante comprobar periódicamente su correcto funcionamiento.

**Filtro de arena.** Este tipo de filtro es muy importante para retener las partículas tanto orgánicas como inorgánicas provenientes de la fuente de agua. El agua es presurizada e introducida en la parte superior de la cama de arena de los tanques. Un plato difusor en la garganta superior de los tanques sirve para reducir la velocidad del agua y distribuirla uniformemente a lo largo de toda la superficie de la cama. Esta cama está formada por arena sílicea, y será la encargada de capturar los sólidos. A continuación, el agua filtrada pasa dentro del colector de descarga, ubicado en el fondo de los tanques. Para su correcto funcionamiento, estos filtros necesitan de un correcto mantenimiento, el cual consiste básicamente en realizar retrolavados para limpiar la arena. Para ello se utiliza la válvula inversora, que como su propio nombre indica invertirá el flujo de agua.

La granulometría de la arena debe corresponderse con el diámetro menor del orificio de salida de los emisores.

En el interior del filtro de agua debe mantenerse una velocidad (V) no superior a los 60m/h, según el fabricante se toman velocidades de 25-30 m/h. En nuestro caso tomaremos una velocidad de 27 m/h. El caudal máximo (Q) se aumentará en un 20% para prever la aparición de problemas derivados de sobrecaudal. De tal forma que la superficie filtrante (S) será:

$$S = \frac{1,20 \cdot Q}{V} = \frac{1,20 \cdot 30,71 \text{ m}^3/\text{h}}{27\text{m/h}} = 1,36\text{m}^2$$

Donde:

Q es el caudal del sector de máximo requerimiento de caudal en m<sup>3</sup>/h.

Los tanques son cilíndricos, por lo que su base será circular, de modo que:

$$S = \pi \cdot r^2 \rightarrow r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{1,36}{\pi}} = 0,66 \text{ m}$$

Por tanto, se instalará un filtro de arena que filtre un caudal de 36,85 m<sup>3</sup>/h con un diámetro mínimo de 0,66 m.

**Inyector y tanque para abonos.** Se integra un incorporador de abono al cabezal de riego con objetivo de mantener la versatilidad de la instalación. Esto es, el aporte contemplado en el Anejo 10, de fertirrigación. De esta forma, no sólo se trabaja en la fertilización del cultivo, sino en el enriquecimiento global del medio en el que este se aloja. No obstante, puede que en el futuro sea conveniente aplicar algún tipo de abono específico por esta vía, siempre y cuando éste se encuentre autorizado para su uso en agricultura ecológica. En cualquier caso, debe prestarse especial atención en la

programación de este tipo de fertilización, para evitar problemas de solubilidad de los fertilizantes y precipitación de estos, los cuales podrían provocar, entre otras cosas, averías en la instalación de riego.

Por otro lado, en el Anejo 3, de Análisis de Agua para Riego, se plantea el problema de obturación de emisores y se calcula la dosis necesaria de ácido nítrico para evitarlo en función del valor de pH del agua. En el mismo punto se indica que la incorporación del ácido al agua del sistema de riego debe realizarse preferentemente al final del periodo de riego, de forma que ésta quede en el interior de las tuberías cuando el riego se corte, para propiciar su efecto limpiador. Esto puede controlarse mediante la sincronización de las electroválvulas de los sectores de riego con una electroválvula a la salida del tanque incorporador de abono.

**Filtro de mallas.** Este filtro actúa reteniendo las impurezas en la superficie de una o más mallas concéntricas, fabricadas con material no corrosivo (acero o material plástico). Las partículas filtradas quedan en la cara interior del cartucho de malla. Este filtro se coloca después del filtro de arena en el sentido del agua, para que la arena que pudiera arrastrar el agua procedente del filtro de arena quede retenida en el filtro de malla.

Este tipo de filtros se colmata con rapidez, por lo que ha de realizarse un mantenimiento periódico. En un filtro en condiciones óptimas, la pérdida de carga es de 1 a 2 mca. Se ha de realizar su limpieza cuando la diferencia de presión entre entrada y salida del filtro sea superior a 2 mca con respecto a las condiciones de limpieza total.

**Regulador de presión.** Esta válvula se encarga de controlar la presión a la que entrará el agua de riego a la conducción. La presión en la salida del cabezal puede ser excesiva debido a un pico de potencia en la bomba, por ejemplo. Para evitar daños y dar una regulación homogénea se utiliza un manorreductor previo a la instalación de suministro.

**Programador.** En el cabezal de riego se colocará también un equipo electrónico programador para controlar los tiempos de riego y la apertura y cierre de las electroválvulas de los sectores de riego. La Tabla 7 muestra el reparto de los hidrantes correspondientes por sectores y que por tanto tendrán que encontrarse abiertos cuando se encuentre su sector de riego.

## **8. CONCLUSIONES.**

La instalación que se proyecta está compuesta por tuberías, ramales o laterales porta-emisores de polietileno de baja densidad de 12 mm de diámetro y a 2,1 atmósferas de presión de trabajo (diámetro interior 11,8 mm). Los goteros serán integrados y autocompensantes (intervalo de autocompensación 0,4-2,1 atm).

Las tuberías porta-laterales o porta-ramales serán de PVC a 6 atm. Coincidiendo con la separación entre filas de cultivo, es decir, 1,7 y 1,5 m para el aloe y la stevia respectivamente. Se insertará una tubería porta-emisores a cada lado de la tubería porta-lateral. En total habrá dos porta-emisores en cada inserción, uno para cada fila de cultivo. La red de distribución también es de PVC a 6 atm.

Toda la conducción de PVC (tuberías porta-laterales y red de distribución) irá soterrada, para evitar la degradación por el sol.

La presión máxima de trabajo de la instalación es la correspondiente al gotero más desfavorable del hidrante 'f', y cuyo valor es de 23,24 m.c.a.. En función de esta presión, sumando la altura geométrica y las pérdidas de cargas debidas a los elementos singulares y los filtros, se ha obtenido la presión máxima a la que ha de trabajar la bomba. A partir de esta presión y una serie de parámetros específicos, se ha obtenido la potencia necesaria para la bomba, siendo esta de 7,4 kw. La bomba que se utilizará es de tipo centrifuga sumergible y estará alimentada por los paneles solares.

-ANEJO 10-

# FERTIRRIGACIÓN



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>198</b>
<b>2. NECESIDADES NUTRICIONALES</b>	<b>199</b>
<b>2.1. Nutrientes principales</b>	<b>199</b>
<b>2.2. Microelementos</b>	<b>200</b>
<b>3. FERTILIZANTE</b>	<b>200</b>
<b>4. PLAN DE FERTILIZACIÓN</b>	<b>201</b>
<b>4.1. Aplicación de humus líquido</b>	<b>201</b>
<b>4.2. Solución del fertirriego</b>	<b>203</b>
<b>5. EQUIPO INYECTOR DEL FERTIRRIEGO</b>	<b>203</b>
<b>5.1. Inyector venturi</b>	<b>203</b>
5.1.2. Regulación del caudal del inyector	205
<b>5.2. Tanque de abono</b>	<b>206</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>206</b>



## **1. INTRODUCCIÓN.**

El objetivo principal que persigue la fertilización es suministrar de nutrientes minerales a los cultivos, garantizando así que estos tengan la mejor producción posible. De esta manera se persigue obtener el máximo beneficio económico de estos.

Mantener una reposición continuada de los elementos nutritivos del suelo que se pierden por la exportación de las cosechas o por otros procesos asociados al ciclo particular de los nutrientes, ayudan a mantener una alta capacidad productiva de los suelos. Es por esto, que en toda explotación agrícola debe existir una planificación de la fertilización.

Anteriormente ya se analizó en el Anejo 6, de técnicas de cultivo, como se espera que sean los requerimientos nutricionales de los cultivos, así como el balance de estos que se espera para un año en el que los cultivos se encuentren en plena producción según las entradas y salidas de los mismos del medio edáfico. Se concluyó en la necesidad de realizar un abonado para suplir las carencias que se obtuvieron de potasio. Es por esto que este anejo persigue asentar la estrategia fertilizadora de este proyecto.

Como se mencionó en el Anejo 6, la técnica elegida para realizar la fertilización de los cultivos es la fertirrigación mediante riego localizado. Es por la alta eficiencia y buena uniformidad que poseen los riegos localizados, lo que hace que sean los sistemas de riego en mayor expansión, e ideales para realizar la fertirrigación. Este tipo de estrategia fertilizadora conlleva una serie de ventajas y desventajas que se resumirán a continuación.

Entre las principales ventajas que acarrea la fertirrigación cabe destacar:

- Mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes, debida a la humectación que se mantiene en la zona radicular que ayuda a mantener una mayor cantidad de nutrientes en la solución del suelo en esta zona, lo que conlleva una mejor absorción de estos.
- Ahorro de fertilizantes, consecuencia debida a la mayor eficiencia en su uso, ya que se producen menos pérdidas por lixiviación, volatilización, retrogradación o consumo por plantas adventicias.
- Adecuación de la proporción de nutrientes al equilibrio requerido por la planta en cada fase, ya que estos varían en cada una de las fases.
- Rapidez de actuación frente a síntomas carenciales.
- Economía en la distribución de abonos, ya que casi prácticamente no existe gasto en la aplicación de los fertilizantes.

Por otra parte, el fertirriego también conlleva una serie de inconvenientes, entre los que se destacan:

- Obturación de los emisores por precipitados, normalmente debidos a una disolución insuficiente de los fertilizantes.
- Aumento excesivo de la salinidad del agua de riego.
- Problemas derivados del riego por goteo, tales como obturación de emisores por un mal filtrado, formación de colonias de microorganismos, etc.
- Menor desarrollo del sistema radicular.

Será pues objetivo principal de la fertilización disminuir en la medida de lo posible las desventajas anteriormente descritas y sacar el mayor partido a las ventajas que este tipo de fertilización posee.

## **2. NECESIDADES NUTRICIONALES.**

### **2.1. Nutrientes principales**

Como se comentó en el Anejo 6, Técnicas de Cultivo, las necesidades o extracciones de los cultivos de stevia y aloe no se conocen con exactitud, basándose la planificación de la fertilización de las fincas productoras en su propia experiencia con el cultivo.

De tal manera, según Luciana G. et al. (2014) en su estudio "Crop Productivity, Steviol Glycoside Yield, Nutrient Concentration and Uptake of Stevia rebaudiana Bertoni under Mediterranean Field Conditions" se estimaron una serie de extracciones para el cultivo de la stevia. Por otra parte, se consideró que si quedaban cubiertas las necesidades de la stevia también lo quedarían las de aloe, puesto que es conocido que este posee menor requerimiento.

En el estudio de balances de nutrientes se determinó que los aportes provenientes del enterrado de la cubierta vegetal y agua de riego eran suficientes para satisfacer las necesidades de nitrógeno y fósforo de los cultivos. Quedando así por suplir las necesidades de potasio, las cuales se estimaron en:

$$K_2O_{\text{necesario}} = 30 \text{ kg/ha}$$

Por otra parte, tenemos que mencionar que debido al sistema de cultivo por el que se a optado, en el cual los cultivos se desarrollarán sobre lomos y la cubierta vegetal entre estos, no se asegura una correcta accesibilidad de los cultivos a los nutrientes que aporta la cubierta, ya que los sistemas radiculares de ambos cultivos son poco profundos. Esto sumado a la lenta liberación de nutrientes por parte de la degradación de la materia orgánica, pueden suponer carencias en los momentos de máximo requerimiento. Es por esto, que se buscará mediante la fertirrigación asegurar también que se cubran parcialmente las necesidades de nitrógeno y fosforo, evitando así una posible carencia de estos en las plantas.

## **2.2. Microelementos.**

Los microelementos son igualmente importantes para el buen desarrollo vegetal, produciendo sus carencias nefastas consecuencias para el cultivo. Es por esto que se recomienda realizar análisis foliares cada ciertos años para detectar dichas carencias.

En caso de que se dieran deficiencias de algún tipo de microelemento, el tratamiento corrector foliar es la mejor solución en muchos casos. De esta forma se puede aplicar exactamente la cantidad directamente en hoja, sin tener que recurrir a grades cantidades aportadas al suelo. Además, este tipo de técnica de abonado es especialmente interesante para elementos de baja movilidad.

En cualquier otro caso no se han de esperar, en principio, graves deficiencias de ningún microelemento. La estrategia de fertilización adoptada, rica en nutrientes, junto con la interpretación del análisis de suelos, así lo hacen pensar.

## **3. FERTILIZANTE.**

A continuación pasamos a describir el tipo de fertilizante que se usará para realizar el fertirriego.

Como ya se ha mencionado anteriormente a lo largo de este proyecto, la agricultura ecológica no busca suplir las carencias nutricionales de los cultivos mediante la aplicación de fertilizantes de síntesis en cantidades y momentos determinados. En agricultura ecológica se busca que sea el propio medio de cultivo el que por sí solo sea capaz de satisfacer dichas necesidades, pese a esto, se hace necesario en algunos casos realizar aportes extras de nutrientes. Es conocida la aplicación de ciertos productos obtenidos de materias naturales que son aptos para su utilización en agricultura ecológica.

Uno de los materiales más utilizados en la actualidad es el humus de lombriz, ya que es considerado por muchos como la enmienda orgánica de mayor calidad. Esto se debe a la gran cantidad de beneficios que reporta al cultivo, causado por los microorganismos que contiene que se asocian a la raíz aportando nutrientes y protegiéndola frente a patógenos. Sin embargo, la aplicación del humus en agricultura presenta una serie de inconvenientes entre los que destacan su elevado coste, su difícil transporte y su compleja aplicación.

Es por esto que multitud de empresas se han afanado en obtener un producto con las cualidades que da el humus de lombriz, pero que se pueda usar de una manera más tecnificada y eficiente. De esta manera se llegó al humus líquido, producto muy utilizado actualmente en fincas de producción ecológica tecnificadas. Por otra parte también existen otra serie de productos fertilizantes en estado líquido como el té de

compost o los productos a base de extractos de algas y hongos. Todos estos productos buscan aumentar la fertilidad del suelo y facilitar el acceso de las plantas a los nutrientes.

Por otra parte, existen productos especializados en el abonado de potasio permitidos en agricultura ecológica, tales como el azufre elemental, las sales potásicas como la kainita o la silvinita, o el sulfato potásico.

En nuestro caso, nos decantaremos por el humus líquido, ya que como se ha comprobado en fincas productoras de nuestra zona da muy buenos resultados. Estos productores nos aseguran que con 2 o 3 aplicaciones de humus líquido al año es suficiente para cubrir las necesidades nutricionales de estos cultivos.

A continuación, en la Tabla 1, se muestran los contenidos en nutrientes y materia orgánica que posee el humus líquido:

Elemento	Cantidad (%)
Nitrógeno total (N)	3,3
Nitrógeno orgánico (N)	3,1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2,1
Potasio (K <sub>2</sub> O)	3,3
Materia orgánica total	3,8

Tabla 1. Contenido en nutrientes del humus líquido.

## **4. PLAN DE FERTILIZACION.**

### **4.1. Aplicación de humus líquido.**

La aplicación de humus líquido se recomienda hacerla a lo largo de dos o tres aplicaciones al año, a razón de 30 a 50 l/ha en cultivos hortícolas. En nuestro caso, se realizará en dos aplicaciones de 40l/ha, que se realizarán tras la cosecha, para asegurar que los nutrientes estén disponibles para el rebrote o nuevo desarrollo de hojas de los cultivos, momento en el cual se espera que se alcancen los máximos requerimientos. Por tanto, la cantidad necesaria a aportar por aplicación será:

$$\text{Humus}_{\text{aplicación}} = 40 \frac{\text{l}}{\text{ha} \cdot \text{aplicación}} \cdot 10\text{ha} = 400 \text{ l/aplicación}$$

Es decir al año se aportarán 800l de humus líquido repartido en dos aplicaciones que se espera realizar sobre Octubre y Junio. De la aplicación de este humus, se espera suplir en parte las carencias que se han estimado de potasio. Aportándose la siguiente cantidad de este:

$$\text{K}_2\text{O}_{\text{aplicado}} = \frac{\text{kghumus}}{\text{ha}} \cdot \% \text{K}_2\text{O}_{\text{humus}} = \frac{80\text{kg}}{\text{ha}} \cdot 0,033 = 2,64\text{kgK}_2\text{O/ha}$$

Se estima una densidad del humus líquido similar a la del agua, por tanto 1 litro de humus equivale a 1 kilogramo.

Como vemos, la aplicación del humus ayuda a paliar las necesidades de potasio, pero no llega a cubrirlas. Tenemos que concluir en que estos cálculos son meras estimaciones, que nunca han de tomarse a raja tabla. Ya que se ha comprobado en fincas que con un suelo fértil más el aporte de este humus aseguran un correcto desarrollo de los cultivos. Es por esto, que se hace imprescindible durante la vida del proyecto realizar comprobaciones del estado nutricional de los cultivos mediante análisis foliares, y actuar en consecuencia a lo detectado.

Un punto a tener en cuenta es que existe un límite máximo de 170 unidades fertilizantes de nitrógeno por hectárea y año establecido por el Reglamento Europeo de Agricultura Ecológica (R.(CE) nº 83472007 del Consejo, de 28 de junio de 2007). Sin embargo se entiende que dicha cantidad se refiere a nitrógeno externo al sistema. La única aplicación proveniente del exterior de nitrógeno es la correspondiente al humus. Siendo el contenido de este elemento en el humus de 0,33% por tanto, si se aplican al año 80 kg/ha, aplica con cada aporte:

$$N_{\text{humus}} = \frac{80 \text{ kg humus/ha} \cdot 0,033}{\text{año}} = 2,64 \text{ kgN/ha} \cdot \text{año}$$

Como vemos, queda muy lejos del límite de 170 unidades fertilizadoras que se establecen en agricultura ecológica.

En el caso de que realmente se produzca esta carencia de potasio, se recomienda recurrir a productos ricos en este elemento, como el sulfato potásico, que posee una concentración de este del 30% y se permite su uso en agricultura ecológica. Por tanto, como ejemplo se estimara la cantidad necesaria de este si se quisiera cubrir las necesidades detectadas:

$$\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ sulfato potásico} = \frac{K_2O_{\text{necesario}} \text{ kg/ha}}{\%K_2O} = \frac{30 \text{ kg/ha}}{0,3} = 100 \text{ kg/ha}$$

Por tanto se necesitarían 100 kg de sulfato potásico por hectárea y año para suplir las necesidades de potasio. Este deberá ser aportado de manera eficiente y en los momentos de máximo requerimiento de este elemento.

## 4.2. Solución del fertirriego.

Pasamos ahora a calcular el tipo de solución para la aplicación del humus líquido en el fertirriego.

Como se ha comprobado, la mayoría de fabricantes aconsejan la aplicación del humus líquido a razón de entre 3-6 litros de humus en mínimo 100 litros de agua. En nuestro caso, se aplicará junto al agua de riego durante el 80% del tiempo de riego por cada sector. De tal forma, se asegurará una correcta aplicación de este en el sistema radicular y se evitará que queden residuos dentro del sistema de riego. El humus líquido se depositará en el depósito de incorporación de abono en el cabezal de riego, incorporándose desde ahí al agua aportada para el riego, ya que este producto está diseñado para no tener que realizar una solución con agua en el tanque de fertilización.

A continuación se expone en la tabla 2, la cantidad de humus por aplicación que requerirá cada sector de riego en función de la superficie regable de cada uno de ellos. En base a esto se regulará la inyección del humus en la red de riego.

Sector de riego	Cultivo	Superficie (ha)	Cantidad de humus (l)
a	Stevia	0,89	35,6
b	Stevia	0,92	36,8
c	Stevia	0,92	36,8
d	Aloe	0,87	34,8
e	Aloe	0,86	34,4
f	Aloe	0,87	34,8
g	Aloe	0,81	32,4
h	Aloe	0,81	32,4
i	Aloe	0,79	31,6
j	Stevia	0,75	30
k	Stevia	0,75	30
l	Stevia	0,74	29,6

Tabla 2. Cantidad necesaria de humus para cada sector de riego en función de la superficie de este.

## 5. EQUIPO INYECTOR DE FERTIRRIEGO.

### 5.1. Inyector Venturi.

Los inyectores Venturi son de alta eficiencia, puesto que no precisan de una bomba inyectora que consuma energía de la red eléctrica. Son conocidos también como inyectores de presión diferencial.

Este tipo de inyector funciona cuando el agua presurizada entra en la entrada del inyector, se contrae hacia la cámara de inyección y cambia hacia una corriente de

chorro de alta velocidad. El incremento en la velocidad a través de la cámara de inyección resulta en una disminución de la presión absoluta, creando un vacío, por consiguiente habilitando a un material aditivo a ser arrastrado hacia el puerto de succión y atrapándolo en la corriente de agua. Cuando la corriente de chorro es derivada hacia la salida del inyector, su velocidad se reduce y se reconvierte en energía de baja presión.

Estos inyectores operan en un amplio rango de presiones y requieren únicamente una presión mínima entre los extremos de entrada y de salida para iniciar el vacío en el puerto de succión.

El sistema Venturi representa el sistema más económico para la incorporación en el agua de riego de una dosis precisa de producto. Principalmente cuando este se aplica desde un único tanque y no desde varios. La figura 1 muestra un esquema de como es el tipo de instalación que se prevé.

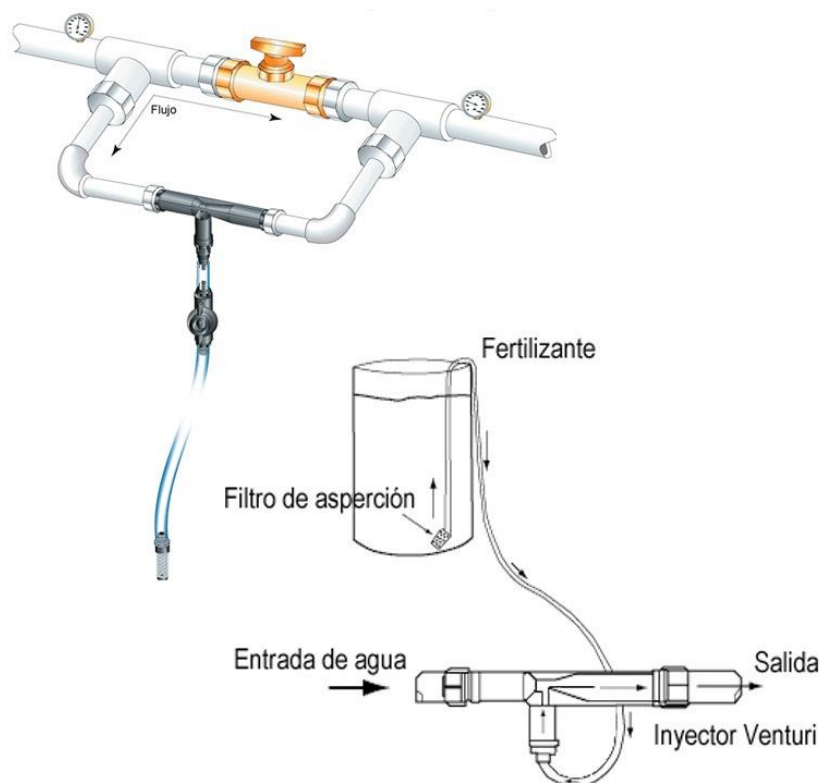


Figura 1. Esquema de instalación de inyector venturi.

El montaje típico de este tipo de inyector consiste en colocar una restricción como por ejemplo una válvula reductora de presión entre las tomas de aspiración e inyección del Venturi. De este modo la presión diferencial generada permitirá el funcionamiento del inyector. Colocar el inyector Venturi en la conducción principal y una llave de paso en

una conducción en by-pass. De este modo puede controlarse la presión diferencial entre la entrada y la salida del venturi y por consiguiente el rendimiento del mismo.

### 5.1.2. Regulación del caudal de inyección.

Actualmente los inyectores venturi poseen diversos sistemas de regulación del caudal inyectado como llaves calibradas de regulación o caudalímetros. Mediante estos elementos, la presión de la conducción principal y el tiempo de riego junto al que se aplique el abonado, se calibrará el caudal que se desee que aporte el inyector.

Pasamos pues a realizar un ejemplo de cómo ha de calcularse el caudal que se requiere en el inyector. Para ello supondremos que se quiere realizar la aplicación en Junio. Por tanto recurriremos a los datos recogidos en el Anejo 8, de diseño agronómico del riego.

Como se estimó, el tiempo de riego para este mes se estimó en:

$$Tr_{\text{aloe}} = 0,86 \text{ horas/sector}$$

$$Tr_{\text{stevia}} = 1,17 \text{ horas/sector}$$

Como se ha mencionado anteriormente, la duración del fertirriego debe ser el 80% del tiempo de riego:

$$Tfr_{\text{aloe}} = 0,688 \text{ horas/sector}$$

$$Tfr_{\text{stevia}} = 0,936 \text{ horas/sector}$$

Las cantidades necesarias en cada sector se han calculado y se muestran en la Tabla 2. Pese a esto, se tomará un valor medio de las cantidades aportadas ya que al ser tan parecidos en superficie los sectores, las diferencias en el aporte son mínimas, facilitándose también así la labor de fertirrigación. Quedando entonces:

$$\text{Cantidad humus} = 33,3 \text{ l humus/sector}$$

Por tanto el caudal que ha de aportar el inyector será:

$$Q_{\text{aloe}} = \frac{\text{litros humus/sector}}{Tfr_{\text{aloe}}} = \frac{33,3\text{l}}{0,688\text{h}} = 48,40 \text{ l/h}$$

$$Q_{\text{stevia}} = \frac{\text{litros humus/sector}}{Tfr_{\text{stevia}}} = \frac{33,3\text{l}}{0,936\text{h}} = 35,58 \text{ l/h}$$



## **5.2. Tanque de abono.**

Al tratarse de abono líquido, no se hace necesario poseer un tanque con cierre hermético. Con un depósito abierto conectado al sistema de inyección es suficiente. Simplemente hay que tener en cuenta colocar los filtros pertinentes tras el equipo de fertilización para evitar la obturación de los emisores, tal y como se comentó en el anejo 9, de diseño hidráulico del riego. Por tanto, al ser la cantidad necesaria a aplicar de 400l de humus, con un depósito de 500 litros sería suficiente. Pese a esto, para aumentar la versatilidad de la instalación se recurrirá a un depósito de 1000 litros de capacidad.

## **6. CONCLUSIONES.**

Se concluye pues en la importancia que la estrategia fertilizadora tiene sobre el buen desarrollo de los cultivos. Buscándose en la agricultura ecológica en que esta no suministre los nutrientes directamente a las plantas, si no que ayude a aumentar la fertilidad del suelo mediante la aplicación de productos de origen natural, ricos en materia orgánica y microorganismos beneficiosos para la fauna edáfica.

Siguiendo esta premisa, se ha elegido una estrategia fertilizadora que ha demostrado dar buenos resultados en fincas productoras de los cultivos que se plantean en este proyecto. Basada en la aplicación de humus líquido vía fertirrigación, seleccionándose los momentos que garanticen que se liberen los nutrientes junto al periodo de mayor requerimiento de los cultivos. Esperándose que con esto, junto con el aportado de abono verde procedente de la cubierta vegetal se aumente paulatinamente la fertilidad del suelo a lo largo del desarrollo de la explotación.

Por otra parte, se ha comentado como actuar para estudiar como es el estado nutricional del cultivo y como se ha de proceder en caso de que se detecten carencias. Haciendo hincapié en las posibles carencias de potasio que se estimaron.

Por último se ha descrito el tipo de instalación para la realización del fertirriego de la instalación y como ha de ajustarse esta en función de las condiciones y dosis previstas.

-ANEJO 11-

## **OBRAS Y ESTRUCTURAS**



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>210</b>
<b>2. ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS PANELES SOLARES</b>	<b>210</b>
<b>2.1. Características de la estructura</b>	<b>211</b>
<b>2.2. Certificaciones de la estructura</b>	<b>214</b>
<b>2.3. Cálculo de la estructura</b>	<b>214</b>
2.3.1. Parámetros para el dimensionado de la estructura	214
2.3.2. Resultado del dimensionado de la estructura	215
<b>2.4. Fijación de la estructura</b>	<b>217</b>
2.4.1. Cálculos de lastres	218
<b>3. CASETA DE BOMBEO</b>	<b>219</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>219</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el presente anejo se describirán las estructuras de soporte de los paneles solares y la caseta donde se albergará el equipo de bombeo.

Actualmente existen multitud de soluciones a la hora de diseñar la estructura de soporte de los paneles solares. Estas soluciones dependen en gran medida del tipo de superficie o cubierta donde se establecerán. Pudiéndose encontrar desde estructuras elevadas sobre pilares, hasta estructuras lineales sobre superficie anclada por lastres.

Estas estructuras deben de estar aseguradas para resistir la acción del viento, principalmente para evitar su vuelco, ya que por lo general son estructuras ligeras y de gran superficie de exposición. Por tanto, este será un factor clave a la hora del dimensionado de la estructura.

## **2. ESTRUCTURA DE SOPORTE DE LOS PANELES SOLARES.**

Para la estructura de soporte de los paneles solares, se recurrirá a estructuras prefabricadas de aluminio. En la actualidad hay multitud de empresas que desarrollan este tipo de estructuras, donde podemos encontrar una gran variedad de diseños en base al planteamiento del proyecto. En nuestro caso, al tratarse de una instalación de una considerable envergadura, esto es 44 paneles, recurriremos a las estructuras utilizadas para huertos solares. Es una estructura de soporte en línea. Ideal para un diseño de módulos con inclinación fija. Es fácil de montar, ya que va anclada al suelo mediante tornillo directo o lastre, evitando el movimiento de tierras para su instalación siempre que el terreno tenga irregularidades no superiores al 10%.

Otra posible solución sería colocar los paneles en estructuras sobre el tejado de alguna de las construcciones que existen en la finca, pero por comodidad a la hora de acceder a los paneles y para evitar riesgos de desplome por sobre carga, se ha optado por cimentar la estructura directamente al terreno, tal y como se observa en el plano 4 de emplazamiento de las obras.

En la figura 1, se aprecia el tipo de estructura que se utilizará para soportar los paneles solares sobre el terreno.



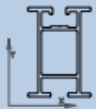
**Figura 1.** Apreciación del tipo de estructura de aluminio donde se fijarán los paneles solares.

## 2.1. Características de la estructura.

Estas estructuras constan de los siguientes elementos:

- Perfiles serie PS250 de aluminio 6082-T6 con guías carril para tuercas T-SLOT y perfiles para arriostrar con tornillos de Inox A2. Cortado a medida estándar de 2 o 3 metros. Para cargas medias.

### Perfil PS250

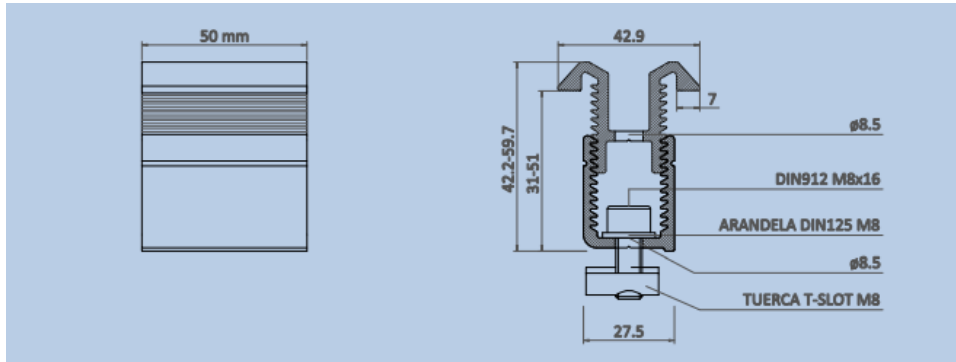
	$F_{0,2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$F_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\nu$	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
Perfilería, Aluminio EN AW- 6082-T6	250	290	70.000	27.000	0,3	2.700
PROPIEDADES MECÁNICAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	$W_x$ (cm <sup>3</sup> )	$W_y$ (cm <sup>3</sup> )	$A_{v_y}$ (cm <sup>2</sup> )
	4,56	18,36	6,22	6,31	3,22	1,83

**Tabla 1.** Características técnicas del perfil PS250 de aluminio 6082-T6 (Fuente: SOLARSTEM)

- Bridas universales de aluminio 6063-T6 con tornillería de acero inoxidable A2-70 y tuercas T-SLOT. Para marco entre 35-50 mm, se pueden usar tanto como bridas intermedias como extremas.

## Brida universal 31-50mm

	Par Apriete (Nm)	$F_{0,2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$F_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	$\nu$	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
Bridas, Aluminio EN AW- 6082-T6		250	290	70.000	27.000	0,3	2.700
Tornillería M8, Acero Inoxidable A2-70	18	450	700				

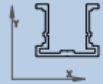


**Tabla 2.** Características técnicas de universales de aluminio 6063-T6 (Fuente: SOLARSTEM).

- Guías de conexión perfiles de aluminio 6082-T6 con tornillería de acero inoxidable A2-70. Para unir perfiles tipo PS linealmente, pudiéndose usar también como junta de dilatación.

## Unión lineal

	Par Apriete (Nm)	$F_{0,2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$F_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	$\nu$	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
Bridas, Aluminio EN AW- 6082-T6		250	290	70.000	27.000	0,3	2.700
Tornillería M8, Acero Inoxidable A2-70	18	450	700				

PROPIEDADES MECÁNICAS	AREA (cm <sup>2</sup> )	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	$W_x$ (cm <sup>3</sup> )	$W_y$ (cm <sup>3</sup> )	$Av_y$ (cm <sup>2</sup> )
	3,83	9,50	7,17	3,84	2,84	1,39

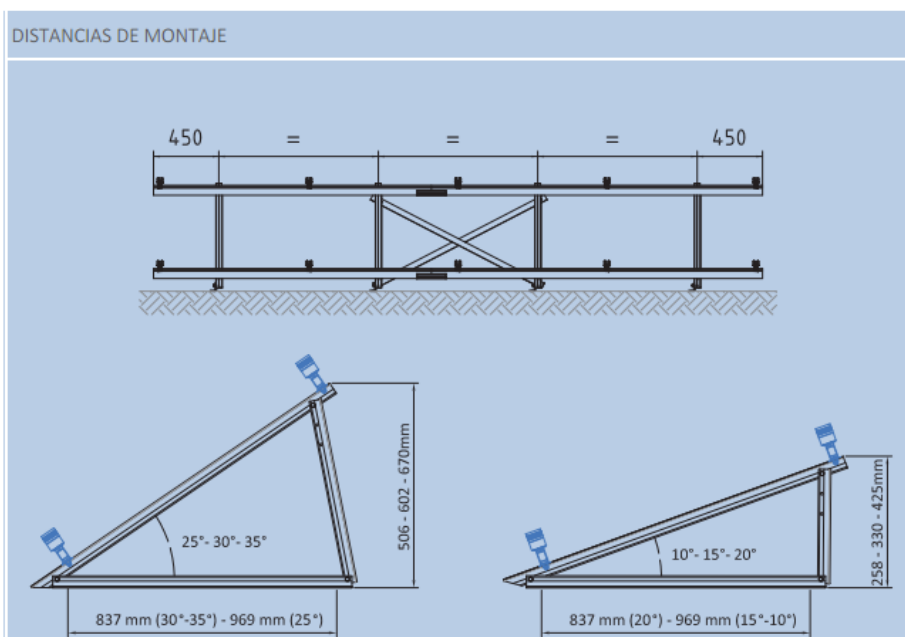
**Tabla 3.** Características técnicas de guía de conexión de perfiles PS de aluminio 6082-T6 (Fuente: SOLARSTEM).

- Soportes triangulares de aluminio 6082-T6 con tornillería Inox A2-70. Preparados para ajustarse hasta 35°.

### Soporte triangular estándar 1181mm 10° -35°

		$F_{0,2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$F_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	$\nu$	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
Perfilería, Aluminio EN AW- 6082-T6		250	290	70.000	27.000	0,3	2.700
Tornillería M8, Acero Inoxidable A2-70	18	450	700				

PROPIEDADES MECÁNICAS		AREA (cm <sup>2</sup> )	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	$W_x$ (cm <sup>3</sup> )	$W_y$ (cm <sup>3</sup> )	$Av_y$ (cm <sup>2</sup> )
		3,15	1,89	7,29	1,18	2,66	1,44
		2,61	0,68	4,52	0,45	1,97	0,87



**Tabla 4.** Características técnicas de los soportes de aluminio 6082-T6 (Fuente: SOLARSTEM).

- Riostras de aluminio 6063-T5, para la absorción de los esfuerzos laterales que afectarán a la estructura. Incluye tornillos auto-perforantes de Acero Inoxidable.

### Conjunto riostra

		$F_{0,2}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$F_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	$\nu$	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )
Perfilería, Aluminio EN AW- 6063-T6		150	175	70.000	27.000	0,3	2.700

PROPIEDADES MECÁNICAS		AREA (cm <sup>2</sup> )	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	$W_x$ (cm <sup>3</sup> )	$W_y$ (cm <sup>3</sup> )	$Av_y$ (cm <sup>2</sup> )
		1,19	0,01	1,57	0,06	0,78	1,19

**Tabla 5.** Características técnicas del conjunto riostra de aluminio 6063-T5.



Para este tipo de estructuras, existen diferentes modelos en función de la disposición y tamaño de los paneles solares que se utilizarán. Para este proyecto, se han elegido paneles solares modelo REC 265PE de la marca REC. Cuyas especificaciones mecánicas son las que siguen:

Datos mecánicos	
Dimensiones	1665 x 991 x 38 mm
Área	1,65 m <sup>2</sup>
Masa	18 kg

**Tabla 6.** Datos mecánicos de panel solar REC 265PE (Fuente: REC Peak Energy Series).

Como se ha citado, la disposición de los paneles sobre la estructura es un factor clave, ya que estos pueden estar dispuestos horizontalmente o verticalmente. En nuestro caso, al tratarse de 22 paneles en cada una de las dos líneas, se ha optado por una disposición vertical que disminuya la longitud de la estructura de soporte.

## 2.2. Certificaciones de la estructura.

Esta estructura está sujeta a una serie de normas que certifican su seguridad en función a una serie de parámetros. De tal manera, el distribuidor de la estructura acredita estar certificado conforme a los siguientes apartados:

- Cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

## 2.3. Cálculo de la estructura.

Para el cálculo de la estructura necesaria se ha recurrido a una aplicación perteneciente al fabricante. De tal manera que, especificando las necesidades de la instalación, esta te calcula y comprueba las características necesarias para la misma.

### 2.3.1. Parámetros para el dimensionado de la estructura.

Los parámetros necesarios para el dimensionado de la instalación son:

**Tipo de soporte de la instalación:** En este caso se ha optado por un soporte AF-FLAT. Son soportes triangulares para fijar directamente a superficies planas. Este sistema consta de soportes que se fijan individualmente a la cubierta y perfiles portantes para los módulos. Los soportes se pueden sujetar a la superficie mediante lastres o distintos tipos de fijaciones.

**Datos del panel o módulo fotovoltaico:** Esto se refiere a las dimensiones y peso del panel, estos son los recogidos en la Tabla 5. También es necesario definir si los paneles estarán situados vertical u horizontalmente, como se comentó anteriormente, se ha optado por una disposición vertical.

**Información del entorno:** En este apartado es necesario definir el tipo de emplazamiento de la instalación, el país y la provincia. Así como, el ángulo de inclinación de los paneles y la altura a la que estos se encontrarán respecto de la superficie.

En función de estos parámetros, la aplicación calculará las acciones a las que se prevé que esté expuesta la instalación. Principalmente la acción del viento y la nieve.

Tenemos que remarcar la importancia de una correcta inclinación de los paneles. Normalmente, a estos se les da una inclinación respecto al eje horizontal lo más cercana posible a la latitud en °N de la localidad donde se plantee el proyecto. En este caso, la inclinación sería de 37°. El problema es que las instalaciones prefabricadas no cubren un ángulo personalizado, y estas se adaptan a la media según la zona. En nuestro caso, para el sur peninsular se toma un valor de 35° de inclinación de los paneles.

**Distribución de los paneles solares:** esto hace referencia a la distribución que se quiere dar sobre el terreno en número de filas de paneles y número de estos por fila. Como se comentó anteriormente, los paneles se distribuirán en 2 filas de 22 paneles cada una.

### 2.3.2. Resultados del dimensionado de la estructura.

A continuación, se muestra en la Tabla 7, los componentes de la estructura proyectada.

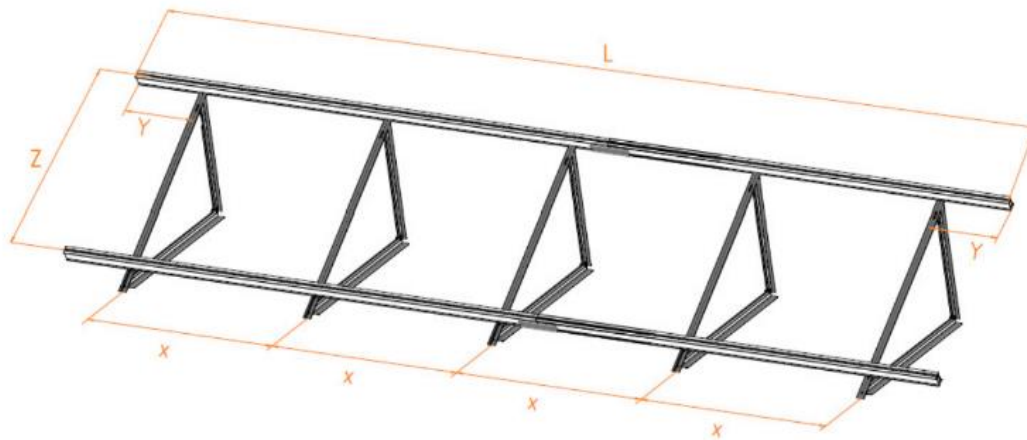
Componente	Descripción	Cantidad
Perfil	Perfil aluminio 6082T6 PS 250 57X40mm largo 3100mm.	30
Riostra	Conjunto riostra 30X3X2000 con tornillos auto-perforantes.	8
Soporte	Soporte triangular estándar 25°, 30° o 35° dintel 1181mm.	22
Brida	Conjunto brida 50mm multi-fit marco 31-50mm T-SLOT.	100
Guía	Conjunto guía conexión perfiles serie PS 200mm.	36

**Tabla 7.** Desglose de los elementos necesarios para la estructura soporte de los paneles solares  
(Fuente: SOLARSTEM).

A continuación la figura 2, muestra el informe de las dimensiones de la estructura.

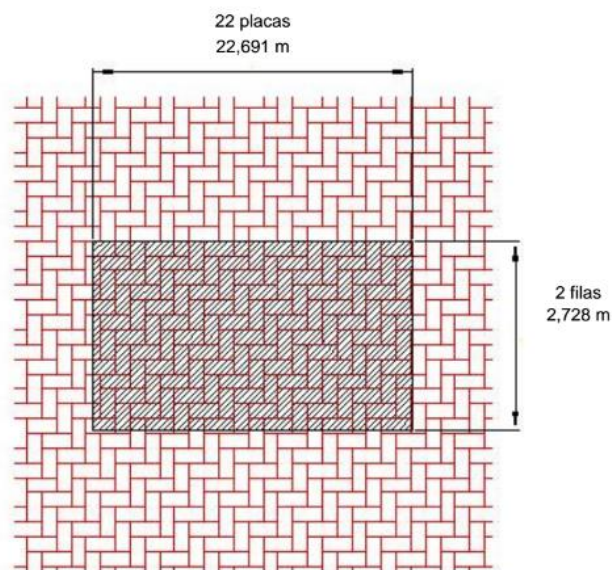
### Información para el montaje

Posición del módulo :	Vertical	L* Largo del perfil portante (mm):	22.691
Ángulo del módulo(°) :	35	X* Separación entre soportes o fijaciones (mm):	2.179
Total de módulos :	44	Y* Voladizo perfil portante (mm):	450
Intereje máx. s/aplicación (mm):	1.982	Z* Separación entre perfiles portantes (mm):	1.110
Intereje máx. s/usuario (mm):	0	W* Separación entre filas (mm) (dato usuario):	0
		Lastre por Soporte (kg):	366
		<b>(L, X, Y, Z, W) Ver estas cotas en el manual de montaje</b>	



**Figura 2.** Informe sobre las dimensiones de la estructura proyectada (Fuente: SOLARSTEM).

La figura 3, muestra la dimensión en planta esperada para la estructura.



**Figura 3.** Vista en planta y dimensiones de la estructura soporte de los paneles solares.

Por último se muestra en la figura 4, el cálculo de las diferentes acciones estimadas para el dimensionado, siguiendo el CTE DB SE-AE Código Técnico de Edificación.

#### Emplazamiento

Entorno	Zona urbana en general, industrial o forestal con cobertura de vegetación uniforme o con obstáculos aislados
Localización :	Sevilla ( ESPAÑA )
Altura :	3
Inclinación cubierta(°) :	

#### Presión del viento

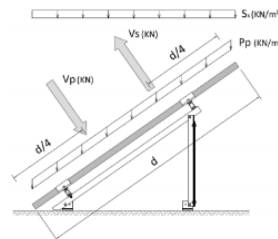
Ángulo del módulo(°) :	35	Velocidad del viento (m/s)	26,02
Vp Presión viento (KN/m2):	0,97	Ce (exposición) :	1,28
Vs Succión viento (KN/m2):	-0,97	Cp Presión :	1,80
		Cp succión :	-1,80

#### Carga de nieve / peso propio

Sk (KN/m2) :	0,40	Coefficiente de forma $\mu$ :	0,83 (3.5.3 CTE)
Pp Peso del módulo (KN/m2):	0,11		

#### Combinaciones de acciones

ELU	ELS
1- $I / 1,35Pp + 1,5Sk + 0,9Vp$	7- $I / Pp + Sk + 0,6Vp$
2- $S / 1,35Pp + 1,5Sk + 0,9Vp$	8- $S / Pp + Sk + 0,6Vp$
3- $I / 1,35Pp + 1,5Vp + 0,75Sk$	9- $I / Pp + Vp + 0,5Sk$
4- $S / 1,35Pp + 1,5Vp + 0,75Sk$	10- $S / Pp + Vp + 0,5Sk$
5- $I / 0,8Pp + 1,5Vs$	11- $I / 0,9Pp + Vs$
6- $S / 0,8Pp + 1,5Vs$	12- $S / 0,9Pp + 1Vs$



Lastre por módulo (Kg):	183
-------------------------	-----

#### Geometría

Intereje máx.. aprox. (mm) :	1982	Flecha máxima (mm) :	L/150
Medidas del módulo (mm) :	1665 X 991 X 38	Medida dintel (mm) :	1181
Código perfil :	1.02.0005-3100	Medida espalda (mm) :	610
Voladizo máximo	450	Posición del módulo:	Vertical

**Figura 4.** Resultado del informe de la combinación de acciones que se espera actúen sobre la estructura.

Como se puede apreciar en la Figura 3, se han estimado la presión y la succión que ejerce el viento sobre la estructura, con los paneles colocados. De estos valores se obtiene la carga de peso necesaria, por cada panel, para asegurar que estos no puedan sufrir un levantamiento o vuelco por la acción del viento. Este valor es:

$$\text{Lastre por módulo (Kg)} = 183$$

## 2.4. Fijación de la estructura.

A continuación pasamos a definir el tipo de fijación donde se anclará la estructura de soporte de los paneles solares al terreno.

El método de sujeción elegido para la estructura es de tipo lastrado. La estructura lastrada se basa en una estructura elevada, con la particularidad de que está anclada mediante unos lastres, en los que se apoyan los soportes triangulares que dan la inclinación necesaria a los módulos. Éstos se fijan a la estructura mediante grapas de sujeción o tornillos de fijación. Este método se caracteriza por su eficiencia, ya que no precisa de movimiento de tierra para su realización.

Existen multitud de tipos de lastres para la fijación de estas estructuras al terreno. Normalmente la opción más recurrida es la utilización de bloques o vigas de hormigón. Para ello existen multitud de empresas que realizan los lastres prefabricados según las características y necesidades del proyecto. En nuestro caso, se optará por bloques de hormigón, así pues pasaremos a estudiar el tipo de lastres necesarios para la estructura.

#### 2.4.1. Cálculos de lastres.

##### Lastre total de cada línea de módulos:

El peso total de lastre será el necesario para lastrar todos los módulos de la estructura, esto es:

$$\text{Lastre}_{\text{total}}(\text{kg}) = \text{Lastre por módulo}(\text{kg}) \cdot \text{N}^{\circ} \text{módulos} = 183 \cdot 22 = 4026 \text{ kg}$$

Por tanto, cada línea de 22 módulos necesitará un lastre total de 4026 kg, repartidos entre las estructuras triangulares de soporte.

##### Lastre de cada soporte triangular:

Pasamos a estimar el lastre por estructura triangular de soporte:

$$\text{Lastre}_{\text{soporte}} = \text{Lastre}_{\text{total}}(\text{kg}) / \text{n}^{\circ} \text{soportes} = \frac{4026}{11} = 366 \text{ kg/soporte}$$

El número de soportes totales de las estructuras se estimó en 22, según lo recogido en la Tabla 7. Por tanto, cada línea dispondrá de 11 soportes triangulares.

##### Definición del lastre.

Los lastres pueden consistir en elementos continuos tipo viga o en bloques de hormigón. La clave es que ambos extremos de la base del soporte triangular queden fijados sobre el lastre y se encuentren nivelados. De tal manera que podríamos recurrir a un elemento continuo de masa 366 kg o a dos bloques separados de 183 kg cada uno.

En este caso, recurriremos a un bloque de hormigón de 0,5x1m de superficie y 0,35m de canto, donde se fijará el soporte triangular de la estructura. Por tanto, pasamos a estimar el peso de dicho bloque.

Siendo la densidad aproximada del hormigón de 2200 kg/m<sup>3</sup>, se tiene que:

$$\text{Peso bloque}(\text{kg}) = \text{Densidad hormigón}\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \cdot \text{volumen bloque}(\text{m}^3)$$

$$\text{Masa bloque}(\text{kg}) = 2200 \cdot (0,35 \cdot 1 \cdot 0,5) = 385 \text{ kg}$$

Comprobamos que cumple con lo estimado en cuanto a necesidad de lastre:

$$\text{Peso bloque} > \text{Lastre}_{\text{sopORTE}} \rightarrow 385 \text{ kg} > 366 \text{ kg}$$

Como vemos, la masa del bloque de hormigón cumple con las necesidades de lastre para fijar la estructura al terreno.

### **3. CASETA DE BOMBEO.**

La ubicación de la caseta viene determinada por el plano de emplazamiento de las obras.

El plano de la caseta de bombeo describe con detalle la obra. Las dimensiones en planta son de  $5 \times 5 \text{ m}^2$ . Para la cimentación se realizará una correa de hormigón armado sobre una zanja cuyo fondo haya sido previamente compactado y que conste de una capa de piedra machacada o grava de unos 15 cm, La sección de la correa de hormigón armado será de  $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$ . En el interior, previa compactación del terreno y relleno con capa de piedra machacada o grava de 15 cm, se construirá una solera de 15 cm de altura de hormigón armado mediante mallazo. Tanto en la correa como en la solera, se ha de colocar un plástico entre la base de piedra y el hormigón, así como calzos para mantener el armado en la posición correcta. Asimismo, entre la solera y la correa se pondrá una capa de material elástico a modo de junta para evitar roturas debidas a dilataciones.

Los muros serán de carga y se construirán de ladrillo perforado colocados en aparejo diatónico. El tejado será a un agua en dirección de caída S-N. La cara sur de la caseta, que es por la que se accederá al interior, estará compuesta por el muro más alto (3,20 m). En ella se ubicará la puerta de acceso. El muro de la cara norte es el más bajo (2,50 m). En él se ubicarán las salidas de las tuberías hacia la conducción soterrada. Se han de instalar respiraderos.

La cubierta de panel sandwich se apoyará sobre coreas IPN, colocadas cada 1,50 m y que apoyan en los muros este y oeste.

### **4. CONCLUSIONES.**

Se ha explicado aquí el tipo de estructura donde se fijarán los paneles solares, así como su fijación al terreno. Por otra parte, también se ha descrito la caseta donde se alojará el equipo de bombeo de la instalación.

-ANEJO 12-

# ENERGÍA ELÉCTRICA





## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>223</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>224</b>
<b>2.2. Conexiones</b>	<b>227</b>
<b>2.3. Módulo fotovoltaico</b>	<b>228</b>
<b>2.4. Características de la instalación</b>	<b>229</b>
<b>3. SEGURIDAD Y PROTECCIONES</b>	<b>230</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>231</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el presente anejo se tratará la instalación eléctrica de la explotación, la cual se centrará en la energía producida por los paneles solares para la alimentación del equipo de riego.

Para transformar la energía del sol en energía que podamos aplicar, necesitaremos una célula fotoeléctrica, que es un dispositivo electrónico que permite transformar la energía luminosa en energía eléctrica, mediante el aprovechamiento de un proceso llamado efecto fotoeléctrico. El proceso es que la luz, que llega en forma de fotones, impacta sobre una superficie construida principalmente por silicio (los paneles solares) y que emite electrones que, al ser capturados, producen una corriente eléctrica.

En el momento en que queda expuesto a la radiación solar, los diferentes contenidos en la luz transmiten su energía a los electrones de los materiales semiconductores que, entonces, pueden romper la barrera de potencial y salir así del semiconductor a través de un circuito exterior.

Estas células fotovoltaicas se combinan de muy diversas formas para lograr tanto el voltaje como la potencia deseados y de este modo poder conseguir que la energía solar se acabe convirtiendo en energía que poder consumir.

La energía solar a través del uso de los paneles solares puede ser implantada de diferentes maneras y tener muy variadas aplicaciones, entre las que se distinguen:

**Aplicaciones autónomas:** Las aplicaciones autónomas serían aquellas en las que los paneles solares no están conectados a ningún tipo de red y sirven para abastecer al mismo lugar en el cual recogen la energía del sol. Dentro de este tipo de aplicaciones autónomas podemos encontrar distintos tipos, algunas de las más frecuentes serían la espacial (para producir energía para los satélites o estaciones espaciales en órbita), para autoabastecimiento en hogares o zonas rurales, para las telecomunicaciones y para el alumbrado público, entre muchos otros usos y aplicaciones.

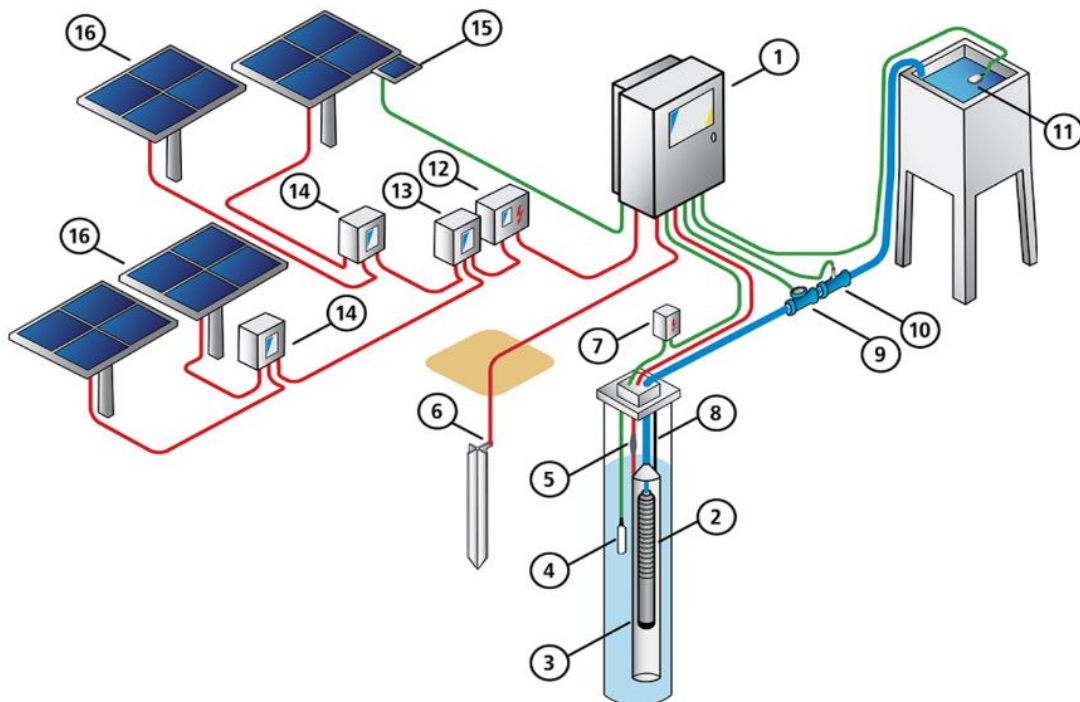
**Aplicaciones en red:** Por otro lado, están las aplicaciones en red, que son aquellas en las que la energía producida por los paneles solares no se consume de forma autónoma, sino que es vendida a los gestores de la energía del país en cuestión. Por ejemplo, están conectadas a la red las grandes instalaciones de placas solares para generar energía eléctrica, los huertos solares o los edificios fotovoltaicos ya preparados para la eficiencia energética a través de la energía solar.

El dimensionamiento que a continuación se expone ha sido realizado mediante la herramienta COMPASS de la empresa LORENTZ, esta herramienta se utiliza para el dimensionado de equipos de riego solar. Los parámetros necesarios para el dimensionado se exponen en el Anejo 9, de diseño hidráulico de la instalación.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

La instalación se ha realizado con un total de 44 módulos fotovoltaicos, dispuestos en 2 ramas en paralelo con 22 paneles en serie por rama. Se ha empleado una estructura soporte en línea, es decir, cada una de las 2 ramas se ha situado en una estructura común. Y todo ello va conectado a un único controlador de 10 kW de potencia nominal.

A continuación, la figura 1 muestra un esquema de los posibles elementos necesarios para la realización de la instalación de los paneles solares, la bomba de riego y las conexiones necesarias.



**Figura 1.** Esquema del tipo de instalación de los paneles solares (en rojo, corriente monofásica y en verde, corriente trifásica).

1. Controlador PSk2. Controlador de la bomba de riego.
2. Bomba sumergible. El modelo y sus características se recogen en el Anejo 9, de diseño hidráulico de la instalación.
3. Tubo de fijación.
4. Sonda. Realiza la detección del nivel de agua del pozo.
5. Kit de empalme sumergible.
6. Toma de tierra de la instalación.
7. Protector contra sobretensiones.
8. Anclaje de la bomba.
9. Caudalímetro.
10. Sensor de presión.
11. Bomba de nivel para llenado de balsas.
12. PV Protect. Proporciona un nivel mejorado de protección al controlador PSk debido a sobretensiones eléctricas (rayo indirecto).
13. PV Combiner. Para cableados de hasta 4 entradas en paralelo. Combinación de 2 o más PV Protect.
14. PV Disconnect. Para cableado de hasta 5 entradas en paralelo. Interruptor de desconexión nominal.
15. Módulo para interruptor solar.
16. Módulo o panel fotovoltaico.

Para nuestro caso en concreto, no precisaremos de todos los elementos que se recogen en el esquema, ya que nuestra instalación es más simple. Los elementos que constituirán nuestra instalación se describen a continuación:

- **Conjunto Bomba sumergible C-SJ30-7 y controlador PSk2-9.**

## Datos técnicos

### Controlador PSk2-9

- Controlador de alta eficiencia para bombas solares
- Soporte de suministro eléctrico híbrido (solar/red/generador) con la SmartSolution de LORENTZ
- Entradas para contadores de agua, sensores de presión, interruptores digitales
- Configuración sencilla con la aplicación PumpScanner de LORENTZ para Android™
- Registro de datos y monitoreo del sistema integrado
- Aplicaciones integradas de presión constante, caudal constante y cantidad diaria
- Sun Sensor integrado
- Gestión de temperatura activa
- Recherche de point de puissance maximale (MPPT) intégrée

Potencia	max. 10 kW
Voltaje de entrada	max. 850 V
Óptimo Vmp**	> 575 V
Corriente motor	max. 17 A
Eficiencia	max. 98 %
Temp. del ambiente	-30...50 °C
Modo de protección	IP54

### Motor AC DRIVE SUB 6" 7.5kW

- Motor CA-trifásico de alta eficiencia
- Frecuencia: 25...50 Hz
- Materiales Premium, acero inoxidable: AISI 304
- Sin elementos electrónicos en el motor

Revoluciones motor	1.400...2.850 rpm
Factor de potencia	0,87
Clase de aislamiento	F
Modo de protección	IP68
Inmersión	max. 300 m

### Cabeza de bomba PE C-SJ30-7

- Válvula no retorno
- Materiales Premium, acero inoxidable: AISI 304
- Opcional: protección contra operación en seco
- Centrifugal pump



**Figura 2.** Descripción y datos técnicos de la bomba y el controlador de la misma (Fuente: LORENTZ).

- **Sonda.** Para proteger la bomba de funcionar en seco.

#### FEATURES

- Reliable dry run protection
- Simple to install
- Trouble free operation
- Corrosion-free
- Splicing kit included

#### TECHNICAL DATA

- Max. operating temperature 55 °C
- Enclosure class: IP68  
Submersion depth: max 50 m
- Cable length: 1.5m
- Wire size: 2x 0.75mm<sup>2</sup> or AWG 19,  
waterproofed
- Mounted in vertical position
- Meets the requirements for CE



Figura 3. Descripción y datos técnicos de la sonda (Fuente: LORENTZ).

- **Cable motor.** Cable de 2,5mm<sup>2</sup>, trifásico para la corriente y monofásico para la conexión a tierra.

- **Protector contra sobre tensiones.**

#### FEATURES

- Reliable surge protection for all LORENTZ pump accessories
- Can be installed inside the PS Controller

#### TECHNICAL DATA

- Max. voltage: 14 VDC
- Max current 8/20µs: 500 A
- Enclosure class: IP65
- Ambient temperature: max. 50°C
- Wire size: 2x 1.5mm<sup>2</sup> or AWG 16
- Meets the requirements for CE



Figura 4. Descripción y datos técnicos del protector contra sobre presiones (Fuente: LORENTZ).

- **PV Disconnect 100-40-5.**

## FEATURES

- Simple and cost effective unit to connect up to five module strings
- Includes an appropriate DC rated disconnect switch
- Designed for PSk2 / PSk pump systems
- Used as part of a professional system installation

## TECHNICAL DATA

- Wiring of up to 5 PV-strings in parallel
- DC rated disconnect switch enclosed
- Enclosure class IP 54
- Meets the requirements for CE

### PV Disconnect 1000-40-5

Max. voltage	1,000 V DC (Uoc) 880 V DC (Ump)
Max. current per string	40 A
Max. total current	40 A
Max. no. of strings	5
String cable size	4 - 10mm <sup>2</sup>
Output cable size	4 - 16mm <sup>2</sup>



**Figura 5.** Descripción y datos técnicos de elemento PV Disconnect 100-40-5 (Fuente: LORENTZ).

## 2.2. Conexiones.

La instalación generadora de energía sigue el esquema que se muestra a continuación. En primer lugar, tenemos las 2 filas de módulos solares conectados en serie, cada una de ellas se conectan en paralelo al controlador, todo esto va en corriente monofásica. Desde el controlador se alimenta y controla el funcionamiento de la bomba mediante corriente trifásica. La figura 2, muestra el esquema del cableado necesario.

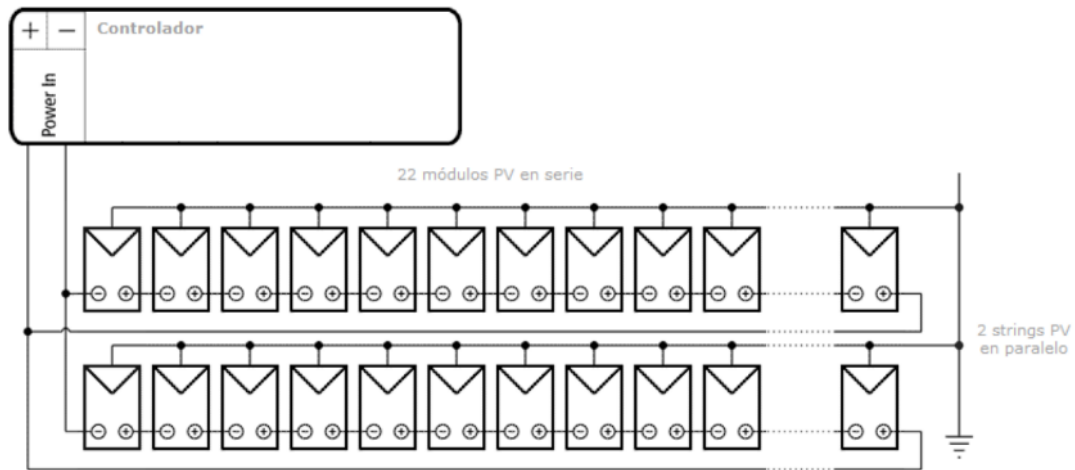


Figura 3. Esquema del cableado de conexión de los paneles solares.

### 2.3. Módulo fotovoltaico.

Se ha elegido el módulo REC265LE de la empresa REC GROUP (Renewable Energy Corporation) con una potencia pico de 265 W. El módulo está fabricado con células policristalinas de alta eficiencia. Es un módulo que cumple con los certificados exigidos por la Unión Europea. La tabla 1 recoge las características de dicho modulo:

Módulo Fotovoltaico	
Modelo:	REC265LE
Condiciones estándar de medida	
Potencia pico (W)	265
Tensión máxima (V)	30,9
Intensidad máxima (A)	8,58
Tensión a circuito abierto (V)	38,1
Intensidad de cortocircuito (A)	9,08
Eficiencia (%)	16,1
Coef. T <sup>º</sup> Pmax	-0,40
Coef. T <sup>º</sup> Voc	-0,27
Coef. T <sup>º</sup> Isc	0,024
Número de células en serie	60

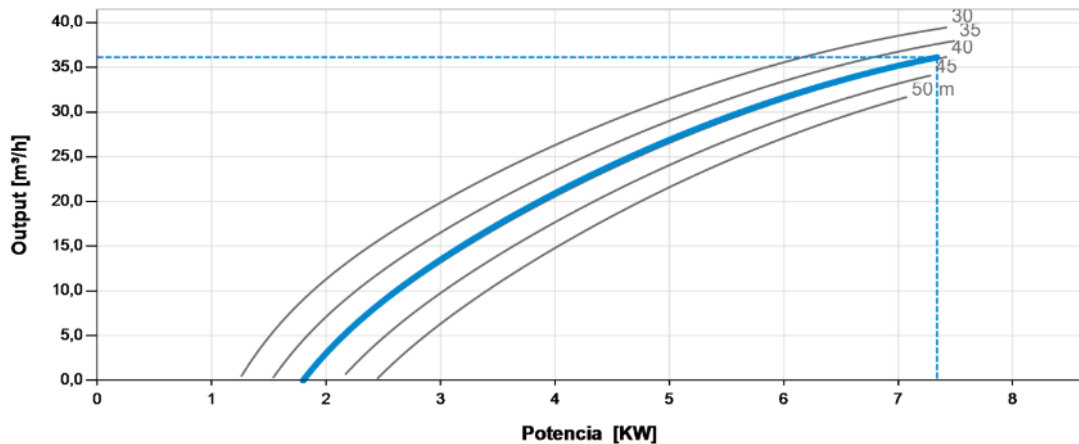
Tabla 1. Parámetros eléctricos del panel solar.

## 2.4. Características de la instalación.

A continuación, la tabla 2 muestra las características eléctricas de la instalación proyectada.

Proyecto de bombeo solar

### Característica del sistema



		Min.	800 W/m <sup>2</sup> , 20 °C	Max./STC*
<b>Generador PV</b>	Temperatura de celda	[°C]	46	25
	Pérdida de temperatura	[%]	11	-
	Pérdida por suciedad	[%]	5,0	-
	Pmax	[Wp]	7.930	11.660
	Vmp	[V]	608	680
	Imp	[A]	13	17
	Voc	[V]	770	838
	Isc	[A]	14	18
	Pout	[W]	7.640	-
	Vout	[V]	650	-
	Iout	[A]	12	-
<b>Cable motor</b>	Pérdida de potencia	[%]	1,4	3,0
<b>Sistemas de bombeo</b>	Potencia motor	[W]	1.800	7.340
	Voltaje motor	[V AC]	270	375
	Corriente motor	[A]	4,5	13
	Revoluciones motor	[rpm]	0	2.840
	Frecuencia	[Hz]	1,0	50
	Flujo	[m <sup>3</sup> /h]	0,001	36
	Eficiencia	[%]	0,005	52

\*STC: Condiciones estándares de prueba: 1.000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de célula 25 °C

**Tabla 2-** Características eléctricas de la instalación proyectada (Fuente: COMPASS – LORENTZ)

Como podemos apreciar en la tabla 2, la potencia máxima capaz de generar la instalación es de 11,66 kw. Esta potencia es la que se espera conseguir bajo condiciones STC, esto es, unas condiciones óptimas de prueba en las que se tiene una temperatura en las células del panel de 25°C y una incidencia de radiación de 1000 w/m<sup>2</sup>.

Normalmente, en la realidad, estas condiciones son difíciles de alcanzar, debido a que las temperaturas son mayores, la radiación es menor o existen elementos como por



ejemplo suciedad sobre los paneles o pérdidas en el cableado que disminuyen la cantidad de potencia generada. Todos estos parámetros se tienen en cuenta y en base a esto, se obtiene un rendimiento más próximo a lo que se podría esperar en la realidad. Por tanto, se tiene que la potencia máxima generada por la instalación sería de 7,93 kw, siendo la potencia necesaria de la bomba, para suministrar el caudal máximo requerido, de 7,34 kw. Por lo que se espera que no existan problemas en cuanto al suministro energético de la bomba.

### **3. SEGURIDAD Y PROTECCIONES.**

En toda instalación eléctrica deben existir medidas de seguridad y protecciones para garantizar la seguridad de las personas, tanto usuarios como operarios y también asegurar el normal funcionamiento del sistema fotovoltaico, para que no afecte a la operación ni a la integridad de otros equipos y sistemas conectados a dicha red.

Las conexiones cumplirán las consideraciones técnicas referentes a protecciones y seguridad de acuerdo a la Normativa Vigente (RD 1663/2000). Así pues pasamos a describir las protecciones que se incluirán en la instalación:

#### **Protección contra contacto directo.**

El contacto con tensiones superiores a 100 V como es el caso de la instalación considerada, puede resultar fatal para las personas, por lo que los elementos activos de la instalación serán inaccesibles. En consecuencia, se utilizarán cables de doble aislamiento y las conexiones se realizarán mediante conectores Multi-Contac Tipo 3 o similares.

#### **Interruptores corriente continua.**

Se instalará un interruptor de corriente continua de corte en carga en el inversor. Su función es proteger las distintas cadenas del generador fotovoltaico y aislar el generador del resto de la instalación para realizar operaciones de mantenimiento.

#### **Derivador de sobretensiones.**

Su principal función es asegurar una protección transitoria de alto voltaje que puede ser producida, por caída de rayo, conmutaciones o ruido eléctrico en la línea u otras causas.

#### **Toma de tierra.**

La toma de tierra está constituida por un electrodo conductor en tierra o conjunto de ellos interconectados, que aseguren una conexión eléctrica con la tierra, formando de esta manera una red de tierra. La toma de tierra sirve para llevar a tierra cualquier derivación indebida de la corriente eléctrica a los elementos que puedan estar en

contacto, ya sea directa o indirectamente, con los usuarios de aparatos de uso normal, por un fallo del aislamiento de los conductores activos, evitando el paso de corriente al posible usuario.

#### **4. CONCLUSIONES.**

Queda pues descrita la instalación fotovoltaica que suministrará la energía al equipo y los elementos de riego. Constando esta de 44 paneles solares, distribuidos en dos líneas de 22 paneles solares de 265w de potencia nominal, conectados en serie mediante línea monofásica. Ambas líneas se conectarán en paralelo al interruptor PV Disconnect y desde ahí se conectarán al controlador de la bomba. Desde el controlador de la bomba saldrán las conexiones trifásicas hasta la bomba y la sonda de nivel de agua. Entre la bomba y el controlador, se instalará una protección contra sobre tensiones, tal y como se ha descrito.

En el informe de la instalación, se apreció que la potencia máxima que era capaz de generar la instalación era de 11kw, siendo la potencia máxima real, una vez estimadas todas las pérdidas pertinentes, de 7,93kw. Por otra parte, se ha determinado que la potencia requerida por la bomba para suministrar el caudal máximo requerido es de 7,34kw. Por tanto, queda asegurado que la instalación es capaz de generar la potencia suficiente para alimentar el equipo de riego de la instalación proyectada.

Por último, se ha comentado el tipo de protecciones requeridas por la instalación para asegurar tanto a los usuarios y operarios, como a los elementos del equipo contra los posibles peligros de una instalación de este tipo.

-ANEJO 13-

## **ESTUDIO ECONÓMICO**



## ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>235</b>
<b>2. INVERSIÓN</b>	<b>235</b>
<b>2.1. Descripción de la inversión</b>	<b>235</b>
<b>2.2. Financiación de la inversión</b>	<b>235</b>
<b>3. PAGOS DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO</b>	<b>236</b>
<b>3.1. Pagos ordinarios</b>	<b>236</b>
<b>3.2. Pagos extraordinarios</b>	<b>242</b>
<b>4. COBROS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO</b>	<b>244</b>
<b>4.1. Mercado del aloe</b>	<b>245</b>
<b>4.2. Mercado de la stevia</b>	<b>246</b>
<b>4.3. Evolución de los cobros</b>	<b>247</b>
<b>5. FLUJO DE CAJA</b>	<b>247</b>
<b>6. EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN</b>	<b>248</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>250</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el presente Anejo se realizará el estudio económico del proyecto. En primer lugar, se planteará la inversión realizada para la puesta en marcha de la explotación planteada. A continuación, se analizarán los pagos del proyecto, es decir, la previsión anual de costes que tendrá la finca, ya sean ordinarios (anuales) o extraordinarios. Seguidamente se tratarán los cobros derivados de la actividad. Se calculará entonces el flujo de caja a partir de los parámetros anteriores para finalmente, hacer un análisis de la inversión a 15 años, estudiando la rentabilidad y viabilidad del proyecto.

En concreto, en el caso de los cobros se tendrá en cuenta el precio de venta a granel de la producción. Por tanto se planteará el escenario en que la producción se vendiera directamente a una industria transformadora externa.

## **2. INVERSIÓN.**

La inversión del proyecto es igual al montante obtenido en el presupuesto general (Documento IV).

### **2.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN.**

Para el cálculo de la inversión se ha dividido en los siguientes capítulos:

1. Sistema de riego
2. Plantación
3. Electrificación
4. Maquinaria

El valor total del presupuesto una vez sumados los gastos generales (13%), el beneficio industrial (6%) y los impuestos asciende a 349.421,97€.

### **2.2 FINANCIACIÓN DE LA INVERSIÓN.**

Para realizar el proyecto se necesitará una inversión como la descrita en el apartado anterior, esto es, 349.421,97€. Esta inversión será financiada por un banco mediante un crédito de 11 años y al 9% de interés.

La cuota al banco será de:

$$\text{Cuota al banco} = C_b \cdot \frac{(1+r)^n \cdot r}{(1+r)^n - 1};$$

Siendo:

$C_b$  la cantidad aportada por el banco.

$n$  el número de años del crédito, 11.

$r$  el interés del crédito, 0,09.

Con lo cual:

$$\text{Cuota del banco} = 349.421,97 \cdot \frac{(1 + 0,09)^{11} \cdot 0,09}{(1 + 0,09)^{11} - 1} = 51.346 \text{ €}$$

A continuación en la Tabla1, se muestra la descripción detallada de la evolución de los pagos de la inversión, junto al capital amortizado e interés pagado anualmente.

Año	Cuota	Pago de interés	Amortización del principal	Amortización acumulada	Capital pendiente
0	-	-	-	-	349.422
1	51.346	31.448	19.898	19.898	329.524
2	51.346	29.657	21.689	41.588	307.834
3	51.346	27.705	23.641	65.229	284.193
4	51.346	25.577	25.769	90.998	258.424
5	51.346	23.258	28.088	119.086	230.336
6	51.346	20.730	30.616	149.702	199.720
7	51.346	17.975	33.372	183.074	166.348
8	51.346	14.971	36.375	219.449	129.973
9	51.346	11.698	39.649	259.098	90.324
10	51.346	8.129	43.217	302.315	47.107
11	51.346	4.240	47.107	349.422	0

Tabla 1. Evolución de los pagos de interés, capital amortizado anualmente y acumulado.

### **3. PAGOS EN LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO.**

Para el cálculo de los pagos anuales de la explotación se diferenciarán dos tipos de pagos: los pagos ordinarios, que son aquellos necesarios para el funcionamiento de la explotación; y los pagos extraordinarios, que no están incluidos dentro del funcionamiento de la explotación.

#### **3.1. PAGOS ORDINARIOS.**

La plantación requerirá de unos pagos ordinarios anuales que serán función del desarrollo en el tiempo de esta, es decir, a medida que las plantas se vayan desarrollando y estableciendo en el medio irán aumentando los costes (mayor producción, mayor tiempo de recolección, mayor tiempo de riego, etc), hasta que estas alcancen un desarrollo completo, momento en el cual se estabilizarán los costes.

Se han estimado los pagos una vez que éstos se estabilicen. Se propone la hipótesis de que tal situación se dará al tercer año tras la plantación. Se tiene que el segundo año alcance su desarrollo completo la stevia y al tercer año el aloe. Durante el tiempo previo, dichos pagos irán aumentando progresivamente a partir de un mínimo, que se considera independiente al tamaño de las plantas. La evolución de los pagos se muestra en la Tabla 2, en forma de porcentajes sobre pago estimado de la situación de completo desarrollo, momento en el cual no aumentarán más los costes.

<b>Año</b>	<b>1º</b>	<b>2º</b>	<b>3º</b>
<b>% pago ordinario estable</b>	50	75	100

**Tabla 2.** Evolución del porcentaje sobre el pago ordinario estable durante los tres primeros años.

Tenemos que tener en cuenta que se espera replantar la stevia cada 5 años y el aloe cada 10 años. Por tanto, la progresión de los costes se aplicará también en dichos momentos para reflejar este suceso.

A continuación, en las siguientes páginas, se muestra el cálculo estimado de los pagos ordinarios que requerirá la explotación:



**CUADRO DE DESCOMPUESTOS**

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 1 LABORES</b>						
<b>SUBCAPÍTULO 1.1 Manejo cubierta vegetal</b>						
1.1.1	m2		<b>1er Control</b> Desbrozado de la cubierta vegetal mediante motodesbrozadora de mano.			
					Sin descomposición	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>0,43</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS						
1.1.2	ha		<b>2º Control</b> Control mediante pase de cultivador.			
					Sin descomposición	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>30,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS						
1.1.3	ha		<b>3er Control</b> Control mediante pase de cultivador.			
					Sin descomposición	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>30,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS						
1.1.4	u		<b>Siembre cubierta vegetal</b>			
					Sin descomposición	
			<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>333,66</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS						
<b>SUBCAPÍTULO 1.2 Cosecha</b>						
1.2.1	ha		<b>1a Cosecha stevia</b> Cosecha de stevia realizada por contrata mediante pase de segadora. Secado, limpiado y desojado de hojas mediante mano de obra agrícola.			
1.2.1.1	0,400	h	Tractor y segadora	60,00	24,00	
1.2.1.2	225,000	h	Peón Agrícola	6,00	1.350,00	
			Otros			1.374,00
			<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>1.374,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS						
1.2.2	ha		<b>1a Cosecha aloe</b> Cosecha de hojas de aloe mediante métodos manuales.			
1.2.2.1	147,000	h	Peón Agrícola	6,00	882,00	
			Otros			882,00
			<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>882,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS						
1.2.3	ha		<b>2a Cosecha aloe</b> Cosecha de hojas de aloe mediante métodos manuales.			
1.2.2.1	147,000	h	Peón Agrícola	6,00	882,00	
			Otros			882,00
			<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>882,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS						
1.2.4	ha		<b>2º Cosecha stevia</b> Cosecha de stevia realizada por contrata mediante pase de segadora. Secado, limpiado y desojado de hojas mediante mano de obra agrícola.			
1.2.1.1	0,400	h	Tractor y segadora	60,00	24,00	
1.2.1.2	225,000	h	Peón Agrícola	6,00	1.350,00	
			Otros			1.374,00
			<b>TOTAL PARTIDA</b>			<b>1.374,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS						

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
1.2.5		ha	<b>Extracción hijuelos aloe</b>			
			Extracción de hijuelos de aloe mediante métodos manuales.			
1.2.5.1	90,000	h	Peón agrícola	6,00	540,00	
			Otros .....			540,00
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>540,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CUARENTA EUROS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 2 TRATAMIENTOS</b>						
2.1		u	<b>Fertirriego</b>			
2.1.1	800,000	l	Humus líquido certificado ecológico	2,21	1.768,00	
			Otros .....			1.768,00
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>1.768,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS

2.2		u	<b>Tratamientos Fitosanitarios</b>			
			Sin descomposición			
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>700,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS EUROS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 3 COSTES FIJOS</b>						
3.1			<b>Mantenimiento instalaciones</b>			
			Sin descomposición			
			<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>250,00</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 1 LABORES</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 1.1 Manejo cubierta vegetal</b>									
1.1.1	<b>m2 1er Control</b> Desbrozado de la cubierta vegetal mediante motodesbrozadora de mano.								
	Total cantidades alzadas						5.000,00		
							5.000,00	0,43	2.150,00
1.1.2	<b>ha 2º Control</b> Control mediante pase de cultivador.								
	Total cantidades alzadas						9,80		
							9,80	30,00	294,00
1.1.3	<b>ha 3er Control</b> Control mediante pase de cultivador.								
	Total cantidades alzadas						9,80		
							9,80	30,00	294,00
1.1.4	<b>u Siembre cubierta vegetal</b>								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	333,66	333,66
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 Manejo cubierta vegetal.....</b>									<b>3.071,66</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1.2 Cosecha</b>									
1.2.1	<b>ha 1a Cosecha stevia</b> Cosecha de stevia realizada por contrata mediante pase de segadora. Secado, limpiado y desojado de hojas mediante mano de obra agrícola.								
	Total cantidades alzadas						4,90		
							4,90	1.374,00	6.732,60
1.2.2	<b>ha 1a Cosecha aloe</b> Cosecha de hojas de aloe mediante métodos manuales.								
	Total cantidades alzadas						4,90		
							4,90	882,00	4.321,80
1.2.3	<b>ha 2a Cosecha aloe</b> Cosecha de hojas de aloe mediante métodos manuales.								
	Total cantidades alzadas						4,90		
							4,90	882,00	4.321,80
1.2.4	<b>ha 2º Cosecha stevia</b> Cosecha de stevia realizada por contrata mediante pase de segadora. Secado, limpiado y desojado de hojas mediante mano de obra agrícola.								
	Total cantidades alzadas						4,90		
							4,90	1.374,00	6.732,60
1.2.5	<b>ha Extracción hijuelos aloe</b> Extracción de hijuelos de aloe mediante métodos manuales.								
	Total cantidades alzadas						4,90		
							4,90	540,00	2.646,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 Cosecha.....</b>									<b>24.754,80</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 1 LABORES.....</b>									<b>27.826,46</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 2 TRATAMIENTOS</b>									
2.1	u Fertirriego								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	1.768,00	1.768,00
2.2	u Tratamientos Fitosanitarios								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	700,00	700,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 2 TRATAMIENTOS.....</b>								<b>2.468,00</b>

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 3 COSTES FIJOS</b>									
3.1	Mantenimiento instalaciones								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	250,00	250,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 3 COSTES FIJOS.....</b>								<b>250,00</b>
	<b>TOTAL.....</b>								<b>30.544,46</b>

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	LABORES .....	27.826,46	91,10
2	TRATAMIENTOS .....	2.468,00	8,08
3	COSTES FIJOS .....	250,00	0,82
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>30.544,46</b>	
	21,00 % I.V.A. ....	6.414,34	
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>36.958,80</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>36.958,80</b>	

Asciede el presupuesto a la expresada cantidad de TREINTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA CÉNTI-MOS

Para el cálculo de los gastos de cada una de las operaciones a realizar a lo largo del año en la explotación no se ha tenido en cuenta el uso de la maquinaria, pues este valor ya se encuentra calculado en el Anejo 7, de Maquinaria, el cual se suma ahora a lo anteriormente calculado. A este valor –de 17.077,2 €/año + IVA (21%)- también se le aplicará el coeficiente que relaciona los costes con el desarrollo de la plantación indicado en la Tabla 2. Por otra parte, tendremos que sumar a los pagos ordinarios el pago de los intereses del préstamo descritos en la Tabla 1 durante los 11 primeros años de vida del proyecto.

Por tanto, una vez calculado el total, los pagos ordinarios quedan tal y como se muestran en la Tabla 3.

año	%	Pagos (€)	pagos interés (€)	total pagos (€)
1	50	28.811,10	31.448	60.259
2	75	43.216,66	29.657	72.873
3	100	57.622,20	27.705	85.327
4	100	57.622,20	25.577	83.199
5	100	57.622,20	23.258	80.880
6	75	43.216,66	20.730	63.946
7	100	57.622,20	17.975	75.597
8	100	57.622,20	14.971	72.593
9	100	57.622,20	11.698	69.320
10	100	57.622,20	8.129	65.751
11	50	28.811,10	4.240	33.051
12	75	43.216,66	-	74.664
13	100	57.622,20	-	87.279
14	100	57.622,20	-	85.327
15	100	57.622,20	-	83.199

**Tabla 3.** Evolución de los pagos ordinarios a lo largo de la vida del proyecto.

### 3.2. Pagos Extraordinarios.

Se prevén también pagos extraordinarios, principalmente relacionados con la reposición de maquinaria o compra de recambios. La Tabla 4 muestra los costes que supondrá dicha reposición de maquinaria y recambios y los años en que habrá de realizarse, así como su valor residual. En concreto para este último parámetro los datos referentes a la maquinaria se toman de Anejo 7, de Maquinaria, mientras que para la instalación de riego, se tomará como un 20% de su valor de adquisición.

Inmovilizado	Valor de Adquisición (€)	Valor Residual (€)	Vida útil (años)
Instalación riego por goteo	20.217,4	4.043,50	10
Pulverizador	1.300	454,95	10
Tractor	23.000	8.500	10

**Tabla 4.** Valores de adquisición, valores residuales y vida útil de la maquinaria y la instalación de riego por goteo más equipo de riego.

La Tabla 5 muestra los pagos ordinarios, extraordinarios y totales a lo largo de 15 años de explotación, que es el plazo se ha establecido para el análisis.

Años	Pagos (€)		
	Ordinarios	Extraordinarios	Total
1	60.259	0	60.259
2	72.873	0	72.873
3	85.327	0	85.327
4	83.199	0	83.199
5	80.880	0	80.880
6	63.946	0	63.946
7	75.597	0	75.597
8	72.593	0	72.593
9	69.320	0	69.320
10	65.751	44.517	110.268
11	33.051	0	33.051
12	74.664	0	74.664
13	87.279	0	87.279
14	85.327	0	85.327
15	83.199	0	83.199

**Tabla 5.** Evolución de los pagos a lo largo de la vida del proyecto.

#### **4. COBROS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO.**

Los ingresos ordinarios en la explotación provendrán exclusivamente de la venta de la cosecha de los cultivos, aunque existen otros posibles ingresos como por ejemplo la venta de hijuelos de aloe vera, estos no se tendrán en cuenta para asegurar la rentabilidad. Para la estimación de los cobros se adoptará la evolución de cosecha

estimada en el apartado 4 del Anejo 5, de Diseño de la Plantación. En cuanto a las cosechas, recordar que, para el aloe no se prevé cosecha el primer año, siendo el segundo año desde la implantación del cultivo en el que se espera se pueda realizar la primera. En dicha cosecha no se espera el rendimiento completo de la planta, alcanzándose este a partir del tercer año desde la plantación. Para la stevia, por el contrario, se espera una cosecha uniforme desde el segundo año.

Hay que tener en cuenta que actualmente el mercado exige una producción ecológica de ambos productos, siendo muy difícil comercializar lo producido sin esta certificación. Como se comentó en el anejo 5, de diseño de la explotación, para poder certificar nuestra producción como ecológica, han de pasar dos años desde la inscripción a conversión a este tipo de agricultura, para que la producción sea catalogada como ecológica. Es por esto, que no se realizará la cosecha de ambos cultivos hasta el tercer año, año en el cual la producción ya estará certificada como ecológica. En todo caso, si existiera la posibilidad de comercializar la cosecha antes de conseguir la certificación, podría realizarse cosechas en los años previos al tercer año.

Actualmente, la comercialización de estos cultivos es un proceso complicado, ya que su implantación en nuestro país es reciente. Pese a esto, el panorama es muy prometedor, ya que cada año aumentan la superficie cultivada de estos cultivos debido a las exigencias por parte de países del norte de Europa, carentes de las características para producir estos cultivos y también en el ámbito nacional debido al cambio de mentalidad de los consumidores, que cada vez más demandan productos saludables y de carácter ecológico como los que trata este proyecto.

#### **4.1. Mercado del Aloe Vera.**

En el caso del aloe, hay que destacar que el sector productor en España ha pasado de contar con una superficie cultivada de unas 50 hectáreas en 2012 a las más de 500 hectáreas aproximadamente que se cultivan en la actualidad, que controla Asocialoe, la cual estima que se alcanzarán las 2.000 para el año 2018. Los principales núcleos productores se localizan en Andalucía, en concreto en las provincias de Córdoba, Sevilla, Huelva y Málaga.

Para la comercialización del producto, la mayoría de los productores se asocian con la asociación Asocialoe, la cual reúne tanto a todos los productores como comercializadores y transformadores de aloe vera de Andalucía y alrededores. Desde su sede, nos comentan que actualmente existen canales de exportación y de venta nacional gestionados desde la asociación. Nos comentan que el precio actual de la hoja de aloe oscila entre los 0,5-0,4 €/kg, precio que se ha mantenido desde 2012 y que las características necesarias para su venta es, esencialmente, que estén certificadas en ecológico y sanas. Hay que tener en cuenta que la mayoría de explotaciones de aloe vera no son muy extensas en superficie y que las transformadoras españolas aún están



en evolución, teniendo poca capacidad para transformar y comercializar grandes producciones. De tal manera que, será muy probable la necesidad de acudir a transformadoras extranjeras. De tal forma, desde Asocialoe, nos informan que el precio de compra por parte de transformadoras extranjeras puede disminuir un poco, sobre todo para grandes producciones. De tal manera, nos hablan de precios que oscilan entre los 0,5-0,25€.

En nuestro caso y para dar una mayor seguridad a la rentabilidad del proyecto, tomaremos un precio de venta medio del kilogramo de hoja de aloe de 0,37€. Este precio puede verse modificado a lo largo del tiempo, pudiendo aumentar o disminuir. Según la situación actual del mercado y la evolución de este durante años posteriores. Todo apunta a que cada vez el sector del aloe en España se hará más fuerte, por lo que se esperan mejores precios y mayor posibilidad de comercialización nacional.

## **4.2. Mercado de la Stevia.**

Actualmente, el gran problema de la comercialización de la stevia reside en que la legislación no permite considerar la planta de la stevia como alimento y, por tanto, sólo se puede vender como ornamental. Por tanto, no se puede comerciar con sus hojas secas o verdes. Lo que sí permite la Ley es vender edulcorantes de stevia en pastillas o en formato que emula el azúcar, pero sólo tras someterla a un proceso químico. Es por esto, que actualmente la stevia ha de comercializarse enteramente para industria transformadora. En cuanto a esto, es Alemania el principal país comprador de la producción de stevia española, fuertemente debido a la legislación de su país, que facilita en gran medida la comercialización de la misma.

Al igual que en el caso del aloe, cada vez más fincas apuestan por la producción de stevia, sobre todo en el sur peninsular por sus buenas condiciones para la producción de este cultivo. Por lo que el mercado de este cultivo se encuentra en estos momentos en auge. Esto hace que cada vez más empresas extranjeras acudan en busca de la producción de este cultivo. En nuestro caso, según la información recogida en Stevia Aljarafe, finca productora de stevia en el aljarafe sevillano, el precio de venta del kilogramo de hoja seca de stevia se encuentra en 10-8 €/kg para empresas transformadoras. Según nos comentan, el precio no ha variado desde que comenzaron a explotar este cultivo 3 años atrás, y esperan que este precio suba al cambiarse la legislación vigente en nuestro país en cuanto al consumo de stevia sin procesar, pudiéndose alcanzar cifras de 30-20 €/kg de hoja seca para infusión u otros usos. Por otra parte, desde Stevia Aljarafe, nos comentan que es requisito indispensable el que la producción esté certificada en ecológico, siendo las principales variedades buscadas por las empresas Eriete y Morita.

De tal manera, siguiendo un criterio conservador que garantice la rentabilidad del proyecto, optaremos por establecer un precio de venta de 8 €/kg, suponiendo que la

producción será principalmente exportada para empresa transformadora, ya que actualmente es donde se encuentra la mayor demanda de este producto.

### 4.3. Evolución de los cobros.

La Tabla 6 muestra la evolución de los cobros a lo largo de la vida del proyecto. En ella se refleja la producción esperada en kg de hoja de aloe vera y hoja seca de stevia y los cobros de se ingresarán de dicha producción. Asimismo se incluyen los cobros extraordinarios, debidos a los ingresos que supone la liquidación de material y maquinaria obsoleto (valores residuales, Tabla 4).

Año	Producción aloe (kg)	Producción stevia (kg)	Cobros (€)			
			Ordinarios		Extraordinarios	Total
			Aloe	Stevia		
1	0	0		0	0	0
2	0	0		0	0	0
3	205.800	12.500	76.146	100.000	0	176.146
4	205.800	12.500	76.146	100.000	0	176.146
5	205.800	12.500	76.146	100.000	0	176.146
6	205.800	6.250	76.146	50.000	0	126.146
7	205.800	12.500	76.146	100.000	0	176.146
8	205.800	12.500	76.146	100.000	0	176.146
9	205.800	12.500	76.146	100.000	0	176.146
10	205.800	12.500	76.146	100.000	12.998	189.144
11	0	6.250	0	50.000	0	50.000
12	102.900	12.500	38.073	100.000	0	138.073
13	205.800	12.500	76.146	100.000	0	176.146
14	205.800	12.500	76.146	100.000	0	176.146
15	205.800	12.500	76.146	100.000	0	176.146

Tabla 6. Evolución de los cobros a lo largo de la vida del proyecto.

## 5. FLUJO DE CAJA.

El flujo de caja se calcula como el resultado de restar a los cobros los pagos. La Tabla 7, muestra la evolución de este valor a lo largo de la vida del proyecto. El desembolso realizado inicialmente para llevar a cabo el proyecto se lleva al año 0, este valor se encuentra calculado en el Documento 4 (Presupuesto) del presente proyecto.

año	Cobros (€)	Pagos (€)	Flujo de Caja (€)
0	-	-	-349.421,97
1	0	60.259	-60.259
2	0	72.873	-72.873
3	176.146	85.327	90.819
4	176.146	83.199	92.947
5	176.146	80.880	95.266
6	126.146	63.946	62.200
7	176.146	75.597	100.549
8	176.146	72.593	103.553
9	176.146	69.320	106.826
10	189.144	65.751	78.876
11	50.000	33.051	16.949
12	138.073	74.664	63.409
13	176.146	87.279	88.867
14	176.146	85.327	90.819
15	176.146	83.199	92.947

Tabla 7. Evolución de los flujos de caja a lo largo de la vida del proyecto.

## 6. EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN.

Para evaluar si el proyecto es viable se estudiará la rentabilidad de la inversión realizada. Para ello se utilizará un parámetro denominado VAN (Valor Actual Neto). Como su propio nombre indica, este indicador permite "llevar" los flujos de caja a lo largo de la vida del proyecto al momento actual, en este caso, el momento de la inversión (año 0).

Su valor se calcula mediante la siguiente formula:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \left( \frac{C_n - P_n}{(1 + i)^n} - k_0 \right)$$

Donde:

(C<sub>n</sub>-P<sub>n</sub>) es el flujo de caja del año n en cuestión, calculados en la Tabla 6.

K<sub>0</sub> es el valor de la inversión inicial.

i es el tipo de interés efectivo (TIE), es decir 9%.

Por tanto, el VAN será:

$$VAN = 88.013,28 \text{ €}$$

Al ser su valor mayor que cero, se concluye que el proyecto es **viable**.

Por otro lado, el TIR es el tipo de interés de rendimiento que hace inviable el proyecto (VAN = 0). Se calcula por tanteo, despejando su valor de la siguiente expresión:

$$0 = \sum_{t=1}^n \left( \frac{C_n - P_n}{(1 + \text{TIR})^n} - k_0 \right)$$

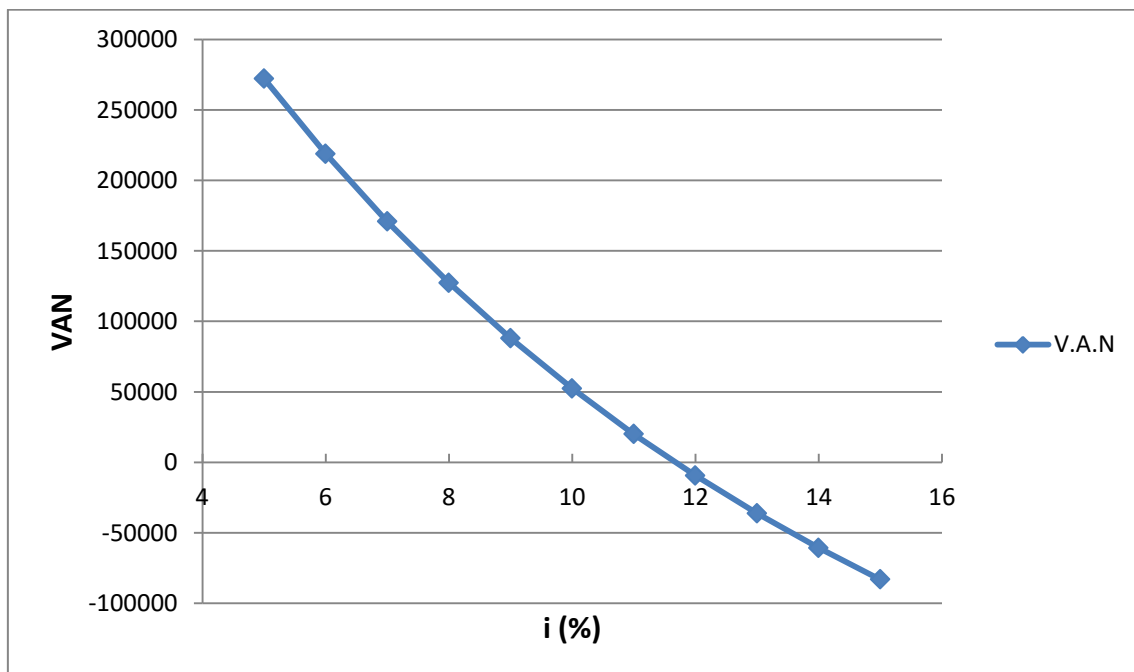
En este caso el TIR es del 12,9%.

El gráfico 1, muestra la evolución del VAN en función del tipo de interés, representando el TIE antes citado y el TIR.

Al cumplirse que:

$$\text{TIE} < \text{TIR} \rightarrow 0,09 < 0,129$$

Se puede decir que el proyecto es rentable.



**Gráfico 1.** Curva de evolución del VAN en función del tipo de interés.

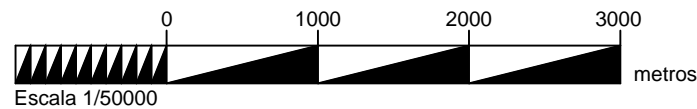
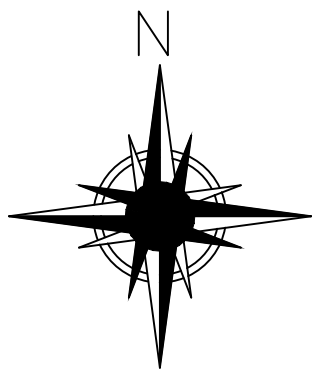
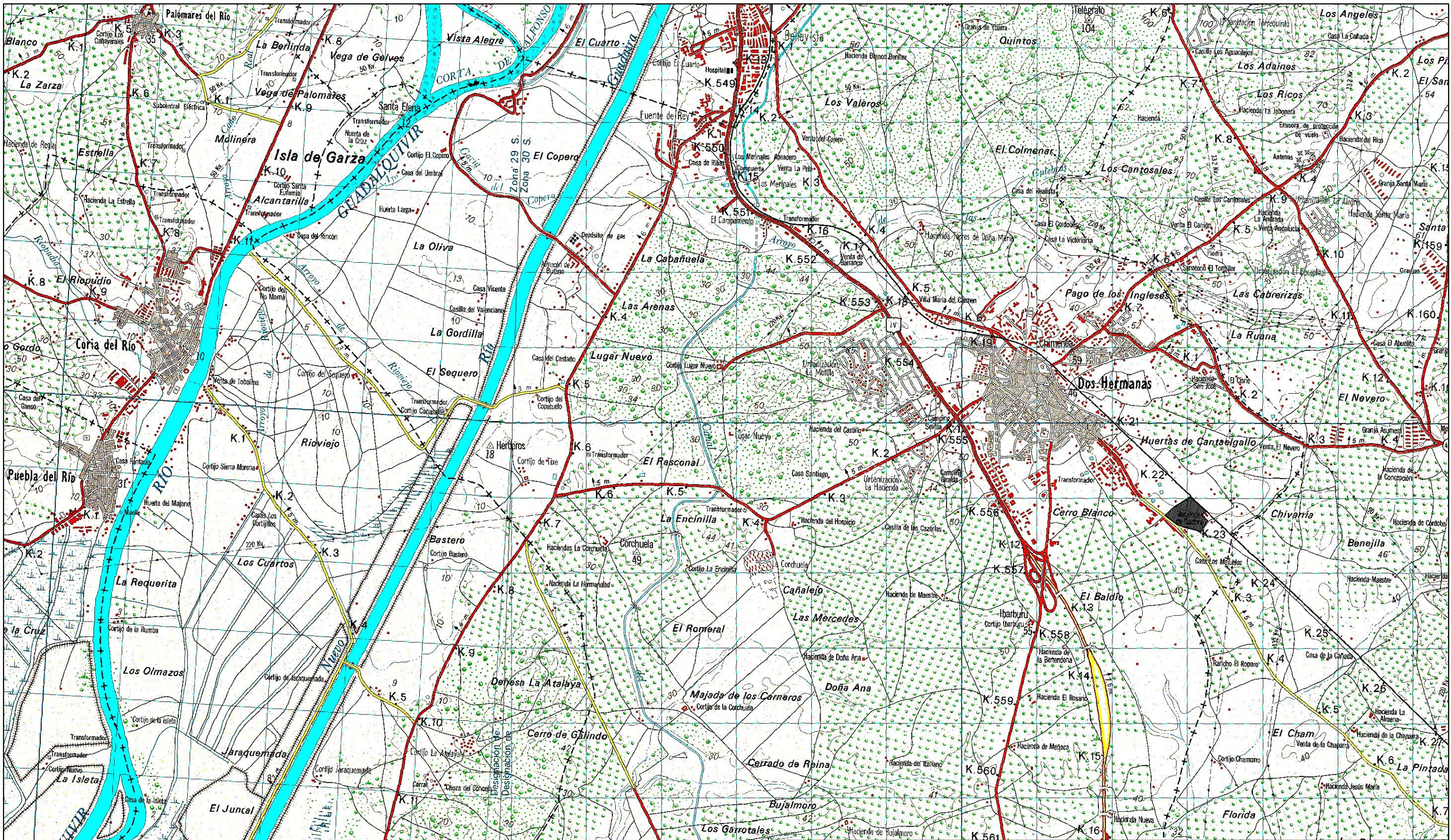
## **7. CONCLUSIONES.**

Tras efectuar el estudio económico del proyecto, se ha concluido que el proyecto es viable desde el punto de vista económico. Sin embargo, como se puede apreciar en los cálculos, el valor de beneficio no es del todo elevado que se pudiera esperar en comparación a la inversión realizada. A esto ha de sumarse la posible inestabilidad de los precios o la dificultad de acceso al mercado.

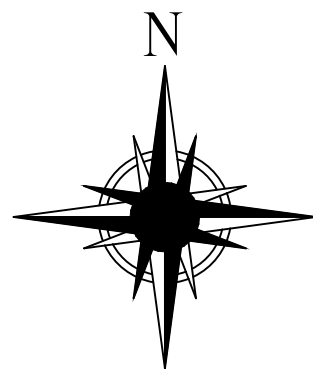
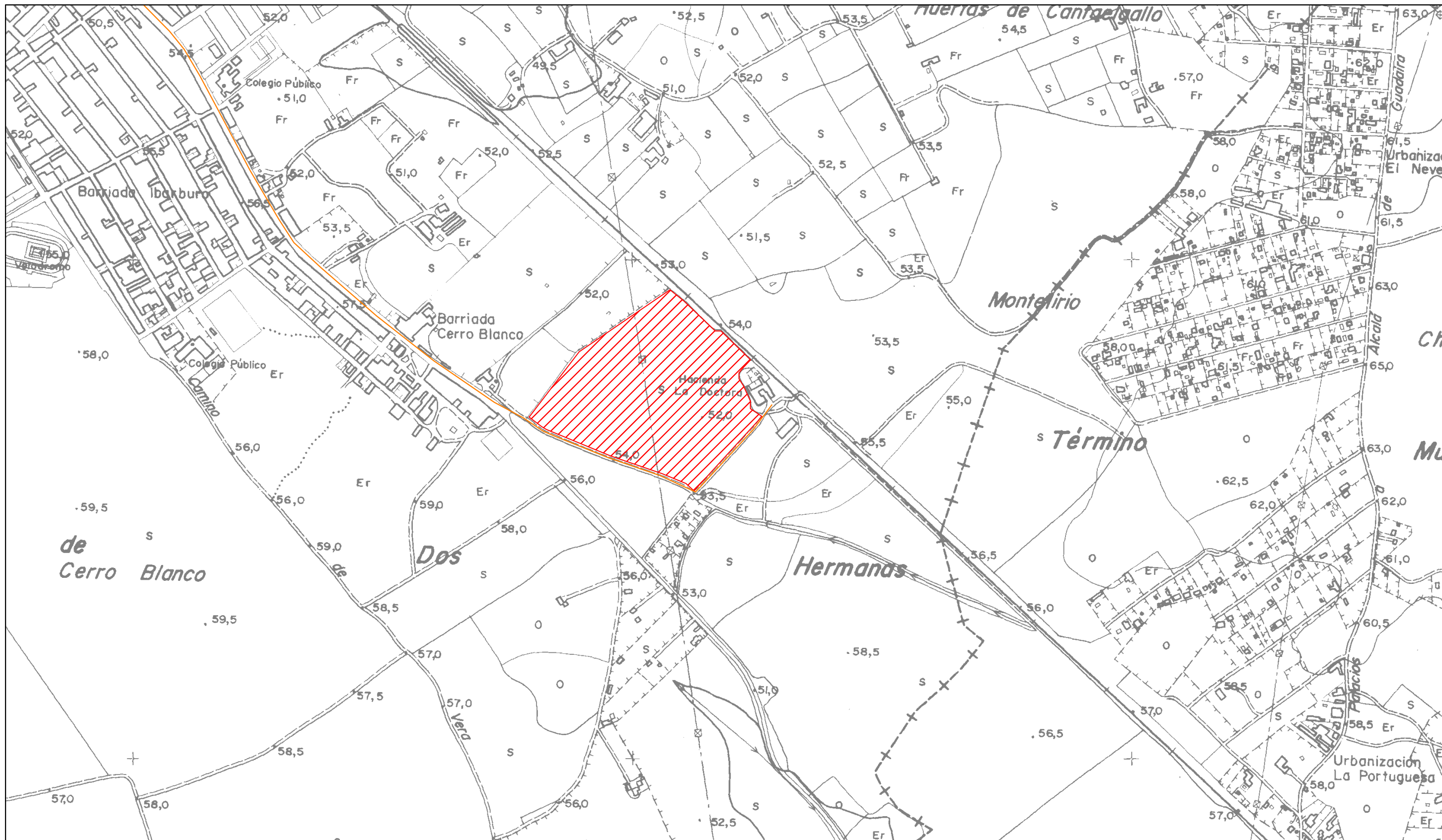
Esto no significa que no sea aconsejable llevar el proyecto a cabo, sino todo lo contrario, pues el desarrollo de esta explotación es el punto de partida ideal para generar un valor añadido a la finca del promotor. Como se trata en anteriores anejos, esta explotación busca obtener productos de la máxima calidad posible y ecológicos, que se alejen del tipo de cultivos producidos en la zona tradicionalmente. El potencial económico de un producto de estas características es remarcable, debido al trato del medio y a las tecnologías empleadas que harán que la producción sea aún más atractiva. Por otra parte, se tiene el beneficio de la mejora del agroecosistema y la ayuda a desarrollar el medio agrícola de la zona claramente deteriorado.

Concluiremos en el potencial que estos cultivos tienen, sobretodo apuntando hacia el futuro, donde todo indica que cada vez más se instalará una fuerte red de productores, transformadores y comercializadores de cara a abastecer la creciente demanda dentro de España y sobre todo del resto de Europa.

## DOCUMENTO II. Planos



Dibujado por: Justo Puerto Gómez		FIRMA:	
Fecha: 18-02-2016		<b>Plano 1. Situación 1:50000</b>	
ESCALA:	Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de Aloe Vera y Stevia en la finca "La Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla).		
1:50000	Propietario:		José Luis Rodríguez Ramírez



Dibujado por: Justo Puerto Gómez

FIRMA :

Fecha: 01-03-2016

Plano 2. Situación 1:10000

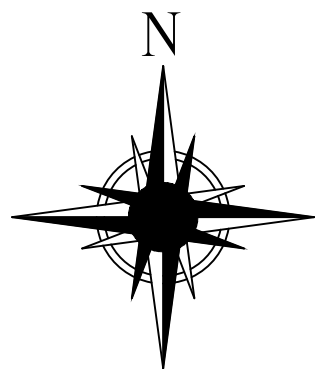
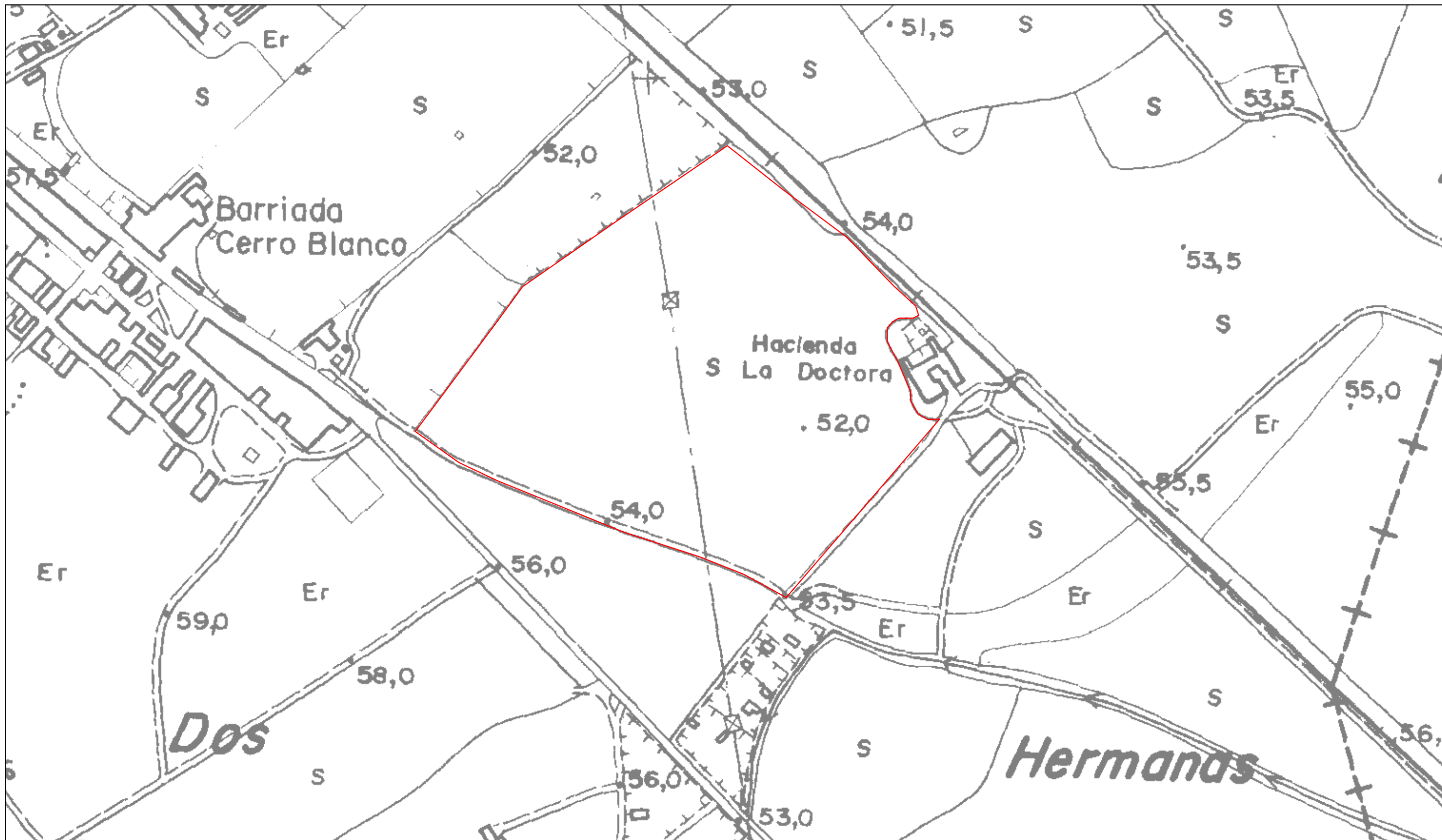
Escala:  
1:10000

Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de Aloe Vera y Stevia en la finca "La Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla).

Propietario:

José Luis Rodríguez Ramírez

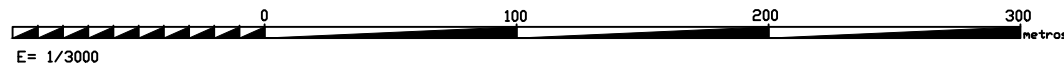
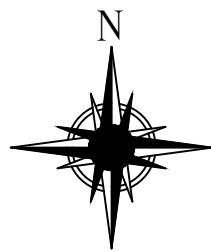
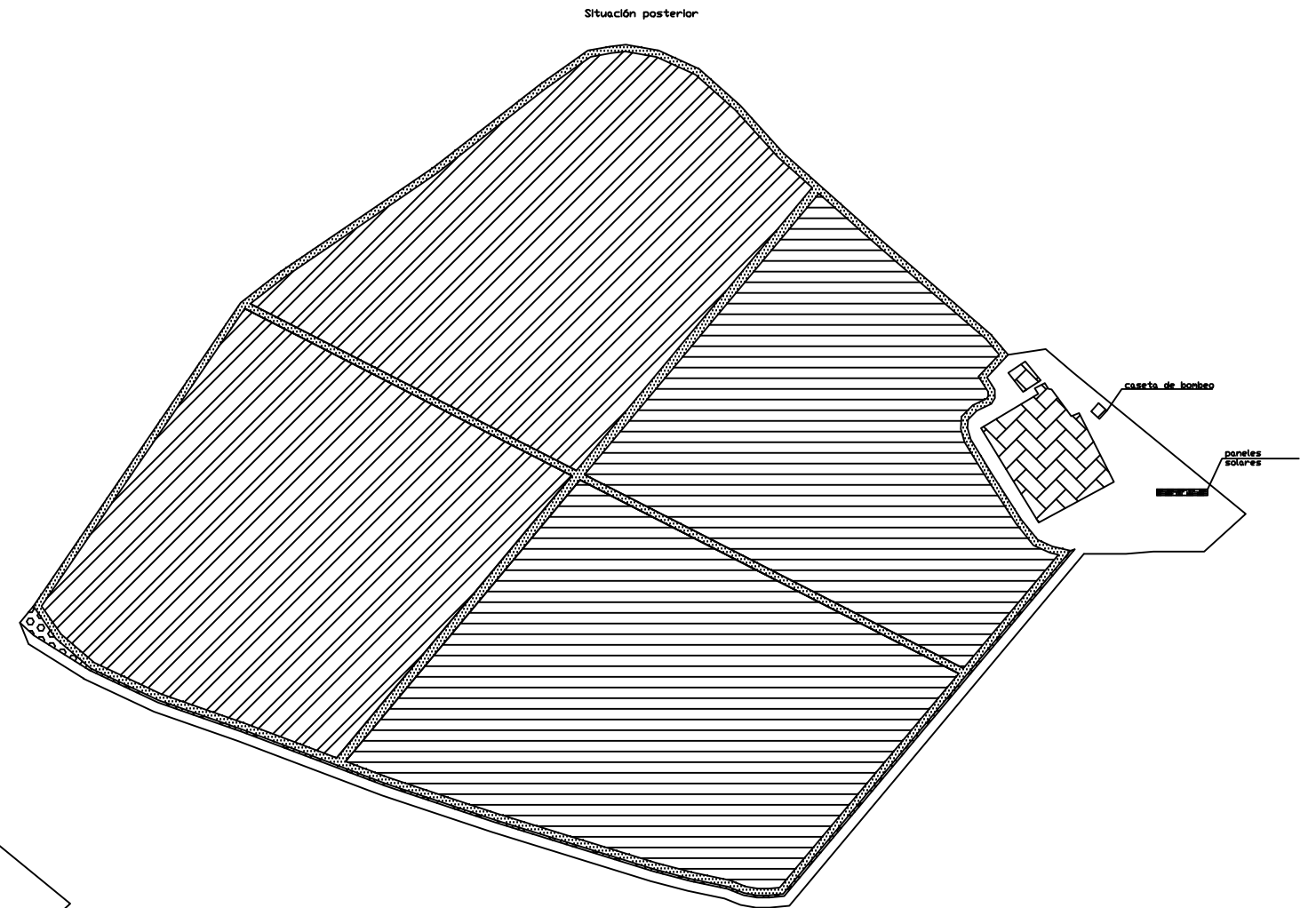
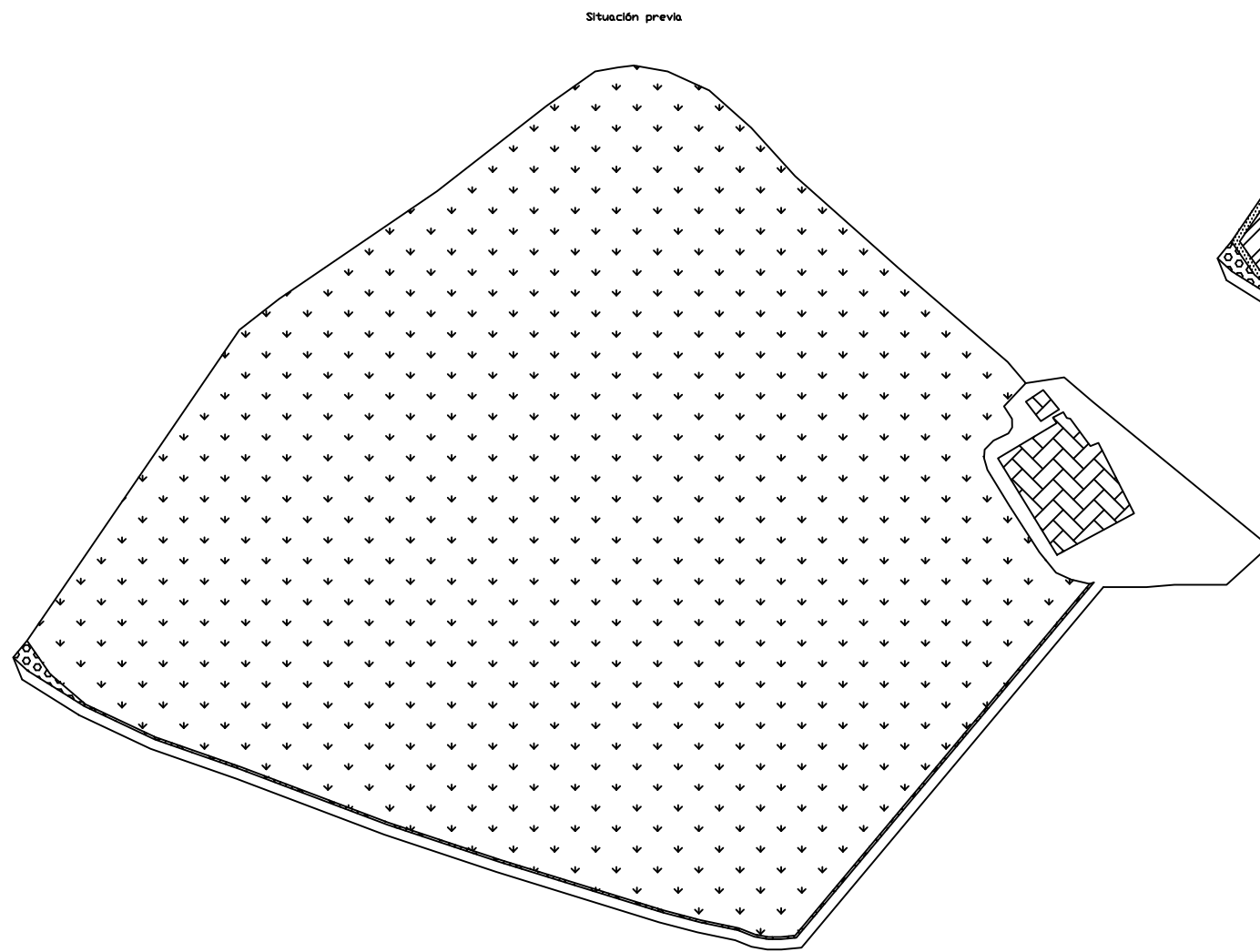




Dibujado por: <b>Justo Puerto Gómez</b>		FIRMA:	<b>Plano 3 - Topográfico</b>
Fecha: <b>09 - 03 - 2016</b>			
Escala:	Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de Aloe Vera y Stevia en la finca "La Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla)	Propietario:  <b>José Luis Rodríguez Ramírez</b>	
<b>1/3000</b>			



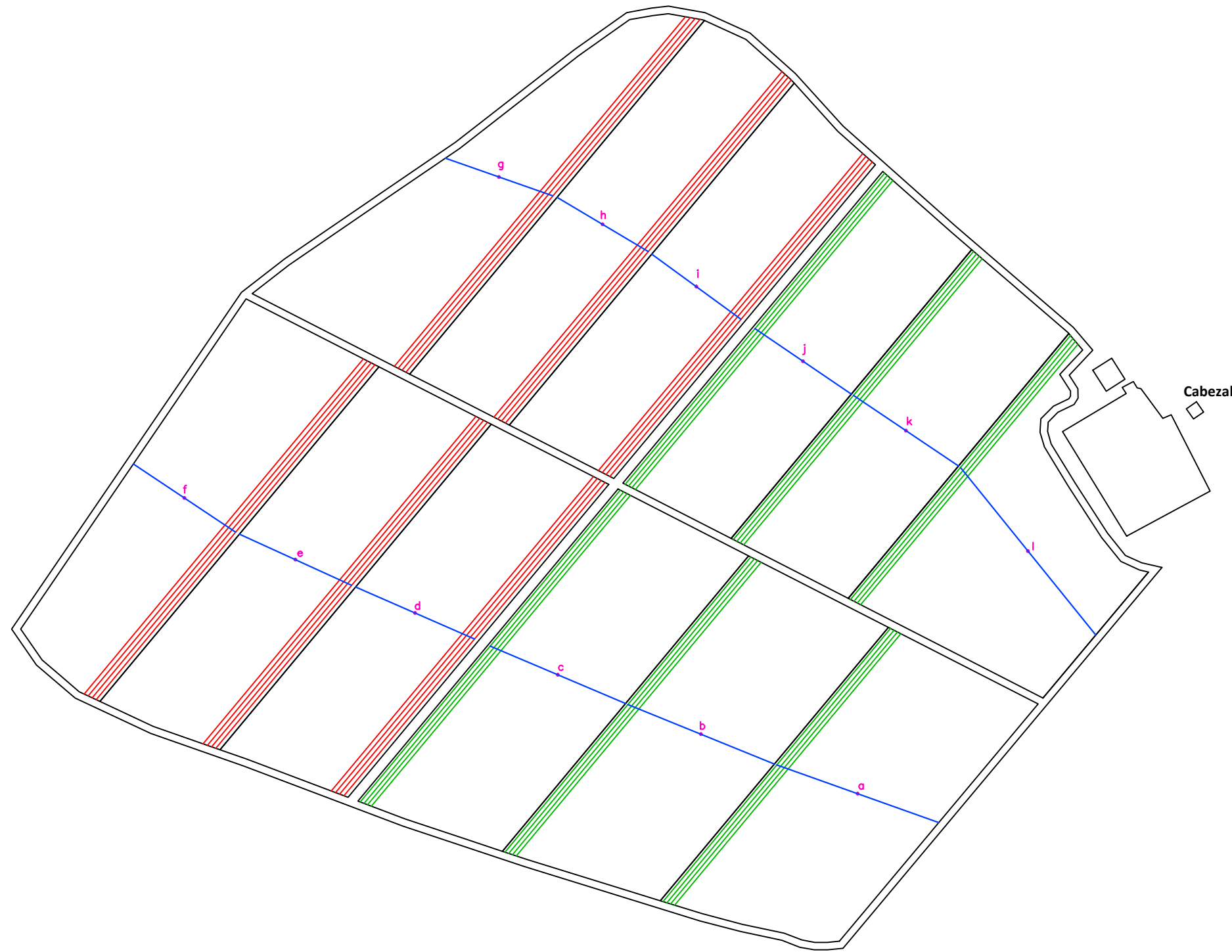
LEYENDA	
ALOE VERA	
STEVIA	
EDIFICACIONES	
CANINOS	
SETO/MATERRAL	
PANELES SOLARES	
EXPLANACIONES	
CEREALES SECOS	



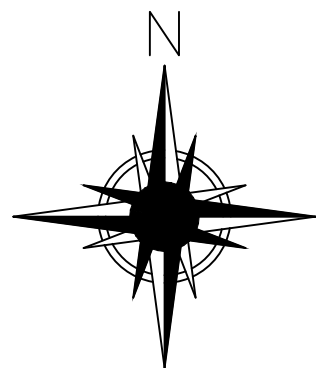
Dibujado por: <b>Justo Puerto Gómez</b>		FIRMA:	<b>Plano 5 - Situación previa/posterior</b>
Fecha: <b>28 - 11 - 2016</b>			
Escala:	Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de Aloe Vera y Stevia en la finca "La Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla)	Propietario:	
<b>1/3000</b>		José Luis Rodríguez Ramírez	

### Leyenda

- porta-emisor dist.gotero 40cm
- porta-emisor dist.gotero 50cm
- porta-lateral
- hidrante



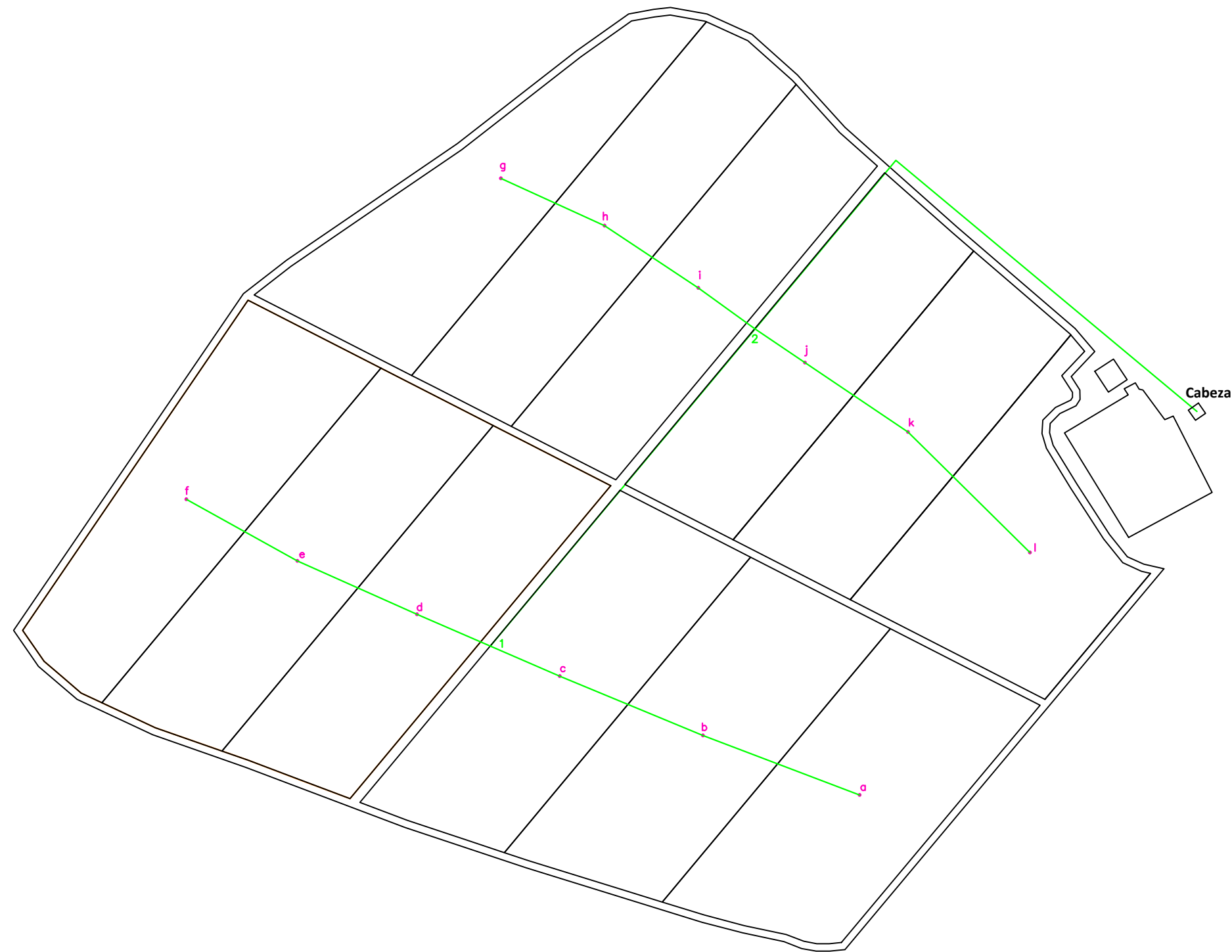
Hidrante	Laterales (2,1 atm) y Porta-laterales (6 atm)			
	Porta-emisor PEbd		Porta-lateral PVC	
	Lmax (m)	D (mm)	L (m)	D (mm)
a	71,7	12	69	63
b	77	12	64	63
c	82	12	60	63
d	85	12	52	50
e	85	12	50	50
f	87,5	12	50	50
g	87,5	12	46	50
h	92,5	12	43	50
i	92,5	12	44	50
j	78	12	46	63
k	75,5	12	50	63
l	69,5	12	86	63



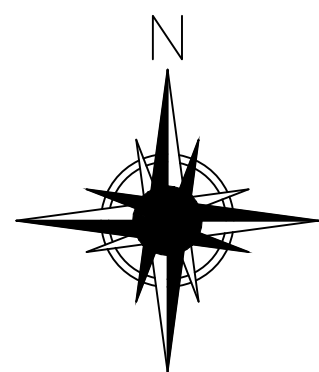
Dibujado por: <b>Justo Puerto Gómez</b>		FIRMA:	<b>Plano 6. Porta-emisores y porta-laterales</b>
Fecha: <b>08 - 03 - 2016</b>			
Escala:	<b>1:2000</b>	Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de Aloe Vera y Stevia en la finca "La Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla)	Propietario:
			José Luis Rodríguez Ramírez

Leyenda

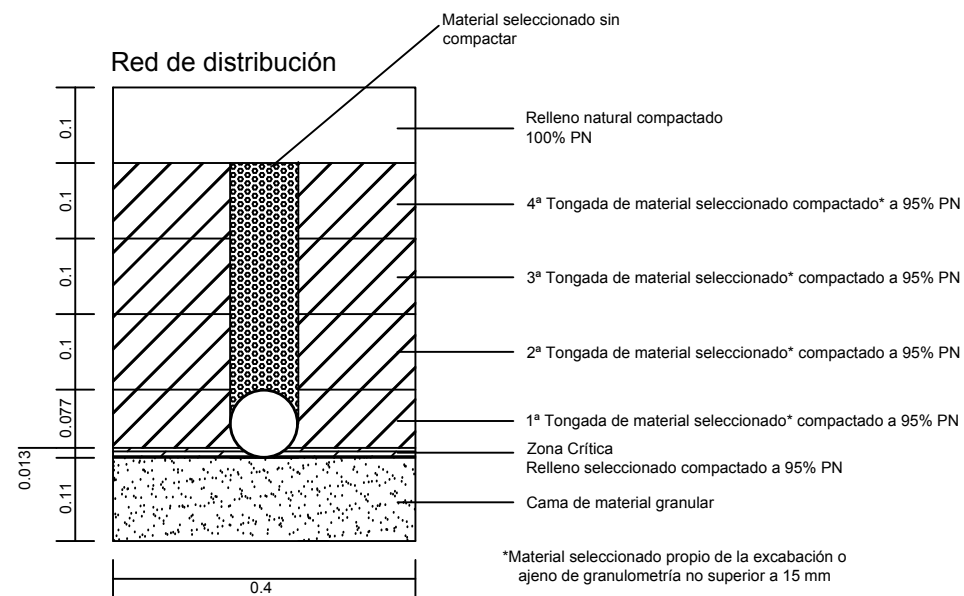
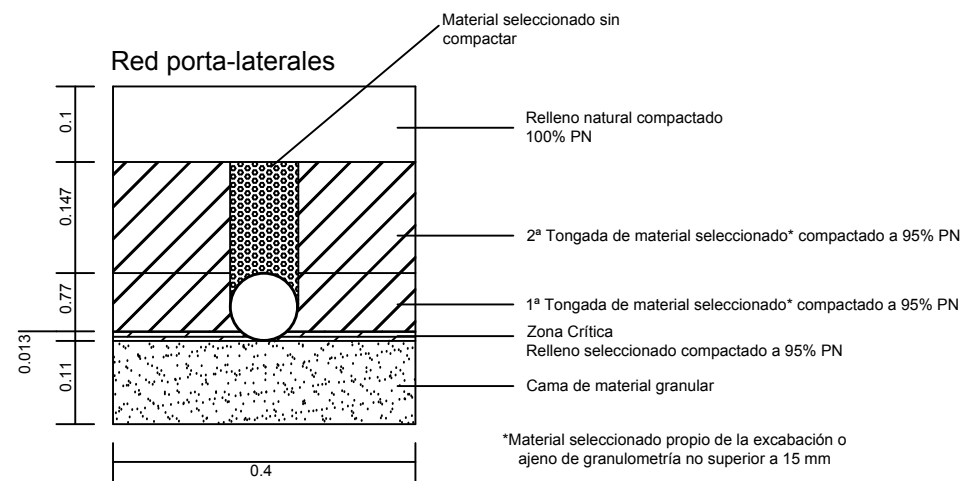
- Red de distribución
- Hidrante



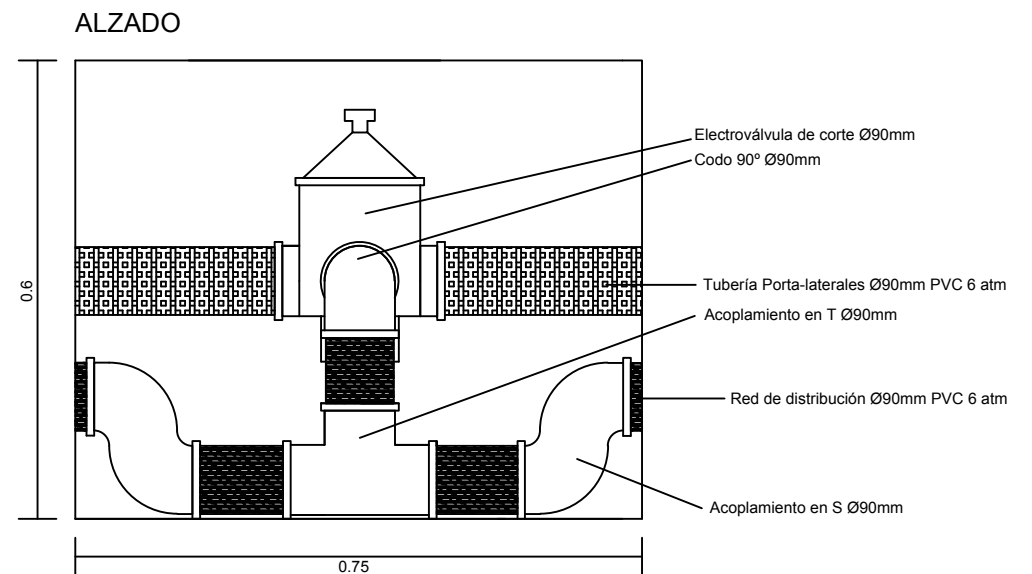
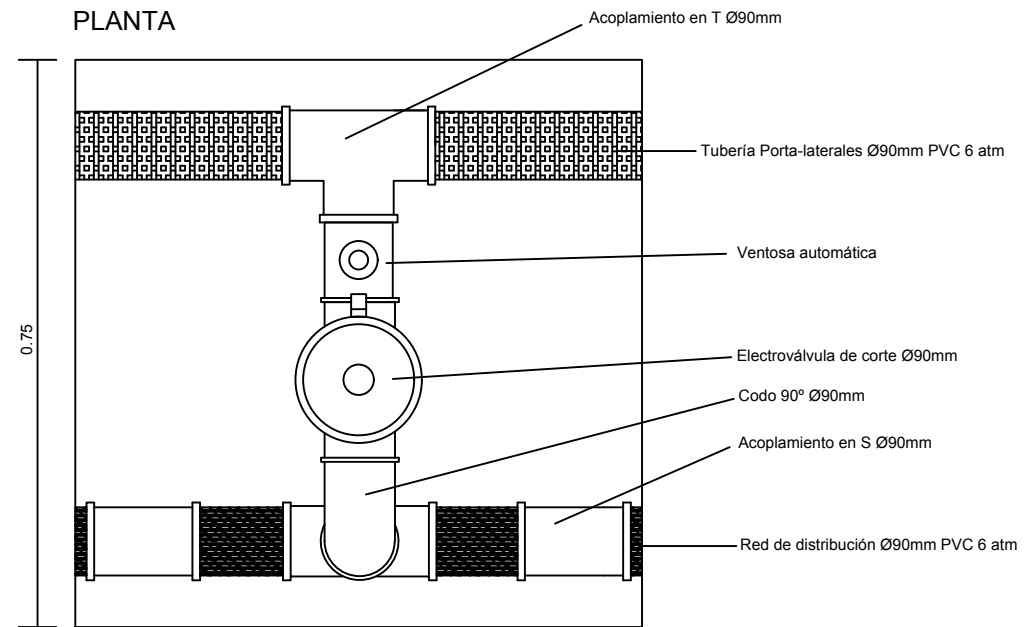
Red de distribución PVC 6 atm		
Tramo	L (m)	D (mm)
a-b	67,50	90
b-c	62,50	90
c-1	30,50	90
f-e	51,00	75
e-d	53,00	75
d-1	32,00	75
1-2	166,00	90
g-h	46,00	75
h-i	45,00	75
i-2	28,00	75
l-k	69,00	90
k-j	50,00	90
j-2	24,00	90
2-cabezal	246,00	90



Dibujado por: <b>Justo Puerto Gómez</b>		FIRMA:	<b>Plano 7 - Red de distribución</b>
Fecha: 15 - 04 - 2016			
Escala: <b>1:2000</b>	Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de Aloe Vera y Stevia en la finca la "Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla).		Propietario: <b>José Luis Rodríguez Ramírez</b>



**Detalle zanja**

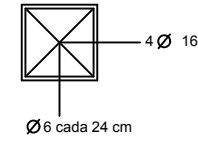
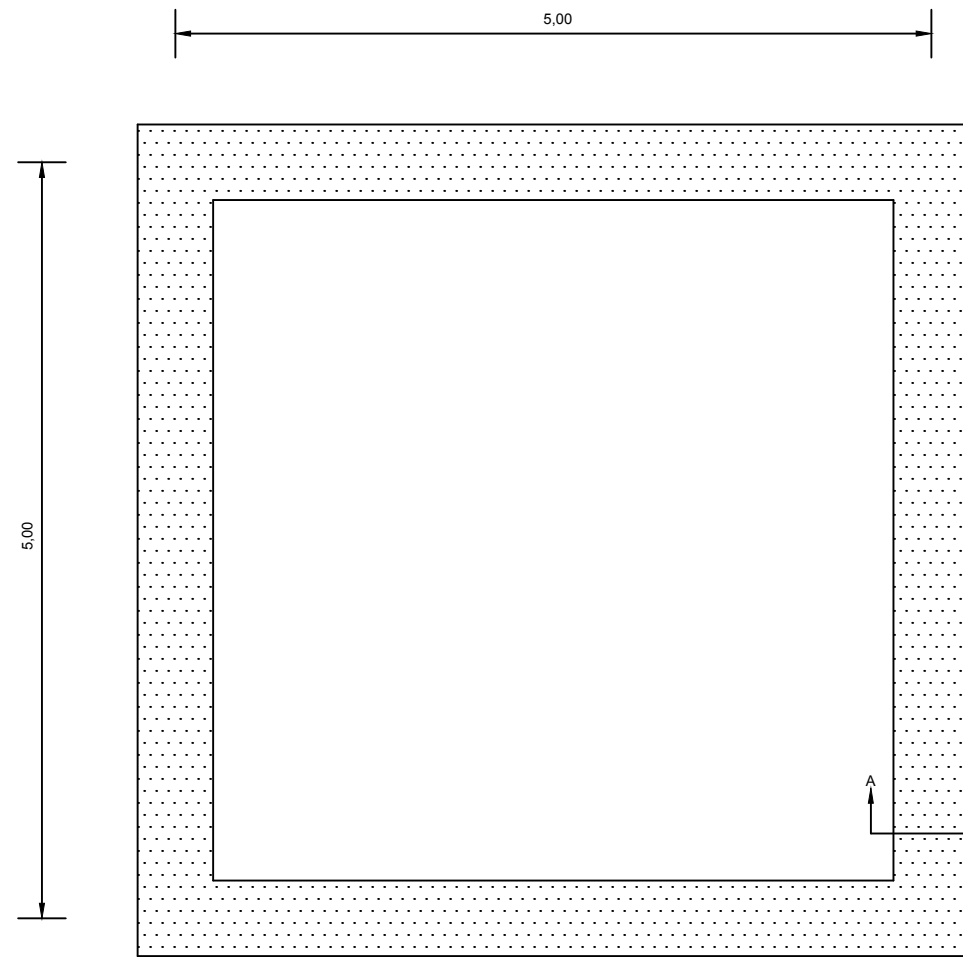


**Detalle arqueta hidrante**



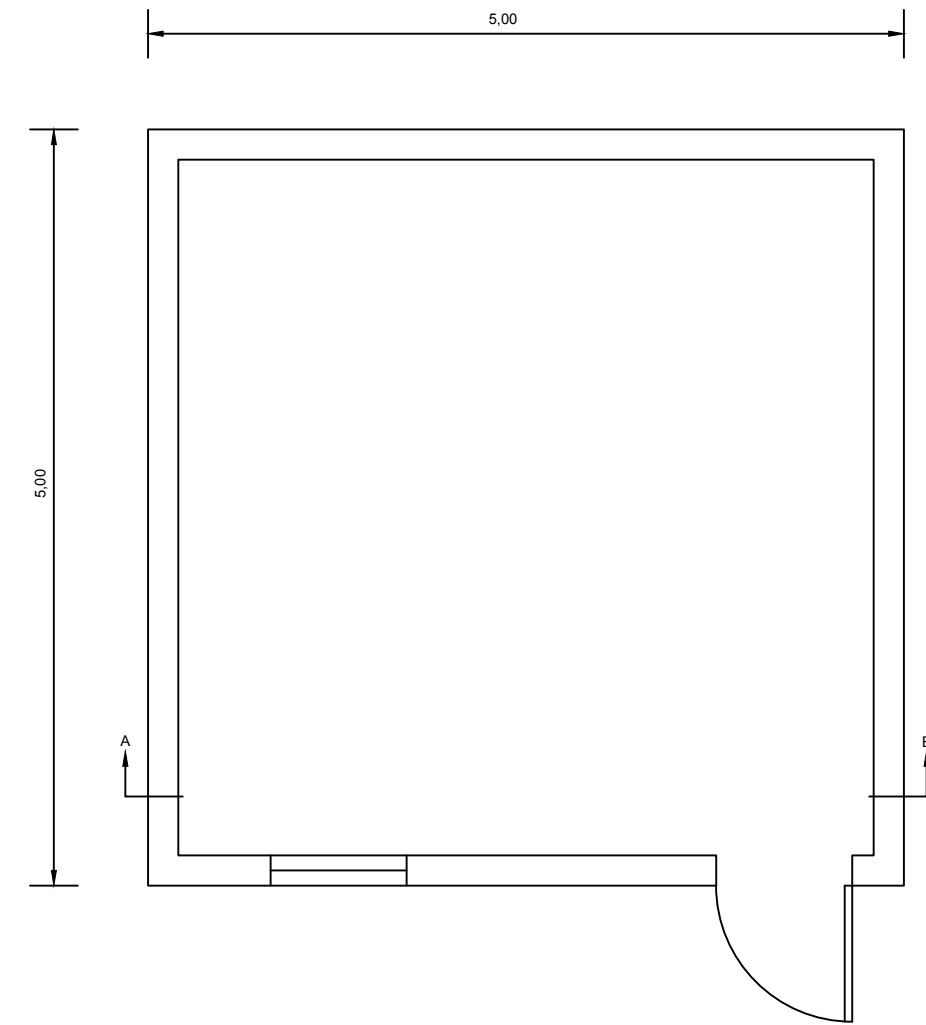
Dibujado por: <b>Justo Puerto Gómez</b>		FIRMA :	<b>Plano 8. Zanjas y Arquetas de riego</b>
Fecha: <b>29 - 11 - 2016</b>			
Escala	Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de cultivo de Aloe vera y Stevia en la finca "La Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla).		Propietario:
<b>1/10</b>			<b>José Luis Rodríguez Ramírez</b>

### SECCIÓN A-A'

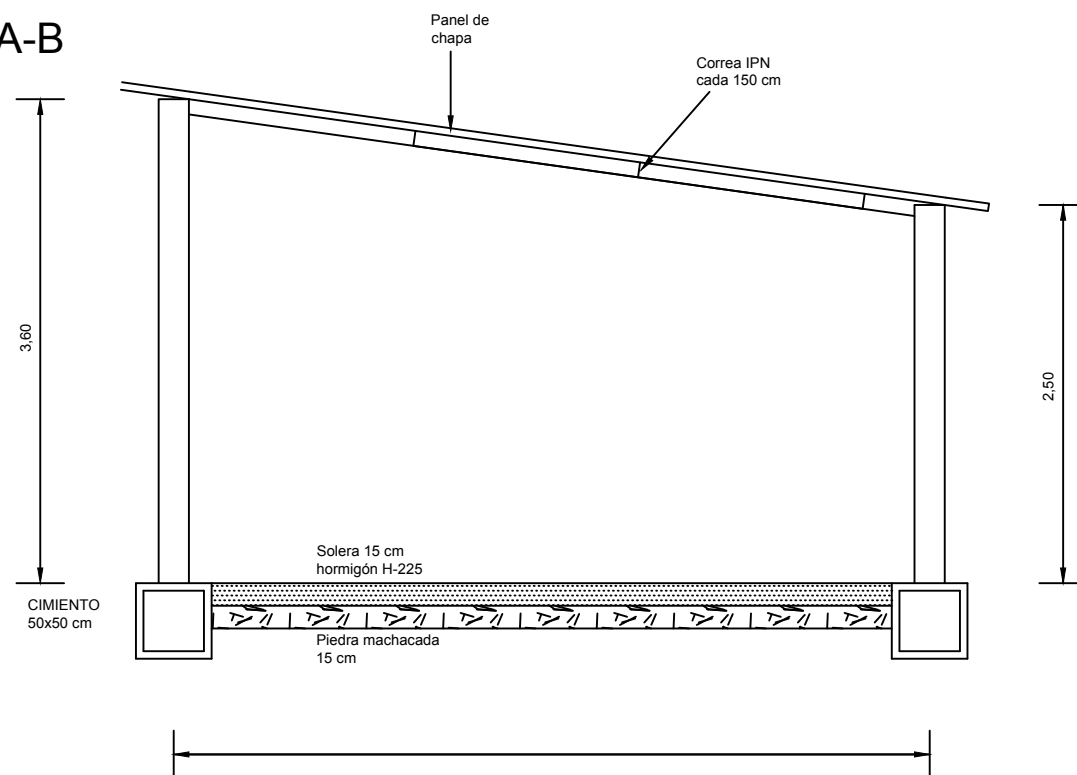


HORMIGONES DE  $f_{ck}$   
225 kp A LOS 28 DIAS

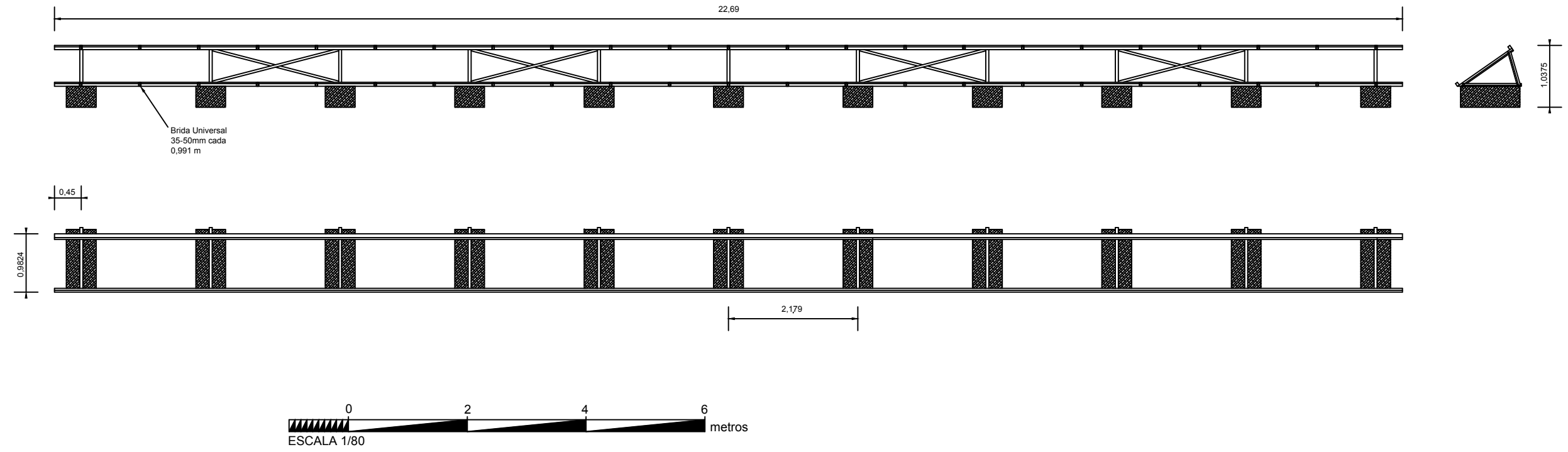
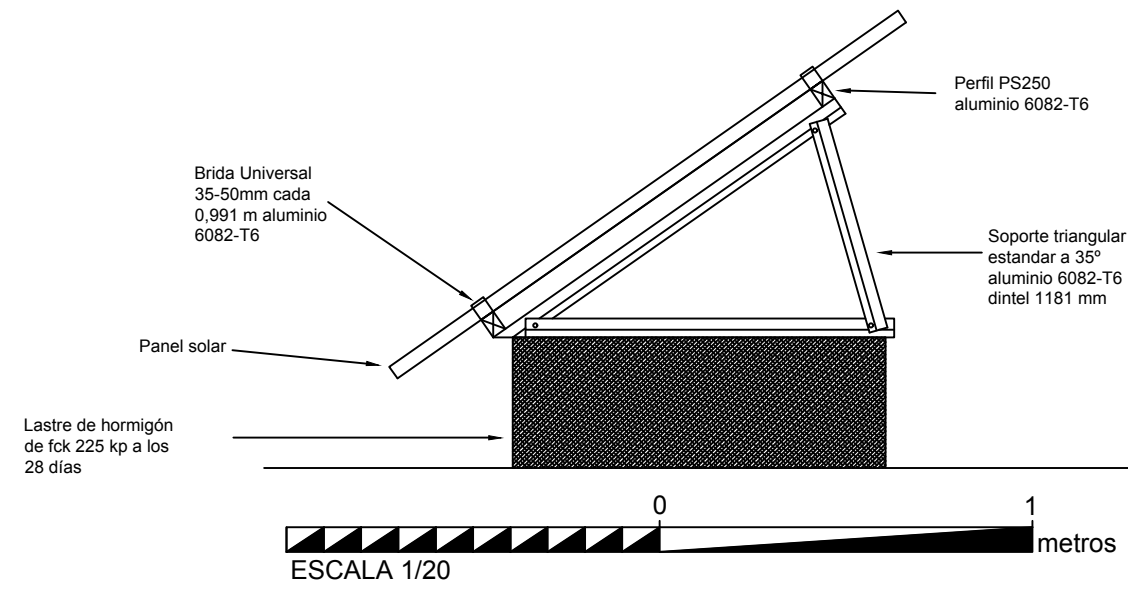
ACERO S-275-JR  
2800 kg/cm<sup>2</sup>



### SECCION A-B



Dibujado por: <b>Justo Puerto Gómez</b>		FIRMA:	<b>Plano 9 - Caseta de riego</b>
Fecha: <b>12 - 11 - 2016</b>			
Escala: <b>1/50</b>	Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de Aloe Vera y Stevia en la finca "La Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla)		Propietario: <b>José Luís Rodríguez Ramírez</b>



Dibujado por: <b>Justo Puerto Gómez</b>		FIRMA :	Plano 10. <b>Alzado, Planta y Perfil de la estructura soporte de los paneles solares</b>
Fecha: <b>15 - 12 - 2016</b>			
Escala:	Proyecto de plantación y puesta en riego con tecnología solar fotovoltaica de 10 ha de Aloe vera y Stevia en la finca la "Portuguesa" perteneciente al término municipal de Dos Hermanas (Sevilla).	Propietario:	
<b>Varias</b>		<b>José Luis Rodríguez Ramírez</b>	



-DOCUMENTO IV-

## **PRESUPUESTOS**



## ÍNDICE

---

<b>1. MEDICIONES</b>	<b>262</b>
<b>2. CUADRO DE PRECIOS Nº1</b>	<b>268</b>
<b>3. CUADRO DE PRECIOS Nº2</b>	<b>274</b>
<b>4. PRESUPUESTOS PARCIALES</b>	<b>280</b>
<b>5. RESUMEN DE PRESUPUESTO</b>	<b>290</b>



-DOCUMENTO IV-

# 1. Mediciones

## MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO 1 Sistema de Riego</b>							
<b>SUBCAPÍTULO 1.1 Movimiento de tierras</b>							
1.1.1	<b>m3 EXC. ZANJAS, TIERRAS C. BLANDA, M. MECÁNICOS, PROF. MÁX. 4 m</b> Excavación, en zanjas, de tierras de consistencia blanda, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medido el volumen en perfil natural.						
	Total cantidades alzadas						1.525,00
							1.525,00
<b>SUBCAPÍTULO 1.2 Tuberías</b>							
1.2.1	<b>m Tubería de PE de bd diámetro 12 mm con goteros integrados</b> Manguera de diámetro: 11.8 mm. y diámetro en gotero: 12 mm. con goteros integrados cada 0.5 m. con un caudal 2 l/h.						
	Total cantidades alzadas						30.485,00
							30.485,00
1.2.2	<b>m Tubería de PE de bd diámetro 12 mm con goteros integrados</b> Manguera de diámetro: 11,8 mm. y diámetro en gotero: 12 mm. con goteros integrados cada 0.4 m. con un caudal de 2 l/h.						
	Total cantidades alzadas						35.915,00
							35.915,00
1.2.3	<b>m Tubo de PVC de diámetro exterior 50 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 50 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.						
	Total cantidades alzadas						261,00
							261,00
1.2.4	<b>m Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.						
	Total cantidades alzadas						298,00
							298,00
1.2.5	<b>m Tubo de PVC de diámetro exterior 75 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 75mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.						
	Total cantidades alzadas						261,00
							261,00
1.2.6	<b>m Tubo de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.						
	Total cantidades alzadas						705,00
							705,00
<b>SUBCAPÍTULO 1.3 Unidades de riego</b>							
1.3.1	<b>u Electroválvula c/arqueta</b> Suministro e instalación de electroválvula de plástico RAIN BIRD, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal, varqueta de fibra de vidrio con tapa.						
	Total cantidades alzadas						12,00
							12,00

<b>SUBCAPÍTULO 1.4 Caseta de bombeo</b>	
<b>1.4.1</b>	<p><b>m3 HORM. HA-25/P/40/ IIa CIM. V. MANUAL</b></p> <p>Hormigón armado HA-25/P/40/ II N/mm<sup>2</sup>, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 kg/m<sup>3</sup>.), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.</p> <p>Total cantidades alzadas <span style="float: right;">5,00</span></p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: right;">5,00</p>
<b>1.4.2</b>	<p><b>m2 FÁBRICA 1 PIE LADRILLO GAFA</b></p> <p>Fabrica de un pie de espesor, con ladrillo gafa, recibido con mortero M5 (1:6), con plastificante; construida según CTE. Medida deduciendo huecos.</p> <p>Total cantidades alzadas <span style="float: right;">45,00</span></p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: right;">45,00</p>
<b>1.4.3</b>	<p><b>m2 CUB. FIBROC. G.O.+AISL. (URATHERM)</b></p> <p>Cubierta de fibrocemento sin amianto Naturvex Placa Uratherm Granonda Rústica, de URALITA, trasdosada con aislante de espuma de poliuretano rígido de 25 mm. (dens=35 kg/m<sup>3</sup>) acabado en aluminio gofrado, sobre cualquier elemento estructural (no incluido este), i/p.p. de solapes, piezas especiales de remate, perfiles tapajuntas interiores, tornillos o ganchos de fijación, juntas...etc. y costes indirectos.</p> <p>Total cantidades alzadas <span style="float: right;">25,00</span></p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: right;">25,00</p>
<b>1.4.4</b>	<p><b>m2 PUERTA BATIENTE CHAPA ROPER</b></p> <p>Puerta metálica batiente de una hoja ROPER, fabricada en chapa grecada galvanizada en sentido horizontal y pintada en cabina, con hoja, marco y cerradura de máxima seguridad, alojada en carcasa de P.V.C. ignífugo y anclaje, i/herrajes de colgar y seguridad.</p> <p>Total cantidades alzadas <span style="float: right;">2,00</span></p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: right;">2,00</p>
<b>1.4.5</b>	<p><b>m2 RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA</b></p> <p>Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.</p> <p>Total cantidades alzadas <span style="float: right;">36,00</span></p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: right;">36,00</p>
<b>1.4.6</b>	<p><b>m2 COMPACTACIÓN DE TIERRAS</b></p> <p>Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm., en una tongada de hasta 30 cm. de espesor máximo, i/regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.</p> <p>Total cantidades alzadas <span style="float: right;">36,00</span></p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: right;">36,00</p>
<b>1.4.7</b>	<p><b>m2 PINTURA AL POLIURETANO</b></p> <p>Pintura al poliuretano de dos componentes en color verde, aplicado con rodillo sobre solera de hormigón preparada, con dos manos de imprimación.</p> <p>Total cantidades alzadas <span style="float: right;">25,00</span></p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: right;">25,00</p>
<b>1.4.8</b>	<p><b>m2 PINTURA PLÁSTICA BLANCA</b></p> <p>Pintura plástica lisa blanca PROCOLOR TUMBO PLUS o similar en paramentos verticales y horizontales, lavable dos manos, i/lijado y emplastecido.</p> <p>Total cantidades alzadas <span style="float: right;">100,00</span></p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: right;">100,00</p>

## MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>SUBCAPÍTULO 1.5 Equipo de riego</b>							
1.5.1	<b>u Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal</b> Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars.						
	Total cantidades alzadas						3,00
							3,00
1.5.2	<b>u Manómetro vertical de 2,5 a 60 bares</b> Total cantidades alzadas						3,00
							3,00
1.5.3	<b>u Válvula reductora de presión, de diámetro nominal de vál</b> Válvula reductora de presión, de diámetro nominal de válvula 2", construida en latón y salida de presión ajustable según la relación 1:10. Apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 atm.						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
1.5.4	<b>u Filtro de malla de 120, de efecto ciclónico</b> Filtro de malla de 120, de efecto ciclónico que acumula la suciedad en el recipiente inferior. Posibilidad de incorporar una purga automática. Fabricación metálica, en hierro con recubrimiento en pintura epoxi, mallas de filtrado de acero inoxidable. Apto para trabajar hasta presiones de 8 atm. Conexiones por rosca de diámetro 2".						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
1.5.5	<b>u Tanque de fertilización fabricado en poliéster</b> Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 1000l						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
1.5.6	<b>u Filtro de arena, de diámetro 20", vertical metálico</b> Filtro de arena, de diámetro 20", vertical, metálico con recubrimiento de poliéster. Conexiones de entrada y salida por bridas de 2" de diámetro. Caudal de filtrado entre 5 y 16 m3/h. Filtración por brazos telescópicos. Apto para trabajar hasta presiones de 8 atm. Con posibilidad de contralavado						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
1.5.7	<b>u Controlador para arranque de bomba (PSK2-9)</b> Controlador para bombas solares. Soporte suministro eléctrico híbrido (solar/red/generador). Entradas para contadores de agua, sensores de presión, interruptores digitales. Aplicaciones integradas de presión constante, caudal constante y cantidad diaria. Potencia max. 10kw. Tensión max. 850V.						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
1.5.8	<b>u Bomba solar sumergible C-SJ30-7</b> Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
1.5.9	<b>u Programador electrónico</b> Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00



## MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO 2 Plantación</b>							
<b>SUBCAPÍTULO 2.1 Preparación del terreno</b>							
2.1.1	<b>ha Pase de grada de discos</b>						
	Total cantidades alzadas						9,98
							9,98
2.1.2	<b>km Replanteo lineal 50m</b>						
	Replanteo de obras lineales tomando una distancia entre puntos de replanteo de 50 m, incluyendo nivelación trigonométrica.						
	Total cantidades alzadas						2,00
							2,00
2.1.3	<b>ha Asurcado</b>						
	Asurcado, conformación del terreno en caballones o surcos para facilitar las labores de cultivo, el riego y la recolección, con asurcador de 1 punzón y tractor de 100CV.						
	Total cantidades alzadas						9,98
							9,98
<b>SUBCAPÍTULO 2.2 Cultivos</b>							
2.2.1	<b>u Plantación hijuelo aloe vera</b>						
	Hijuelo de aloe vera, de entre 20-40 cm, certificado como ecológico. Plantación mediante métodos manuales.						
	Total cantidades alzadas						90.100,00
							90.100,00
2.2.2	<b>u Plantación plantón stevia</b>						
	Plantón de stevia 10-20 cm con certificación ecológica. Plantación mediante métodos manuales.						
	Total cantidades alzadas						349.140,00
							349.140,00
2.2.3	<b>ha Colocación malla plástica geotextil</b>						
	Total cantidades alzadas						9,80
							9,80

## MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO 3 Electrificación</b>							
<b>SUBCAPÍTULO 3.1 Estructura soporte</b>							
3.1.1	<b>u Estructura aluminio prefabricada</b>						
	Total cantidades alzadas						2,00
							2,00
1.4.1	<b>m3 HORM. HA-25/P/40/ Ila CIM. V. MANUAL</b>						
	Hormigón armado HA-25/P/40/ II N/mm <sup>2</sup> , con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 kg/m <sup>3</sup> .), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.						
	Total cantidades alzadas						3,85
							3,85
<b>SUBCAPÍTULO 3.2 Instalación Eléctrica</b>							
3.2.1	<b>u Módulo fotovoltaico</b>						
	Módulo fotovoltaico REC265LE de potencia pico 265W.						
	Total cantidades alzadas						44,00
							44,00
3.2.2	<b>u Sonda</b>						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
3.2.3	<b>u Protector contro sobretensiones</b>						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
3.2.4	<b>u PV Disconnect 100-40-5</b>						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
3.2.5	<b>m Cable motor monofásico</b>						
	Total cantidades alzadas						60,00
							60,00
3.2.6	<b>m Cable motor trifásico</b>						
	Total cantidades alzadas						20,00
							20,00
3.2.7	<b>u Equipo Instalador</b>						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
<b>CAPÍTULO 4 Maquinaria</b>							
4.1.	<b>u Motodesbrozadora de mano</b>						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00
4.2	<b>Remolque Vasculante</b>						
	Total cantidades alzadas						1,00
							1,00

-DOCUMENTO IV-

## **2. Cuadro de Precios nº1**



**CUADRO DE PRECIOS 1**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO 1 Sistema de Riego</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 1.1 Movimiento de tierras</b>			
1.1.1	m3	<b>EXC. ZANJAS, TIERRAS C. BLANDA, M. MECÁNICOS, PROF. MÁX. 4 m</b> Excavación, en zanjas, de tierras de consistencia blanda, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medido el volumen en perfil natural.	3,58
TRES EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
<b>SUBCAPÍTULO 1.2 Tuberías</b>			
1.2.1	m	<b>Tubería de PE de bd diámetro 12 mm con goteros integrados</b> Manguera de diámetro: 11,8 mm. y diámetro en gotero: 12 mm. con goteros integrados cada 0,5 m. con un caudal 2 l/h.	0,23
CERO EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS			
1.2.2	m	<b>Tubería de PE de bd diámetro 12 mm con goteros integrados</b> Manguera de diámetro: 11,8 mm. y diámetro en gotero: 12 mm. con goteros integrados cada 0,4 m. con un caudal de 2 l/h.	0,27
CERO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS			
1.2.3	m	<b>Tubo de PVC de diámetro exterior 50 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 50 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por enco-lado.	1,29
UN EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS			
1.2.4	m	<b>Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por enco-lado.	1,74
UN EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
1.2.5	m	<b>Tubo de PVC de diámetro exterior 75 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 75mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por enco-lado.	2,36
DOS EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS			
1.2.6	m	<b>Tubo de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por enco-lado.	3,46
TRES EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
<b>SUBCAPÍTULO 1.3 Unidades de riego</b>			
1.3.1	u	<b>Electroválvula c/arqueta</b> Suministro e instalación de electroválvula de plástico RAIN BIRD, con apertura manual por sole-noide, regulador de caudal, i/arqueta de fibra de vidrio con tapa.	48,99
CUARENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
<b>SUBCAPÍTULO 1.4 Caseta de bombeo</b>			
1.4.1	m3	<b>HORM. HA-25/P/40/ IIa CIM. V. MANUAL</b> Hormigón armado HA-25/P/40/ II N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas nostras, incluso armadura B-400 S (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.	174,77
CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
1.4.2	m2	<b>FÁBRICA 1 PIE LADRILLO GAFA</b> Fabrica de un pie de espesor, con ladrillo gafa, recibido con mortero M5 (1:6), con plastificante; construida según CTE. Medida deduciendo huecos.	32,73
TREINTA Y DOS EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS			
1.4.3	m2	<b>CUB. FIBROC. G.O.+AISL. (URATHERM)</b> Cubierta de fibrocemento sin amianto Naturvex Placa Uratherm Granonda Rústica, de URALI-TA, trasdosada con aislante de espuma de poliuretano rígido de 25 mm. (dens=35 kg/m3) acaba-do en aluminio gofrado, sobre cualquier elemento estructural (no incluido este), i/p.p. de solapes, piezas especiales de remate, perfiles tapajuntas interiores, tornillos o ganchos de fijación, jun-tas...etc. y costes indirectos.	43,45
CUARENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS			

**CUADRO DE PRECIOS 1**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
1.4.4	m2	<b>PUERTA BATIENTE CHAPA ROPER</b> Puerta metálica batiente de una hoja ROPER, fabricada en chapa grecada galvanizada en sentido horizontal y pintada en cabina, con hoja, marco y cerradura de máxima seguridad, alojada en carcasa de P.V.C. ignífugo y anclaje, i/herrajes de colgar y seguridad.	52,42
		CINCUENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	
1.4.5	m2	<b>RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA</b> Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	1,50
		UN EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
1.4.6	m2	<b>COMPACTACIÓN DE TIERRAS</b> Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm., en una tongada de hasta 30 cm. de espesor máximo, i/regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.	1,71
		UN EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
1.4.7	m2	<b>PINTURA AL POLIURETANO</b> Pintura al poliuretano de dos componentes en color verde, aplicado con rodillo sobre solera de hormigón preparada, con dos manos de imprimación.	8,30
		OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
1.4.8	m2	<b>PINTURA PLÁSTICA BLANCA</b> Pintura plástica lisa blanca PROCOLOR TUMBO PLUS o similar en paramentos verticales y horizontales, lavable dos manos, i/lijado y emplastecido.	5,06
		CINCO EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
<b>SUBCAPÍTULO 1.5 Equipo de riego</b>			
1.5.1	u	<b>Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal</b> Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars.	105,13
		CIENTO CINCO EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
1.5.2	u	<b>Manómetro vertical de 2,5 a 60 bares</b>	11,71
		ONCE EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
1.5.3	u	<b>Válvula reductora de presión, de diámetro nominal de vál</b> Válvula reductora de presión, de diámetro nominal de válvula 2", construida en latón y salida de presión ajustable según la relación 1:10. Apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 atm.	161,32
		CIENTO SESENTA Y UN EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
1.5.4	u	<b>Filtro de malla de 120, de efecto ciclónico</b> Filtro de malla de 120, de efecto ciclónico que acumula la suciedad en el recipiente inferior. Posibilidad de incorporar una purga automática. Fabricación metálica, en hierro con recubrimiento en pintura epoxi, mallas de filtrado de acero inoxidable. Apto para trabajar hasta presiones de 8 atm. Conexiones por rosca de diámetro 2".	252,96
		DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
1.5.5	u	<b>Tanque de fertilización fabricado en poliéster</b> Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 1000l	373,50
		TRESCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
1.5.6	u	<b>Filtro de arena, de diámetro 20", vertical metálico</b> Filtro de arena, de diámetro 20", vertical, metálico con recubrimiento de poliéster. Conexiones de entrada y salida por bridas de 2" de diámetro. Caudal de filtrado entre 5 y 16 m3/h. Filtración por brazos telescópicos. Apto para trabajar hasta presiones de 8 atm. Con posibilidad de contralavado	596,42
		QUINIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	
1.5.7	u	<b>Controlador para arranque de bomba (PSK2-9)</b> Controlador para bombas solares. Soporte suministro eléctrico híbrido (solar/red/generador). Entradas para contadores de agua, sensores de presión, interruptores digitales. Aplicaciones integradas de presión constante, caudal constante y cantidad diaria. Potencia max. 10kw. Tensión max. 850V.	2.667,00
		DOS MIL SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS	
1.5.8	u	<b>Bomba solar sumergible C-SJ30-7</b>	1.067,00
		MIL SESENTA Y SIETE EUROS	

**CUADRO DE PRECIOS 1**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
1.5.9	u	<b>Programador electrónico</b> Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	167,24
		CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
<b>CAPÍTULO 2 Plantación</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 2.1 Preparación del terreno</b>			
2.1.1	ha	<b>Pase de grada de discos</b>	7,79
		SIETE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
2.1.2	km	<b>Replanteo lineal 50m</b> Replanteo de obras lineales tomando una distancia entre puntos de replanteo de 50 m, incluyendo nivelación trigonométrica.	73,00
		SETENTA Y TRES EUROS	
2.1.3	ha	<b>Asurcado</b> Asurcado, conformación del terreno en caballones o surcos para facilitar las labores de cultivo, el riego y la recolección, con asurcador de 1 punzón y tractor de 100CV.	62,28
		SESENTA Y DOS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	
<b>SUBCAPÍTULO 2.2 Cultivos</b>			
2.2.1	u	<b>Plantación hijuelo aloe vera</b> Hijuelo de aloe vera, de entre 20-40 cm, certificado como ecológico. Plantación mediante métodos manuales.	0,28
		CERO EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	
2.2.2	u	<b>Plantación plantón stevia</b> Plantón de stevia 10-20 cm con certificación ecológica. Plantación mediante métodos manuales.	0,25
		CERO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
2.2.3	ha	<b>Colocación malla plástica geotextil</b>	7.967,59
		SIETE MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
<b>CAPÍTULO 3 Electrificación</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 3.1 Estructura soporte</b>			
3.1.1	u	<b>Estructura aluminio prefabricada</b>	1.338,61
		MIL TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	
1.4.1	m3	<b>HORM. HA-25/P/40/ IIa CIM. V. MANUAL</b> Hormigón armado HA-25/P/40/ II N/mm <sup>2</sup> , con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 kg/m <sup>3</sup> ), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.	174,77
		CIENTO SETENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
<b>SUBCAPÍTULO 3.2 Instalación Eléctrica</b>			
3.2.1	u	<b>Módulo fotovoltaico</b> Módulo fotovoltaico REC265LE de potencia pico 265W.	127,00
		CIENTO VEINTISIETE EUROS	
3.2.2	u	<b>Sonda</b>	37,40
		TREINTA Y SIETE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
3.2.3	u	<b>Protector contro sobretensiones</b>	192,50
		CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
3.2.4	u	<b>PV Disconnect 100-40-5</b>	244,75
		DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
3.2.5	m	<b>Cable motor monofásico</b>	0,17
		CERO EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	
3.2.6	m	<b>Cable motor trifásico</b>	0,62
		CERO EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS	
3.2.7	u	<b>Equipo Instalador</b>	375,74
		TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO 4 Maquinaria</b>			
4.1.	u	Motodesbrozadora de mano	750,00
		SETECIENTOS CINCUENTA EUROS	
4.2		Remolque Vasculante	4.000,00
		CUATRO MIL EUROS	



-DOCUMENTO IV-

## **3. Cuadro de Precios nº2**



**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO 1 Sistema de Riego</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 1.1 Movimiento de tierras</b>			
1.1.1	m3	<b>EXC. ZANJAS, TIERRAS C. BLANDA, M. MECÁNICOS, PROF. MÁX. 4 m</b> Excavación, en zanjas, de tierras de consistencia blanda, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medido el volumen en perfil natural.	
		Mano de obra.....	1,83
		Maquinaria.....	1,75
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3,58</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1.2 Tuberías</b>			
1.2.1	m	<b>Tubería de PE de bd diámetro 12 mm con goteros integrados</b> Manguera de diámetro: 11,8 mm. y diámetro en gotero: 12 mm. con goteros integrados cada 0,5 m. con un caudal 2 l/h.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>0,23</b>
1.2.2	m	<b>Tubería de PE de bd diámetro 12 mm con goteros integrados</b> Manguera de diámetro: 11,8 mm. y diámetro en gotero: 12 mm. con goteros integrados cada 0,4 m. con un caudal de 2 l/h.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>0,27</b>
1.2.3	m	<b>Tubo de PVC de diámetro exterior 50 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 50 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1,29</b>
1.2.4	m	<b>Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1,74</b>
1.2.5	m	<b>Tubo de PVC de diámetro exterior 75 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 75mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>2,36</b>
1.2.6	m	<b>Tubo de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3,46</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1.3 Unidades de riego</b>			
1.3.1	u	<b>Electroválvula clarqueta</b> Suministro e instalación de electroválvula de plástico RAIN BIRD, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal, clarqueta de fibra de vidrio con tapa.	
		Mano de obra.....	16,49
		Resto de obra y materiales.....	32,50
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>48,99</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1.4 Caseta de bombeo</b>			
1.4.1	m3	<b>HORM. HA-25/P/40/ IIa CIM. V. MANUAL</b> Hormigón armado HA-25/P/40/ II N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.	
		Resto de obra y materiales.....	174,77
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>174,77</b>
1.4.2	m2	<b>FÁBRICA 1 PIE LADRILLO GAFA</b> Fabrica de un pie de espesor, con ladrillo gafa, recibido con mortero M5 (1:6), con plastificante; construida según CTE. Medida deduciendo huecos.	
		Mano de obra.....	20,56
		Resto de obra y materiales.....	12,17
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>32,73</b>
1.4.3	m2	<b>CUB. FIBROC. G.O.+AISL. (URATHERM)</b> Cubierta de fibrocemento sin amianto Naturvex Placa Uratherm Granonda Rústica, de URALITA, trasdosada con aislante de espuma de poliuretano rígido de 25 mm. (dens=35 kg/m3) acabado en aluminio gofrado, sobre cualquier elemento estructural (no incluido este), i/p.p. de solapes, piezas especiales de remate, perfiles tapajuntas interiores, tornillos o ganchos de fijación, juntas...etc. y costes indirectos.	
		Mano de obra.....	4,14
		Resto de obra y materiales.....	39,31
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>43,45</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
1.4.4	m2	<b>PUERTA BATIENTE CHAPA ROPER</b> Puerta metálica batiente de una hoja ROPER, fabricada en chapa grecada galvanizada en sentido horizontal y pintada en cabina, con hoja, marco y cerradura de máxima seguridad, alojada en carcasa de P.V.C. ignífugo y anclaje, i/herrajes de colgar y seguridad.	
		Mano de obra.....	4,46
		Resto de obra y materiales.....	47,96
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>52,42</b>
1.4.5	m2	<b>RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA</b> Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.	
		Maquinaria.....	1,45
		Resto de obra y materiales.....	0,05
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1,50</b>
1.4.6	m2	<b>COMPACTACIÓN DE TIERRAS</b> Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm., en una tongada de hasta 30 cm. de espesor máximo, i/riego de las mismas y p.p. de costes indirectos.	
		Mano de obra.....	0,24
		Maquinaria.....	0,99
		Resto de obra y materiales.....	0,48
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1,71</b>
1.4.7	m2	<b>PINTURA AL POLIURETANO</b> Pintura al poliuretano de dos componentes en color verde, aplicado con rodillo sobre solera de hormigón preparada, con dos manos de imprimación.	
		Mano de obra.....	2,88
		Resto de obra y materiales.....	5,42
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>8,30</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1.5 Equipo de riego</b>			
1.5.1	u	<b>Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal</b> Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>105,13</b>
1.5.2	u	<b>Manómetro vertical de 2,5 a 60 bares</b>	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>11,71</b>
1.5.3	u	<b>Válvula reductora de presión, de diámetro nominal de vál</b> Válvula reductora de presión, de diámetro nominal de válvula 2", construida en latón y salida de presión ajustable según la relación 1:10. Apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 atm.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>161,32</b>
1.5.4	u	<b>Filtro de malla de 120, de efecto ciclónico</b> Filtro de malla de 120, de efecto ciclónico que acumula la suciedad en el recipiente inferior. Posibilidad de incorporar una purga automática. Fabricación metálica, en hierro con recubrimiento en pintura epoxi, mallas de filtrado de acero inoxidable. Apto para trabajar hasta presiones de 8 atm. Conexiones por rosca de diámetro 2".	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>252,96</b>
1.5.5	u	<b>Tanque de fertilización fabricado en poliéster</b> Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 1000l	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>373,50</b>
1.5.6	u	<b>Filtro de arena, de diámetro 20", vertical metálico</b> Filtro de arena, de diámetro 20", vertical, metálico con recubrimiento de poliéster. Conexiones de entrada y salida por bridas de 2" de diámetro. Caudal de filtrado entre 5 y 16 m3/h. Filtración por brazos telescópicos. Apto para trabajar hasta presiones de 8 atm. Con posibilidad de contralavado	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>596,42</b>
1.5.7	u	<b>Controlador para arranque de bomba (PSK2-9)</b> Controlador para bombas solares. Soporte suministro eléctrico híbrido (solar/red/generador). Entradas para contadores de agua, sensores de presión, interruptores digitales. Aplicaciones integradas de presión constante, caudal constante y cantidad diaria. Potencia max. 10kw. Tensión max. 850V.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>2.667,00</b>
1.5.8	u	<b>Bomba solar sumergible C-SJ30-7</b>	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1.067,00</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
1.5.9	u	<b>Programador electrónico</b> Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>167,24</b>
<b>CAPÍTULO 2 Plantación</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 2.1 Preparación del terreno</b>			
2.1.1	ha	<b>Pase de grada de discos</b>	
		Mano de obra.....	6,42
		Maquinaria.....	1,18
		Resto de obra y materiales.....	0,19
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>7,79</b>
2.1.2	km	<b>Replanteo lineal 50m</b> Replanteo de obras lineales tomando una distancia entre puntos de replanteo de 50 m, incluyendo nivelación trigonométrica.	
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>73,00</b>
2.1.3	ha	<b>Asurcado</b> Asurcado, conformación del terreno en caballones o surcos para facilitar las labores de cultivo, el riego y la recolección, con asurcador de 1 punzón y tractor de 100CV.	
		Maquinaria.....	62,28
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>62,28</b>
<b>SUBCAPÍTULO 2.2 Cultivos</b>			
2.2.1	u	<b>Plantación hijuelo aloe vera</b> Hijuelo de aloe vera, de entre 20-40 cm, certificado como ecológico. Plantación mediante métodos manuales.	
		Mano de obra.....	0,12
		Resto de obra y materiales.....	0,16
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>0,28</b>
2.2.2	u	<b>Plantación plantón stevia</b> Plantón de stevia 10-20 cm con certificación ecológica. Plantación mediante métodos manuales.	
		Mano de obra.....	0,12
		Resto de obra y materiales.....	0,13
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>0,25</b>
2.2.3	ha	<b>Colocación malla plástica geotextil</b>	
		Mano de obra.....	18,00
		Maquinaria.....	12,09
		Resto de obra y materiales.....	7.937,50
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>7.967,59</b>
<b>CAPÍTULO 3 Electrificación</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 3.1 Estructura soporte</b>			
3.1.1	u	<b>Estructura aluminio prefabricada</b>	
		Mano de obra.....	73,12
		Resto de obra y materiales.....	1.265,49
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1.338,61</b>
1.4.1	m3	<b>HORM. HA-25/P/40/ Ila CIM. V. MANUAL</b> Hormigón armado HA-25/P/40/ II N/mm <sup>2</sup> , con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 kg/m <sup>3</sup> ), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.	
		Resto de obra y materiales.....	174,77
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>174,77</b>

**CUADRO DE PRECIOS 2**

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>SUBCAPÍTULO 3.2 Instalación Eléctrica</b>			
3.2.1	u	Módulo fotovoltaico Módulo fotovoltaico REC285LE de potencia pico 265W.	
		TOTAL PARTIDA.....	127,00
3.2.2	u	Sonda	
		TOTAL PARTIDA.....	37,40
3.2.3	u	Protector contro sobretensiones	
		TOTAL PARTIDA.....	192,50
3.2.4	u	PV Disconnect 100-40-5	
		TOTAL PARTIDA.....	244,75
3.2.5	m	Cable motor monofásico	
		TOTAL PARTIDA.....	0,17
3.2.6	m	Cable motor trifásico	
		TOTAL PARTIDA.....	0,62
3.2.7	u	Equipo Instalador	
		Mano de obra.....	364,80
		Resto de obra y materiales.....	10,94
		TOTAL PARTIDA.....	375,74
<b>CAPÍTULO 4 Maquinaria</b>			
4.1.	u	Motodesbrozadora de mano	
		TOTAL PARTIDA.....	750,00
4.2		Remolque Vasculante	
		TOTAL PARTIDA.....	4.000,00

-DOCUMENTO IV-

## **4. Presupuestos Parciales**





**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 1 Sistema de Riego</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 1.1 Movimiento de tierras</b>									
1.1.1	<b>m3 EXC. ZANJAS, TIERRAS C. BLANDA, M. MECÁNICOS, PROF. MÁX. 4 m</b> Excavación, en zanjas, de tierras de consistencia blanda, realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medido el volumen en perfil natural.								
	Total cantidades alzadas						1.525,00		
							1.525,00	3,58	5.459,50
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 Movimiento de tierras.....</b>								<b>5.459,50</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1.2 Tuberías</b>									
1.2.1	<b>m Tubería de PE de bd diámetro 12 mm con goteros integrados</b> Manguera de diámetro: 11,8 mm. y diámetro en gotero: 12 mm. con goteros integrados cada 0.5 m. con un caudal de 2 l/h.								
	Total cantidades alzadas						30.485,00		
							30.485,00	0,23	7.011,55
1.2.2	<b>m Tubería de PE de bd diámetro 12 mm con goteros integrados</b> Manguera de diámetro: 11,8 mm. y diámetro en gotero: 12 mm. con goteros integrados cada 0.4 m. con un caudal de 2 l/h.								
	Total cantidades alzadas						35.915,00		
							35.915,00	0,27	9.697,05
1.2.3	<b>m Tubo de PVC de diámetro exterior 50 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 50 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.								
	Total cantidades alzadas						261,00		
							261,00	1,29	336,69
1.2.4	<b>m Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 63 mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.								
	Total cantidades alzadas						298,00		
							298,00	1,74	518,52
1.2.5	<b>m Tubo de PVC de diámetro exterior 75 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 75mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.								
	Total cantidades alzadas						261,00		
							261,00	2,36	615,96
1.2.6	<b>m Tubo de PVC de diámetro exterior 90 mm, 6 atm</b> Tubo de PVC de diámetro exterior 90mm, para una presión de trabajo de 6 atm, unión por encolado.								
	Total cantidades alzadas						705,00		
							705,00	3,46	2.439,30
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 Tuberías .....</b>								<b>20.619,07</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1.3 Unidades de riego</b>									
1.3.1	<b>u Electroválvula c/arqueta</b> Suministro e instalación de electroválvula de plástico RAIN BIRD, con apertura manual por solenoide, regulador de caudal, varqueta de fibra de vidrio con tapa.								
	Total cantidades alzadas						12,00		
							12,00	48,99	587,88
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 Unidades de riego .....</b>								<b>587,88</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 1.4 Caseta de bombeo</b>									
1.4.1	<b>m3 HORM. HA-25/P/40/ IIa CIM. V. MANUAL</b> Hormigón armado HA-25/P/40/ II N/mm <sup>2</sup> , con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 kg/m <sup>3</sup> ), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.								
	Total cantidades alzadas						5,00		
							5,00	174,77	873,85
1.4.2	<b>m2 FÁBRICA 1 PIE LADRILLO GAFA</b> Fabrica de un pie de espesor, con ladrillo gafa, recibido con mortero M5 (1:6), con plastificante; construida según CTE. Medida deduciendo huecos.								
	Total cantidades alzadas						45,00		
							45,00	32,73	1.472,85
1.4.3	<b>m2 CUB. FIBROC. G.O.+AISL. (URATHERM)</b> Cubierta de fibrocemento sin amianto Naturvex Placa Uratherm Granonda Rústica, de URALITA, trasdosada con aislante de espuma de poliuretano rígido de 25 mm. (dens=35 kg/m <sup>3</sup> ) acabado en aluminio gofrado, sobre cualquier elemento estructural (no incluido este), i/p.p. de solapes, piezas especiales de remate, perfiles tapajuntas interiores, tornillos o ganchos de fijación, juntas...etc. y costes indirectos.								
	Total cantidades alzadas						25,00		
							25,00	43,45	1.086,25
1.4.4	<b>m2 PUERTA BATIENTE CHAPA ROPER</b> Puerta metálica batiente de una hoja ROPER, fabricada en chapa grecada galvanizada en sentido horizontal y pintada en cabina, con hoja, marco y cerradura de máxima seguridad, alojada en carcasa de P.V.C. ignífugo y anclaje, i/herrajes de colgar y seguridad.								
	Total cantidades alzadas						2,00		
							2,00	52,42	104,84
1.4.5	<b>m2 RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA</b> Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.								
	Total cantidades alzadas						36,00		
							36,00	1,50	54,00
1.4.4	<b>m2 PUERTA BATIENTE CHAPA ROPER</b> Puerta metálica batiente de una hoja ROPER, fabricada en chapa grecada galvanizada en sentido horizontal y pintada en cabina, con hoja, marco y cerradura de máxima seguridad, alojada en carcasa de P.V.C. ignífugo y anclaje, i/herrajes de colgar y seguridad.								
	Total cantidades alzadas						2,00		
							2,00	52,42	104,84
1.4.5	<b>m2 RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA</b> Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.								
	Total cantidades alzadas						36,00		
							36,00	1,50	54,00
1.4.6	<b>m2 COMPACTACIÓN DE TIERRAS</b> Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm., en una tongada de hasta 30 cm. de espesor máximo, i/regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.								
	Total cantidades alzadas						36,00		
							36,00	1,71	61,56
1.4.7	<b>m2 PINTURA AL POLIURETANO</b> Pintura al poliuretano de dos componentes en color verde, aplicado con rodillo sobre solera de hormigón preparada, con dos manos de imprimación.								
	Total cantidades alzadas						25,00		
							25,00	8,30	207,50

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.4.8	<b>m2 PINTURA PLÁSTICA BLANCA</b> Pintura plástica lisa blanca PROCOLOR TUMBO PLUS o similar en paramentos verticales y horizontales, lavable dos manos, lijado y emplastecido.								
	Total cantidades alzadas						100,00		
							100,00	5,06	506,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.4 Caseta de bombeo.....</b>									<b>4.366,85</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1.5 Equipo de riego</b>									
1.5.1	<b>u Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal</b> Válvula de esfera de 90 mm de diámetro nominal de válvula para unión por encolado, construida en PVC con asientos de TEFLON, juntas tóricas de EPDM y esfera mecanizada, apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 bars.								
	Total cantidades alzadas						3,00		
							3,00	105,13	315,39
1.5.2	<b>u Manómetro vertical de 2,5 a 60 bares</b>								
	Total cantidades alzadas						3,00		
							3,00	11,71	35,13
1.5.3	<b>u Válvula reductora de presión, de diámetro nominal de vál</b> Válvula reductora de presión, de diámetro nominal de válvula 2", construida en latón y salida de presión ajustable según la relación 1:10. Apta para trabajar hasta presiones nominales de 16 atm.								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	161,32	161,32
1.5.4	<b>u Filtro de malla de 120, de efecto ciclónico</b> Filtro de malla de 120, de efecto ciclónico que acumula la suciedad en el recipiente inferior. Posibilidad de incorporar una purga automática. Fabricación metálica, en hierro con recubrimiento en pintura epoxi, mallas de filtrado de acero inoxidable. Apto para trabajar hasta presiones de 8 atm. Conexiones por rosca de diámetro 2".								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	252,96	252,96
1.5.5	<b>u Tanque de fertilización fabricado en poliéster</b> Tanque de fertilización fabricado en poliéster, capacidad de 1000l								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	373,50	373,50
1.5.6	<b>u Filtro de arena, de diámetro 20", vertical metálico</b> Filtro de arena, de diámetro 20", vertical, metálico con recubrimiento de poliéster. Conexiones de entrada y salida por bridas de 2" de diámetro. Caudal de filtrado entre 5 y 16 m3/h. Filtración por brazos telescópicos. Apto para trabajar hasta presiones de 8 atm. Con posibilidad de contralavado								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	596,42	596,42
1.5.7	<b>u Controlador para arranque de bomba (PSK2-9)</b> Controlador para bombas solares. Soporte suministro eléctrico híbrido (solar/red/generador). Entradas para contadores de agua, sensores de presión, interruptores digitales. Aplicaciones integradas de presión constante, caudal constante y cantidad diaria. Potencia max. 10kw. Tensión max. 850V.								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	2.667,00	2.667,00
1.5.8	<b>u Bomba solar sumergible C-SJ30-7</b>								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	1.067,00	1.067,00

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.5.9	<b>u Programador electrónico</b> Suministro e instalación de programador electrónico TORO o RAIN DIRD de 4 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	167,24	167,24
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.5 Equipo de riego.....</b>								<b>5.635,96</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 1 Sistema de Riego.....</b>								<b>36.669,26</b>
<b>CAPÍTULO 2 Plantación</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 2.1 Preparación del terreno</b>									
2.1.1	<b>ha Pase de grada de discos</b> Total cantidades alzadas						9,98		
							9,98	7,79	77,74
2.1.2	<b>km Replanteo lineal 50m</b> Replanteo de obras lineales tomando una distancia entre puntos de replanteo de 50 m, incluyendo nivelación trigonométrica.								
	Total cantidades alzadas						2,00		
							2,00	73,00	146,00
2.1.3	<b>ha Asurcado</b> Asurcado, conformación del terreno en caballones o surcos para facilitar las labores de cultivo, el riego y la recolección, con asurcador de 1 punzón y tractor de 100CV.								
	Total cantidades alzadas						9,98		
							9,98	62,28	621,55
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.1 Preparación del terreno .....</b>								<b>845,29</b>
<b>SUBCAPÍTULO 2.2 Cultivos</b>									
2.2.1	<b>u Plantación hijuelo aloe vera</b> Hijuelo de aloe vera, de entre 20-40 cm, certificado como ecológico. Plantación mediante métodos manuales.								
	Total cantidades alzadas						90.100,00		
							90.100,00	0,28	25.228,00
2.2.2	<b>u Plantación plantón stevia</b> Plantón de stevia 10-20 cm con certificación ecológica. Plantación mediante métodos manuales.								
	Total cantidades alzadas						349.140,00		
							349.140,00	0,25	87.285,00
2.2.3	<b>ha Colocación malla plástica geotextil</b> Total cantidades alzadas						9,80		
							9,80	7.967,59	78.082,38
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.2 Cultivos.....</b>								<b>190.595,38</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 2 Plantación.....</b>								<b>191.440,67</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 3 Electrificación</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 3.1 Estructura soporte</b>									
3.1.1	<b>u Estructura aluminio prefabricada</b>								
	Total cantidades alzadas						2,00		
							2,00	1.338,61	2.677,22
1.4.1	<b>m3 HORM. HA-25/P/40/ IIa CIM. V. MANUAL</b>								
	Hormigón armado HA-25/P/40/ II N/mm <sup>2</sup> , con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 kg/m <sup>3</sup> ), vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE.								
	Total cantidades alzadas						3,85		
							3,85	174,77	672,86
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 3.1 Estructura soporte .....</b>								<b>3.350,08</b>
<b>SUBCAPÍTULO 3.2 Instalación Eléctrica</b>									
3.2.1	<b>u Módulo fotovoltaico</b>								
	Módulo fotovoltaico REC265LE de potencia pico 265W.								
	Total cantidades alzadas						44,00		
							44,00	127,00	5.588,00
3.2.2	<b>u Sonda</b>								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	37,40	37,40
3.2.3	<b>u Protector contro sobretensiones</b>								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	192,50	192,50
3.2.4	<b>u PV Disconnect 100-40-5</b>								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	244,75	244,75
3.2.5	<b>m Cable motor monofásico</b>								
	Total cantidades alzadas						60,00		
							60,00	0,17	10,20
3.2.6	<b>m Cable motor trifásico</b>								
	Total cantidades alzadas						20,00		
							20,00	0,62	12,40
3.2.7	<b>u Equipo Instalador</b>								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	375,74	375,74
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 3.2 Instalación Eléctrica.....</b>								<b>6.460,99</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 3 Electrificación.....</b>								<b>9.811,07</b>

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 4 Maquinaria</b>									
4.1.	<b>u Motodesbrozadora de mano</b>								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	750,00	750,00
4.2	<b>Remolque Vasculante</b>								
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	4.000,00	4.000,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 4 Maquinaria.....</b>								<b>4.750,00</b>
	<b>TOTAL.....</b>								<b>242.671,00</b>

-DOCUMENTO IV-

## **5. Resumen de Presupuesto**





## RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	Sistema de Riego.....	36.669,26	15,11
2	Plantación.....	191.440,67	78,89
3	Electrificación.....	9.811,07	4,04
4	Maquinaria.....	4.750,00	1,96
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>242.671,00</b>	
	13,00% Gastos generales.....	31.547,23	
	6,00% Beneficio industrial.....	14.560,26	
	SUMA DE G.G. y B.I.	46.107,49	
	21,00% I.V.A.....	60.643,48	
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>349.421,97</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>349.421,97</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS VEINTIUN EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

, a 12 de diciembre de 2016.

El promotor

La dirección facultativa

## BIBLIOGRAFÍA

Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Sistemas de información Geográfica de Datos Agrarios (SIGA). Consultado 05 de febrero de 2016, en <http://sig.mapa.es/siga/>

Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Valores Climatológicos Normales. Consultado el 05 de febrero de 2016, en <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>

Alcántara, C., Sánchez, S., Pujadas, A., Saavedra, M. 2009. Brassica Species as Winter Cover Crops in Sustainable Agricultural Systems in Southern Spain. *Journal of Sustainable Agriculture* 33, pp. 619-635.

Alonso, A. et al. 2011. El olivar Ecológico. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación: Mundi-Prensa.

Arenas, F., Hervalejo, A., Romero, E. 2013. Efectos del Acolchado del suelo con Malla Negra en el Cultivo de los Cítricos. Junta de Andalucía, Instituto de investigación y Formación Agraria y Perquera (IFAPA), Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

Boto, J. 2000. La Mecanización Agraria. Ed. Universidad de León.

Cabildo de Lanzarote. Consejería de Agricultura y Ganadería. Cultivo del Aloe. Consultado en Marzo 2016 en <http://www.cabildodelanzarote.com/areas/agricultura/tripticos/aloe.pdf>.

Carrascal, R. 2010. Manual de Cultivo de Stevia para Agricultores. Asociación Española de Stevia Rebaudiana. Madrid.

Cassacia, J., Álvarez, E. 2006. Recomendaciones Técnicas para una Producción Sustentable del Ka'a He'e (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en el Paraguay. Programa de Investigación de Ka'a He'e. Manual Técnico Nº8. Instituto Agronómico Nacional de Paraguay.

Diniz, F., Vinícius, M. 2003. Water Consumption of the Estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) Crop Estimated through microlysimeter. *Sci. agric.* Vol.60 nº3. SciFLO Brazil.

Durán, S., Rodríguez, M., Cordon, K., Record, J. 2012. Estevia (*Stevia rebaudiana*), edulcorante natural y no calórico. *Rev. Chil.* Vol. 39, Nº4.

Elías, F., Ruiz, L. 1997. Agroclimatología de España. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura.

FAO. 1984. Los Análisis de Suelos y Plantas como Base para Formular Recomendaciones sobre Fertilizantes. Boletín de Suelos, 38/2. Ed. Roma.

González, V., Pomares, F. 2008. La Fertilización y el Balance de Nutrientes en Sistemas Agrecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE).

Gros, A., Domínguez-Vivancos, A. 1992. Abonos. Guía Práctica de Fertilización. Ed. Mundi-Prensa.

Herrera, F., Gómez, R., González, C. 2012. El Cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) en condiciones agroambientales de Nayarit, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Gobierno Federal de Estados Unidos Mexicanos.

Mass, E.V., Hoffman, M.O., 1997. Crop Salt Tolerance – Current Assessment. J. Irrig. Drain. Div. Proc. Amer. Soc. Eng., 103: 115-134.

Moreno, A., Lopez, Y., Jimenez, L. 2008. Aloe Vera (Sábila): Cultivo y Utilización. Ed. Mundi-Prensa.

Las Coronas. 2013. Manual II Curso de Iniciación al Cultivo de Aloe Vera. Finca "Las Coronas". Carmona, Sevilla.

Lavini, A., et al. 2008. Yield Quality and Water Consumption of *Stevia rebaudiana* Bertoni Grown under Different Irrigation Regimes in Southern Italy. Institute for Mediterranean Agriculture and Forest Systems (ISAFoM). Italy.

Ordoñas, J., Carmona, E., Adreu, L., Quintero, J. 2009. Apuntes de Climatología Agrícola. Dpto. Ciencias Agroforestales de la Universidad de Sevilla.

Ortiz, J. 2012. Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. Ed. Mundi-Prensa.

Peña, A., Pérez, F., Valera, D., Ayuso, J., Pérez, J. 2002. Análisis de Cimentaciones a Tracción en invernaderos y Aproximación al Cálculo de las mismas mediante Elementos Finitos. Dpto. Ingeniería Rural. Universidad de Almería.

Pérez, L. Egea. G. 2013. Apuntes de Ingeniería del Riego. Dpto. Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos de la Universidad de Sevilla.

Ramírez, J., Sáinz R. 2011. Paquete tecnológico para el cultivo de la stevia en Sinaloa, México. Agricultura y Ganadería. Consultado en abril de 2016, en <http://www.monografías.com>.

Rodríguez, A., Ordoñez, R., Gil, J. 2007. Cubiertas Vegetales en olivar. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.

Terrón, P.U. 1992. Tratado de Fitotecnia General. Grupo Mundi-Prensa.

Unión Europea. Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo, de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el

Reglamento (CEE) nº2092/91. Diario Oficial de la Unión Europea, 20 de julio de 2007, L 189/1.

Unión Europea. Reglamento (CE) nº 889/2008 de la Comisión, de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.

Urbano, P. 1992. Tratado de Fitotecnia General. Ed. Mundo Prensa.

Vadell, J., Pascual, P., Adrover, M. 2008. Evaluación de Especies Cultivadas y Arvenses como Abonos Verdes. Departament de Biologia: Universitat de les Illes Balears. Palma de Mallorca.

Valiente, R. 2012. Proyecto de Huerto Solar Fotovoltaico de 200 kW de Potencia Conectado a la Red en Trigueros. Dpto. Sistemas Energéticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Huelva.

Van Uden, A., Abril, M., Duarte, E. 2012. Curso Teórico-Práctico del Cultivo de la Sábila (*Aloe Barbadensis Miller*) y Plantaciones Alternativas. Biológicos Babrante. Colombia.

Willem, M., Cok A. 1992. Water Requirement of Aloe vera in Dry Caribbean Climate. Irrigation Science, 13, pp: 81-85.